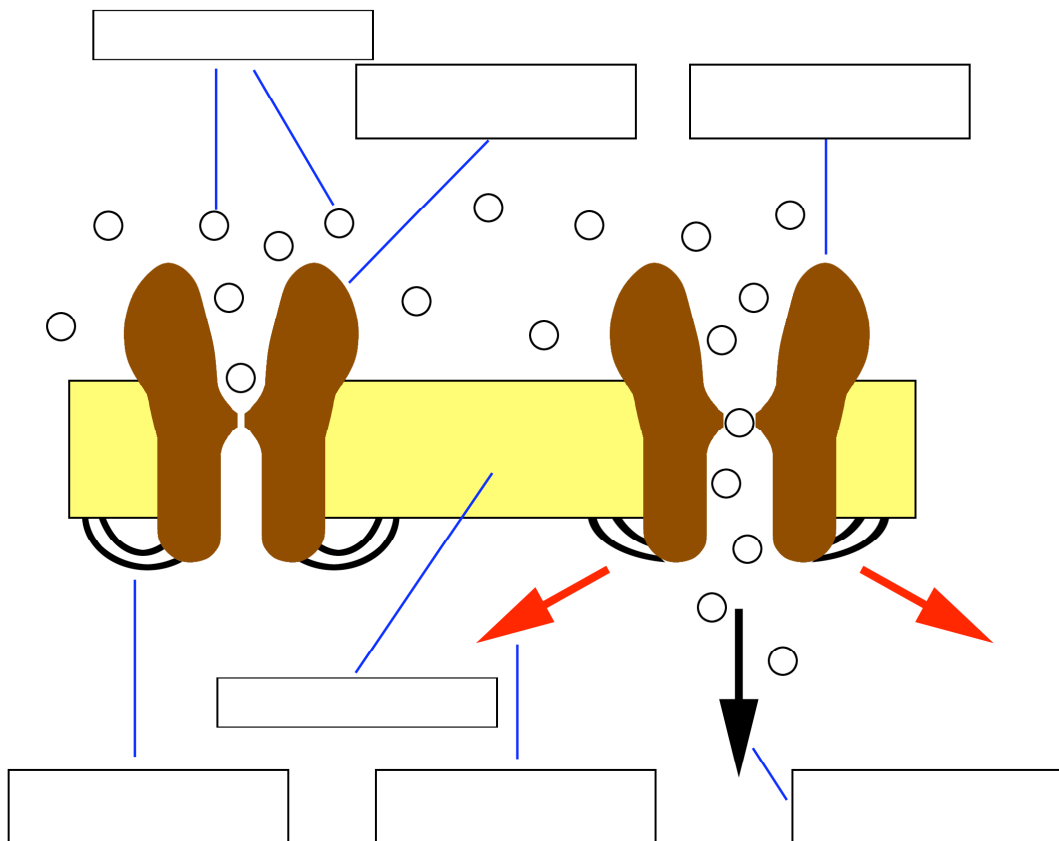


Transduktion bei den Nozizeptoren

Aufgabe 1

Beschriften Sie die Abbildung mit folgenden Begriffen: *Fasern des Cytoskletts - Zellmembran - Natrium-Ionen - Einströmen von Natrium-Ionen, geschlossener Natrium-Kanal, geöffneter Natrium-Kanal, Zug an den Fasern.*



Aufgabe 2

Erläutern Sie mithilfe der Abbildung den Transduktionprozess, mit dem Nozizeptoren **starke mechanische Reize** in ein Rezeptorpotenzial umsetzen.

Am Ausgangspunkt starten

Prostaglandine spielen eine zentrale Rolle bei der Schmerzübertragung. Informieren Sie sich im Artikel auf der Seite 46, Spalten 1 und 2 über die Rolle der Prostaglandine und über COX-2-Hemmstoffe.

