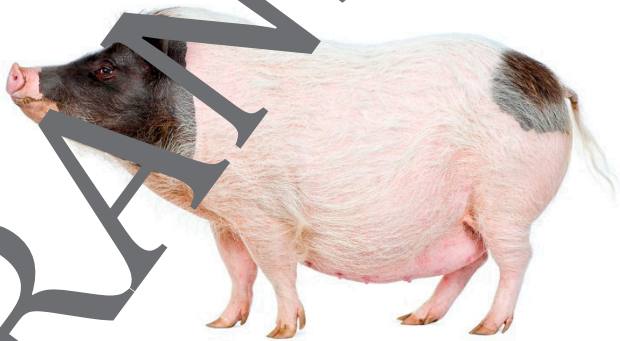


# UNTERRICHTS MATERIALIEN

Biologie Sek. II



**Genetisches Umprogrammieren von Nutztieren**  
Zukunftsvision oder Albtraum? Förderung der Bewertungskompetenz

## Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Biologie Sek. II

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und angefragt. Sollten dennoch an einzelnen Materialien weitere Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, alle für Experimenten verwendeten Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH  
Ein Unternehmen der Klett Gruppe  
Rotebühlstraße 7  
70178 Stuttgart  
Telefon +49 711 62900-0  
Fax +49 711 62900-60  
[meinRAABE@raabe.de](mailto:meinRAABE@raabe.de)  
[www.raabe.de](http://www.raabe.de)

Produktion: Jene Zörlein  
Satz: Böser Medien GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
Bildnachweis Titel: © Getty Images Plus/iStock/GlobalP  
Korrektur: Josef Mayer

## M2 Schmerzfrei durch das „Fakir-Gen“

Das Gen *scn9a*, oder auch Fakir-Gen genannt, nimmt eine entscheidende Rolle bei der Signaltransduktion von Schmerzreizen zum Gehirn ein. Mutiert dieses Gen oder wird es abgeschaltet, sind betroffene Menschen schmerzfrei. Sie können sich wie ein Fakir, ohne Schmerzen zu empfinden, auf ein Nagelbrett setzen. Warum ist das so?



© Getty Images/Stocksamuil\_Levich

Eine Schmerzempfindung entsteht durch die Signalweiterleitung spezialisierter Sinneszellen vom Ort des Entstehens bis hin zum Gehirn. Die Signaltransduktion erfolgt über die Veränderung des **Membranpotenzials** der Sinneszellen. Dieses liegt im Ruhezustand bei  $-60$  bis  $-80$  mV. Spezielle Rezeptorproteine in der Zellmembran von Sinneszellen verändern durch den eintreffenden Reiz ihre Raumstruktur. Dadurch öffnen sich Natriumkanäle in der Zellmembran und positiv geladene Natriumionen in die Zelle. Dies führt zur **Depolarisation der Zellmembran** und zur Öffnung spannungsgesteuerter Kalziumkanäle. Die erhöhte Konzentration an Kalziumionen wiederum bewirkt die Ausschüttung von Transmittermolekülen in den synaptischen Spalt. Erst mit der Depolarisation einen bestimmten Schwellenwert, ca.  $-55$  mV, entsteht ein Aktionspotential am Axonhügel der Zelle. Das Aktionspotential wird über das Axon eines Neurons weitergeleitet. Über nachgeschaltete Neuronen gelangt das Signal schließlich ins Gehirn und wird dort als Schmerzempfindung gedeutet.

Das *scn9a*-Gen codiert die Aminosäuresequenz des spannungsabhängigen Natriumkanals Nav1.7. Dieser Natriumkanal in der Membran einer Sinneszelle wird durch Reize geöffnet, die eine Schmerzempfindung im Gehirn verursachen. Die hohe Selektivität von Sinneszellen beruht auf hochempfindlichen Rezeptorproteinen der Membrankanäle, die jeweils auf einen adäquaten Reiz reagieren. Durch eine Mutation des Gens *scn9a* kann ein betroffener Mensch keinen Schmerz mehr empfinden. Eine Signaltransduktion unterbleibt. Ein solcher Mensch ist schmerzunempfindlich.

## Aufgaben

1. Skizzieren Sie den Ablauf der Entstehung eines Aktionspotentials in einem Filmstreifen. Stellen Sie das **Ruhepotenzial**, den **Beginn der Repolarisation** sowie das **Aktionspotenzial** dar. Achten Sie darauf, dass in Ihren Skizzen das Zellinnere, das Zelläußere, die verschiedenen Ionenkanäle und Ionen beschriftet sind. Markieren Sie, an welcher Stelle der Reiz auftritt. (PA)
2. Erklären Sie sich wechselseitig die Rolle von spannungsabhängigen Natriumkanälen bei der Signaltransduktion. (PA)
3. Bereiten Sie auf der Basis Ihres Vorwissens über die Transkription und die Proteinbiosynthese einen Kurzvortrag für das Plenum vor, in dem Sie erklären, warum eine Mutation im *scn9a*-Gen zu einer Schmerzunempfindlichkeit führen kann. (EA)