Weitere Informationen zum Thema "Prostaglandine" und "Cyclooxygenasehemmer":

Prostaglandine werden aus der **Arachidonsäure** hergestellt, das zuständige Enzym ist die Cyclooxygenase. Von diesem Enzym gibt es zwei *Isoformen*, die ähnlich aufgebaut sind, aber unterschiedliche Wirkungen haben, nämlich **COX-1** und **COX-2**. Die Arachidonsäure wird von dem Enzym **Phospholipase A** aus bestimmten **Phospholipiden** der Zellmembran hergestellt.

Die von COX-1 hergestellten **Prostaglandine** fördern die Bildung von Schutzsubstanzen für die Magenschleimhaut und für die Schleimhäute der Nieren, während die von COX-2 hergestellten Prostaglandine den Schwellenwert für die Aktivierung der Nozizeptoren senken, so dass diese empfindlicher für noxische Reize werden.

Prostaglandine können durch andere Enzyme weiterverarbeitet werden. Durch die **Thromboxan-Synthase** entstehen **Thromboxane**. Diese Verbindungen fördern die Aggregation der Blutplättchen und helfen somit bei dem Verschließen von Wunden. Die **Prostacyclin-Synthase** stellt **Prostacycline** her. Verbindungen aus dieser Gruppe hemmen die Aggregation von Blutplättchen und wirken somit den Thromboxanen entgegen (Antagonisten). Unter normalen Bedingungen herrscht ein empfindliches Gleichgewicht zwischen der Thromboxan-Wirkung und der Prostacyclin-Wirkung. Wird die Prostaglandin-Synthese durch Hemmstoffe gegen COX-2 vermindert, so wird dieses Gleichgewicht gestört, und die Thromboxane erhalten ein deutliches Übergewicht.

Unter normalen Bedingungen ist von den Cyclooxygenasen die COX-1-Isoform in geringem Maße aktiv, während COX-2 völlig inaktiv ist. Bei Verletzungen oder Entzündungen werden beide Isoformen aktiviert.