**M3** Sollen wir das Gen *scn9a* von Schweinen gentechnisch modifizieren?

Dr. Schlaun ist ein führender Experte in der Gentechnologie, der für die bekannte Firma *Genetic Laboratories* arbeitet. In einem Zeitungsartikel berichtet er über die Forschung zum *scn9a*-Gen, das bisher nur im menschlichen Genom entdeckt wurde. Dr. Schlaun stellt in einem Abschnitt dieses Artikels folgende Hypothese auf:

*„[...] Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein Gen mit der gleichen Funktion wie *scn9a* auch in Schweinen existiert. Dadurch sollten auch Schweine durch Mutationen schmerzempfindlich werden können. [...]“*

Der Rest des Zeitungsartikels fehlt. Es sind nur noch Informationen über das Peptidhormon Insulin und das Protein Cytochrom *c* von Menschen und Schweinen zu erkennen sowie ein Infokasten über die Signalweiterleitung und das Schmerzempfinden bei Tieren und Menschen.

**Quelle 1: Signalweiterleitung und Schmerz bei Tieren**

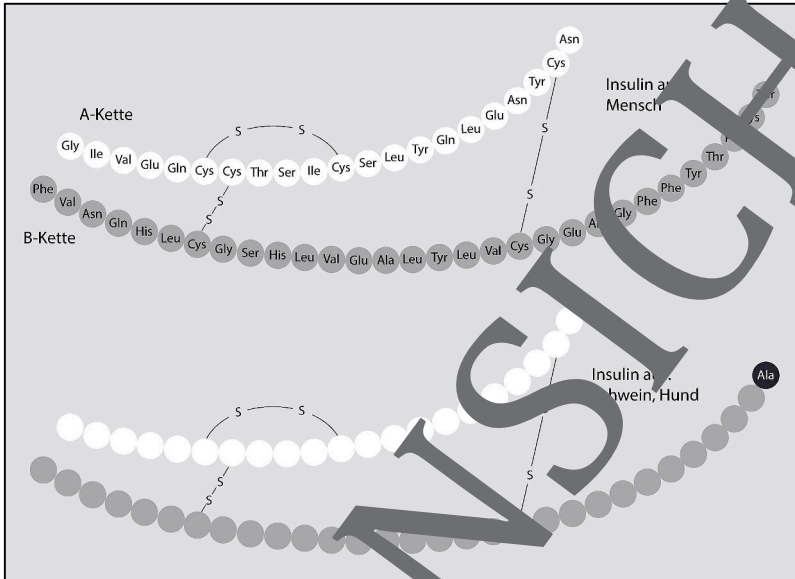
Die Mechanismen von Reizrezeptoren und Signaltransduktion sind in allen Tieren sehr ähnlich. Der Mensch macht dabei keine Ausnahme. Auch wenn die Komplexität der Nervensysteme deutlich verschieden sein kann, so unterscheiden sich die wesentlichen physiologischen Prozesse bei der Aufnahme und Weiterleitung von Signalen von verschiedenen Tierarten nicht voneinander.

Dieses Phänomen gilt auch für den Schmerz. Tiere und Menschen reagieren auf Schmerz mit vergleichbaren Reaktionen. Tiere und Menschen äußern Schmerzempfindungen beispielsweise mit Schreien und Krämpfen.

**Quelle 2: Cytochrom *c* – Ein Schlüsselprotein der Elektronentransportkette**

Cytochrom *c* ist ein Protein der Elektronentransportkette. Es ist in nahezu allen Lebewesen vorhanden. Es eignet sich daher hervorragend, die genetische Verwandtschaft verschiedener Lebewesen zu untersuchen. Cytochrom *c* besteht aus einer Peptidkette aus 104 bis 112 Aminosäureresten. Das humane Cytochrom *c* und das des Schweins weisen beide 104 Aminosäuren auf. Die Aminosäuresequenz des Cytochroms *c* von Mensch und Schwein unterscheidet sich in nur 11 Aminosäuren. Dies entspricht einer Übereinstimmung von 89,4 %.

### Quelle 3: Das Peptidhormon Insulin



Grafiker: Hans Schumacher

Abb. 4: Vergleich von Insulin

Insulin ist ein Peptidhormon, das bei Menschen an der Regulation des Blutzuckerspiegels beteiligt ist. Es besteht aus 51 Aminosäuren in zwei Aminosäureketten, die über Disulfidbrücken zusammengehalten werden. Das Insulin von Schweinen und Menschen unterscheidet sich nur in einer Aminosäure. Menschen mit Diabetes können Schweineinsulin bilden. Zur Therapie wird schon lange Schweineinsulin eingesetzt. Dieses kann im menschlichen Körper das fehlende menschliche Insulin problemlos ersetzen.

#### Aufgabe

Urteilen Sie, ob es gute Gründe für die Hypothese von Dr. Schlaw gibt. Beziehen Sie zur Überprüfung seiner These das Material M 3 sowie Ihr Fachwissen zur Molekulargenetik, zum Gen *scn9a* und zur Signaltransduktion ein. (PA)

## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**