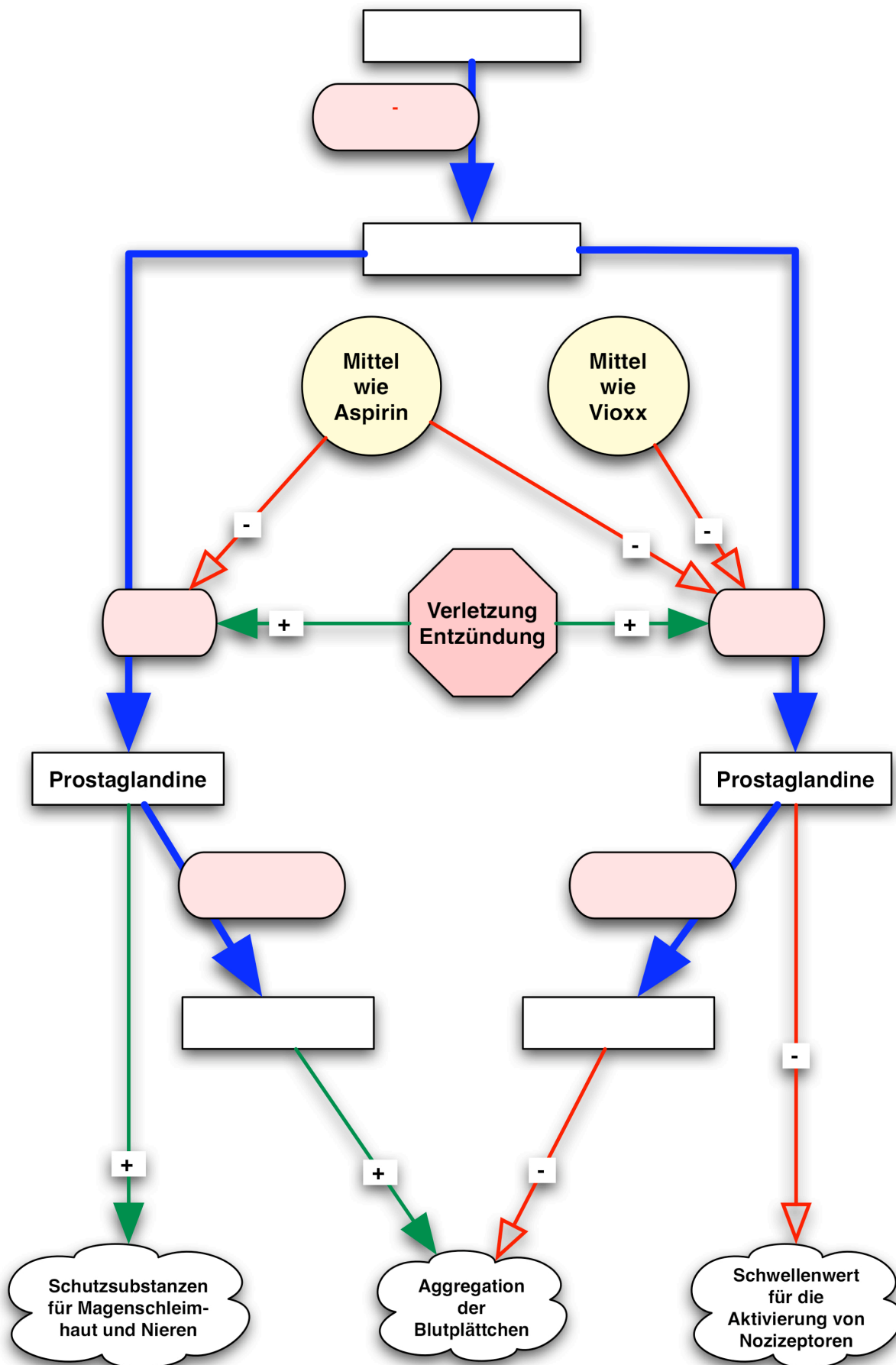
Klassische Cyclooxygenasehemmer wie Aspirin hemmen beide Isoformen gleichermaßen. Moderne Cyclooxygenasehemmer wie Vioxx hemmen nur die Isoform COX-2.

Quellen: Lexikon der Biologie, Spektrum-Verlag und "How does a painkiller harm the heart?", Nature 441, 262.

Aufgabe 1

Ergänzen Sie das Schema auf der nächsten Seite

- um die Enzyme (Kästchen mit abgerundeten Ecken)
- um die verschiedenen chemischen Verbindungen (rechteckige Kästchen)
- um Plus- und Minus-Symbole an den dünnen Pfeilen. Wie bei einem Pfeildiagramm üblich steht ein Plus-Symbol für eine gleichsinnige Wirkung ("je mehr, desto mehr" bzw. "je weniger, desto weniger") und ein Minus-Symbol für eine gegensinnige Wirkung ("je mehr, desto weniger" bzw. "je weniger, desto mehr").



Aufgabe 2

Erläutern Sie, wieso Mittel wie Aspirin und Vioxx Schmerzen lindern können.

Aufgabe 3

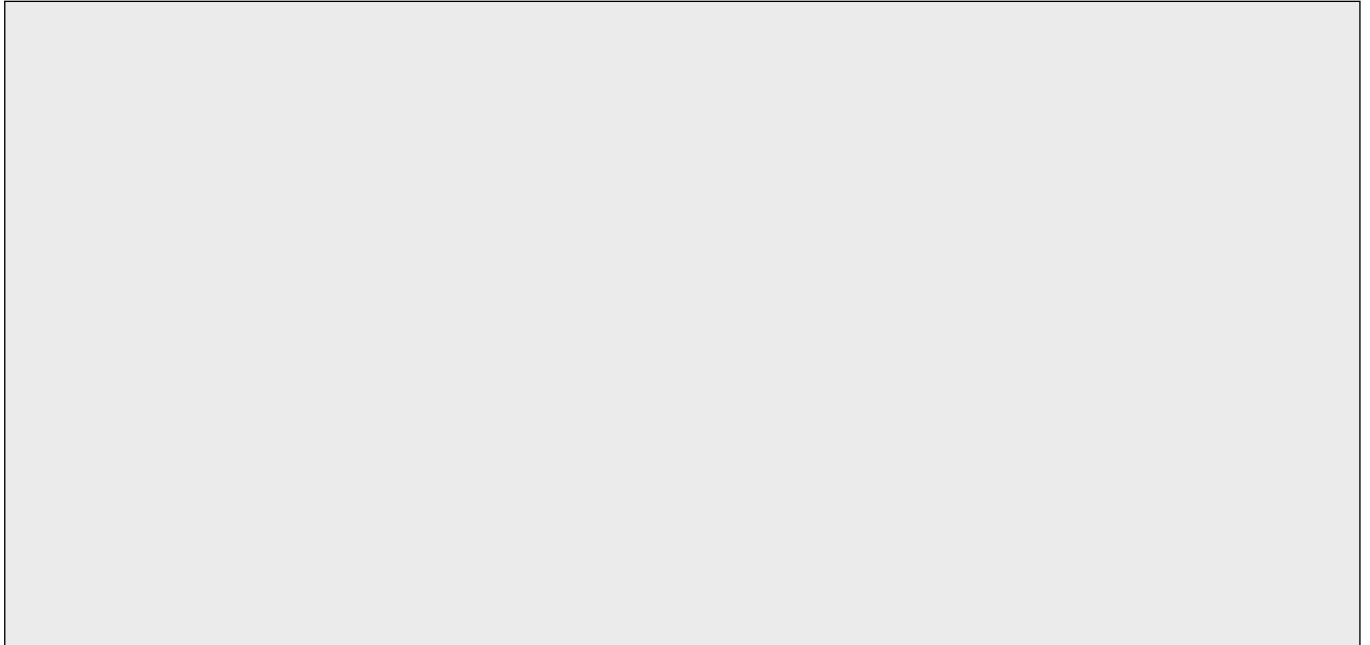
Aspirin hat unangenehme Nebenwirkungen wie Magenschmerzen, Durchfall oder Magengeschwüre. Erklären Sie, wieso es dazu kommen kann.

Aufgabe 4

Medikamente wie Aspirin werden nicht nur als Schmerzmittel eingesetzt, sondern auch als Blutgerinnungshemmer. Erklären Sie diese Wirkung.

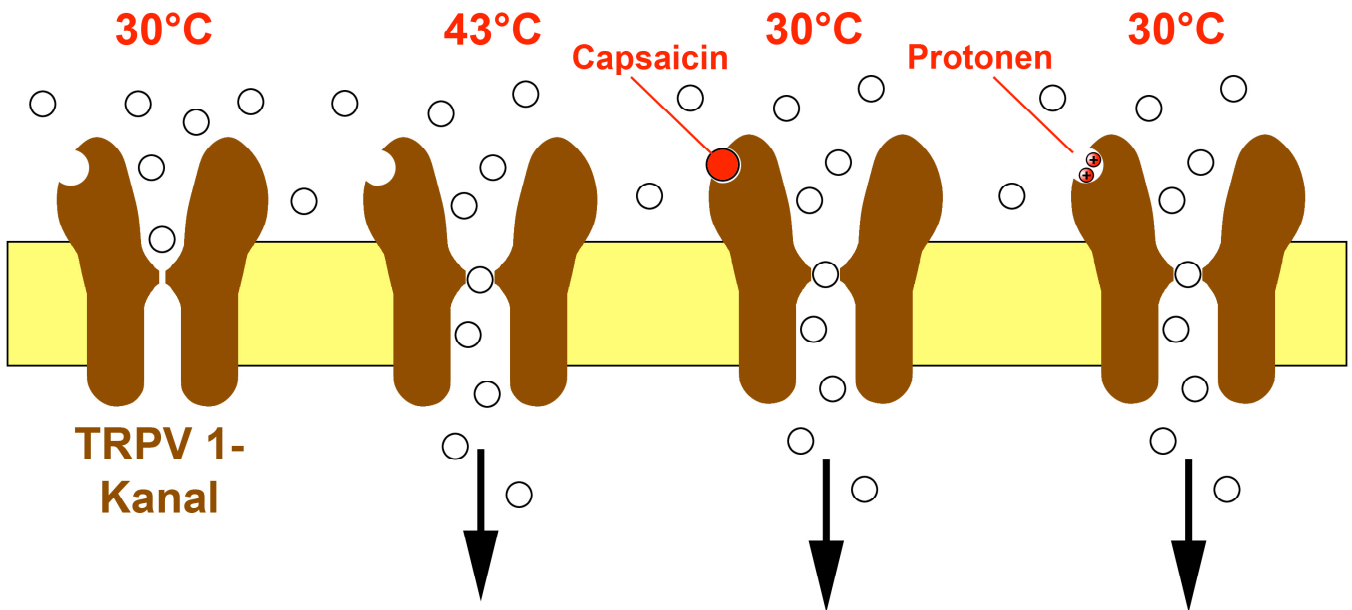
Aufgabe 5

Medikamente wie Vioxx haben einerseits nicht die unangenehmen Nebenwirkungen von Stoffen wie Aspirin, andererseits erhöhen sie das Risiko für Herzinfarkt und Hirnschlag. Erklären Sie diese Zusammenhänge!



Scharf, sauer, heiß

Lesen Sie zunächst die dritte Spalte der Seite 46 des Spektrum-Artikels und den ersten Abschnitt auf Seite 47. Betrachten Sie dann die folgende Abbildung. Sie zeigt Ergebnisse von Untersuchungen eines bestimmten Kationen-Kanals der Nozizeptoren, der Natrium- und Calcium-Ionen durchlässt.



TRPV 1: ein Natrium/Calcium-Ionen-Kanal; **Capsaicin:** Eine Verbindung, die u.a. in der Chili-Schote vorkommt; ein sehr starkes Gewürz.

Aufgabe 1

Durch welche Reize können die TRPV 1 - Kanäle aktiviert werden?

Aufgabe 2

Erläutern Sie, wieso Chili, Pfeffer und ähnliche Gewürze zu einer schmerzhaften Hitzeempfindung auf der Zunge führen:

Aufgabe 3

Prostaglandine, die zum Beispiel bei Entzündungen ausgeschüttet werden, können den Temperaturschwellenwert des Capsaicin-Rezeptors von 43°C auf 30°C herabsetzen. Erläutern Sie, welche Folgen das für das entzündete Organ hat.

Aufgabe 4

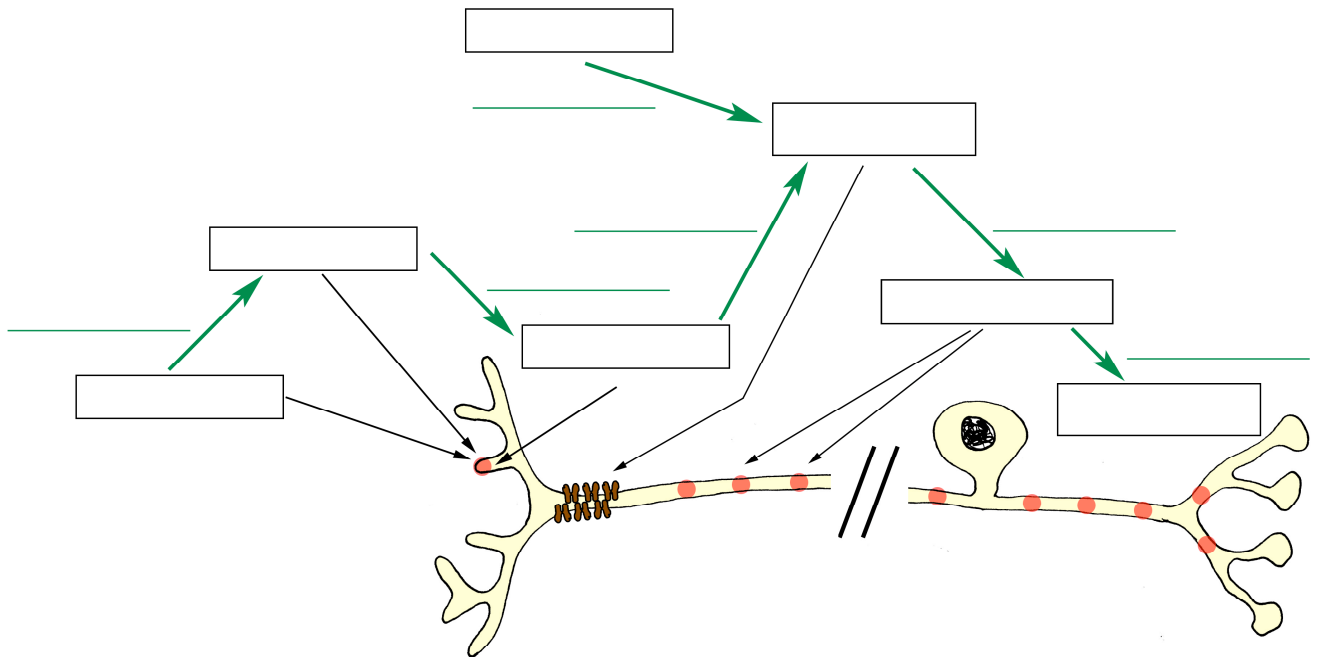
Welche Hypothesen werden diesem Teil des Spektrum-Artikels (S. 46, 3. Spalte bis S. 47, 1. Abschnitt) bezüglich der Wirkung von Capsaicin haltigen Medikamenten aufgestellt?

Andere Kanäle blockieren

Lesen Sie zunächst die Seite 47 des Spektrum-Artikels sowie den ersten Absatz auf Seite 48.

Aufgabe 1

Tragen Sie die fehlenden Begriffe in die folgende Abbildung eines Nozizeptors ein:



In die Kästchen müssen folgende Begriffe eingetragen werden: *Aktionspotenziale, Depolarisierung, Hemmstoffe, noxische Reize, Schmerzweiterleitung, Transduktion, TTX-resistente Na⁺-Kanäle.*

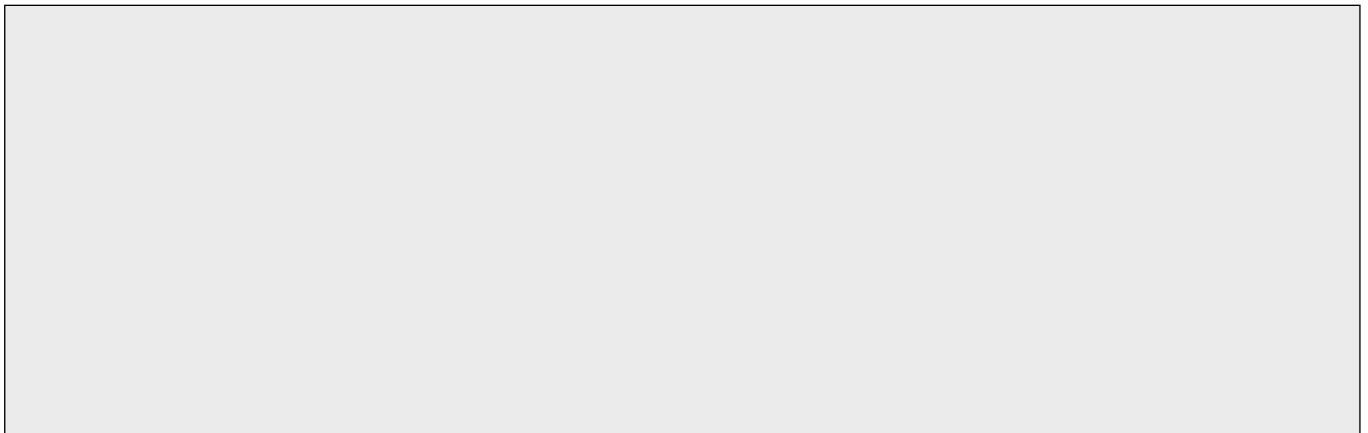
Die grünen Pfeile symbolisieren Wirkungen. Zusammen mit den Begriffen in den Kästchen bilden die grünen Pfeile eine Kauskette, die erklärt, wie es von der Reizung des Nozizeptors zur Schmerzweiterleitung kommt. Die grünen Pfeile sollten mit Begriffen wie "bewirkt", "führt zu" oder auch "öffnet" oder "blockiert" beschriftet werden.

Aufgabe 2

Erläutern Sie mithilfe der obigen Abbildung, welche Rolle elektrisch gesteuerte Na⁺-Kanäle bei der Weiterleitung von Schmerzen spielen.

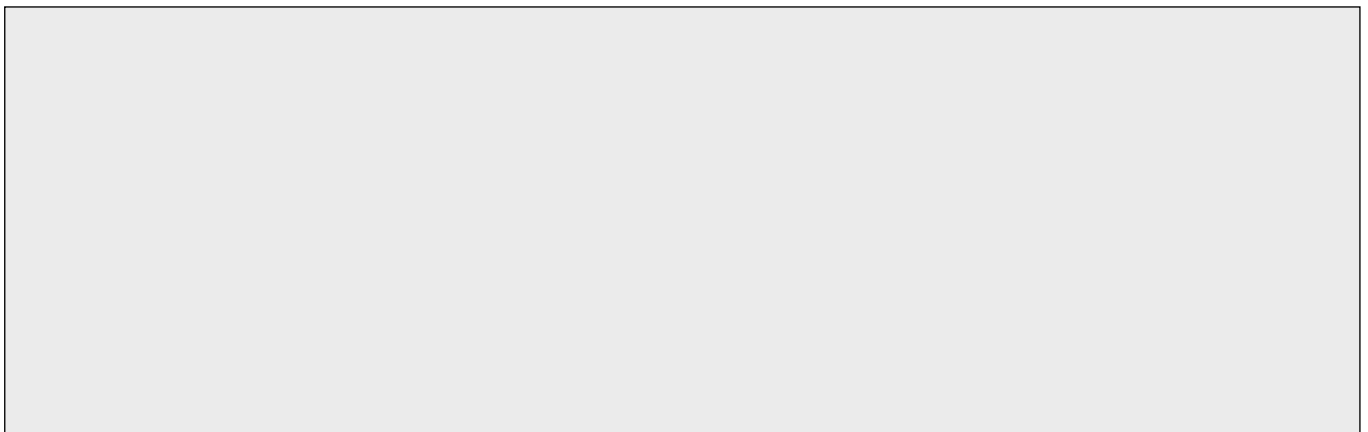
Aufgabe 2

Wieso ist es so schwierig, Hemmstoffe zu entwickeln, die die Schmerzweiterleitung durch Blockierung der Na⁺-Kanäle blockieren? Erläutern Sie!



Aufgabe 3

Angenommen, es wäre gelungen, mithilfe eines Schmerzmittels den Rezeptor für Bradykinin in den Nozizeptoren auszuschalten. Beurteilen Sie, ob dies ein großer Fortschritt bei der Bekämpfung von Schmerzen wäre.



Das Rückenmark im Visier

Lesen Sie zunächst die beiden letzten Absätze der Seite 47 ("Einmal angenommen...") und den ersten Absatz der Seite 48.

Aufgabe 1

Beschreiben Sie das Problem, das in diesem Teil des Artikels angesprochen wird:

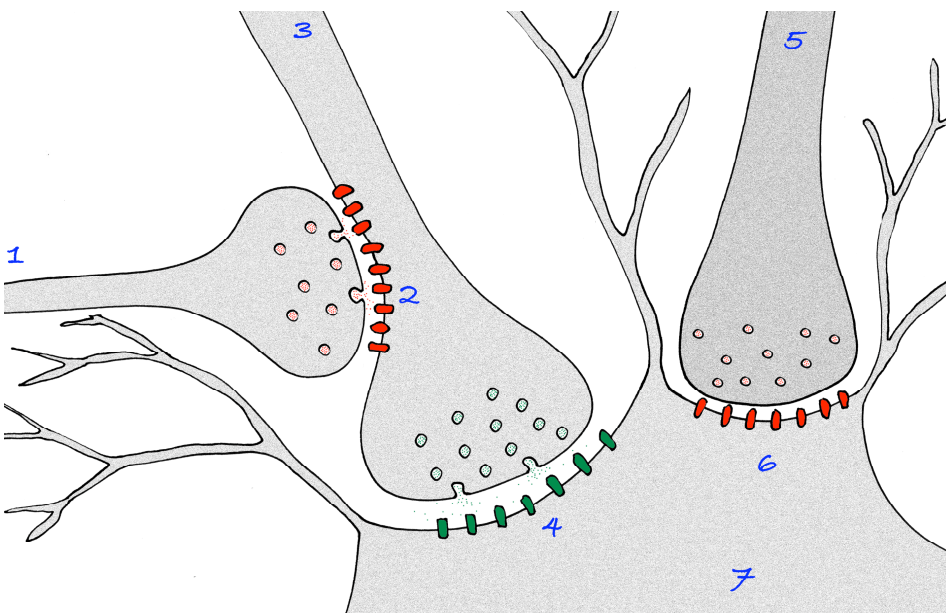
Wie sähe eine einfache Lösungsmöglichkeit für dieses Problem aus?

Aufgabe 2

Auf der Seite 48 wird eine alternative Lösungsmöglichkeit für dieses Problem angesprochen, und zwar:

Aufgabe 3

Opiate können die Schmerzübertragung entweder **präsynaptisch** oder **postsynaptisch** hemmen.



a) Ordnen Sie zunächst den Ziffern 1 bis 7 die fünf Begriffe zu: *Axon der Schmerz hemmenden Nervenzelle, Opiat-Rezeptoren, Axon der Schmerz übertragenden Nervenzelle, Zellkörper der Schmerz weiterleitenden Nervenzelle, Glutamat-Rezeptoren* (die Schmerzweiterleitung soll hier durch den Neurotransmitter Glutamat erfolgen).

Ziffer	Begriff
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

b) Erläutern Sie dann mithilfe der Abbildung und der Fachbegriffe den Unterschied zwischen prä- und postsynaptischer Hemmung:

Aufgabe 4

Welche Nachteile haben Opiate grundsätzlich?

Aufgabe 5

a) Lesen Sie in Ihrem Biologie-Buch nach, wie eine normale chemische Synapse funktioniert. Erläutern Sie dann allgemein, welche Rolle Calciumkanäle (Ca^{2+} -Kanäle) bei der synaptischen Übertragung haben.

b) Erläutern Sie, wieso man sich von Wirkstoffen, die Calciumkanäle blockieren, Erfolge bei der Schmerzbekämpfung verspricht. Gehen Sie auch auf mögliche Nachteile dieser Wirkstoffe ein und entwickeln Sie eine Möglichkeit, mit der man diese Nachteile umgehen kann.