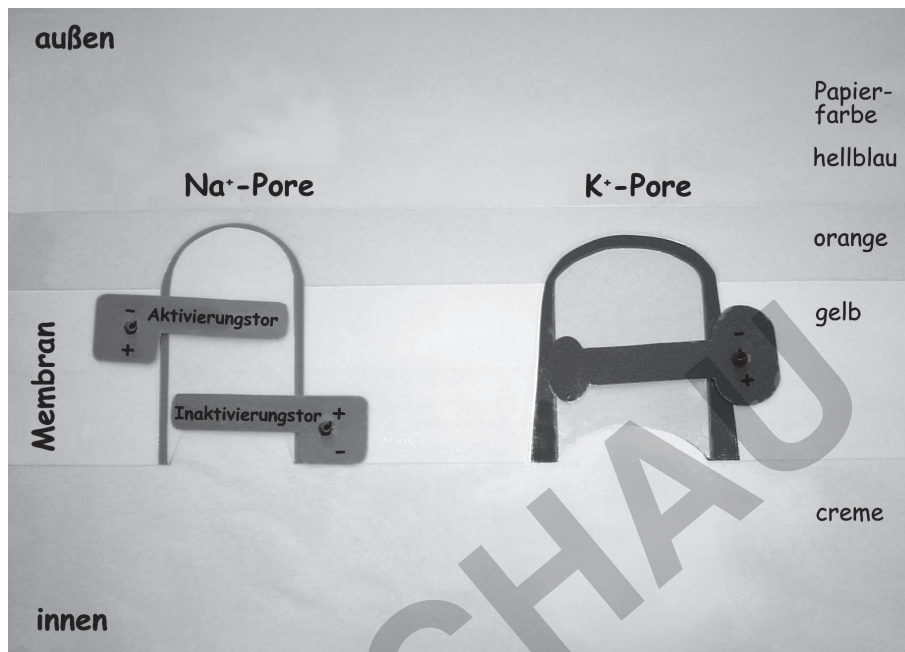


## M 1 Bauanleitung für ein Funktionsmodell spannungsgesteuerter Ionenkanäle

IV/A



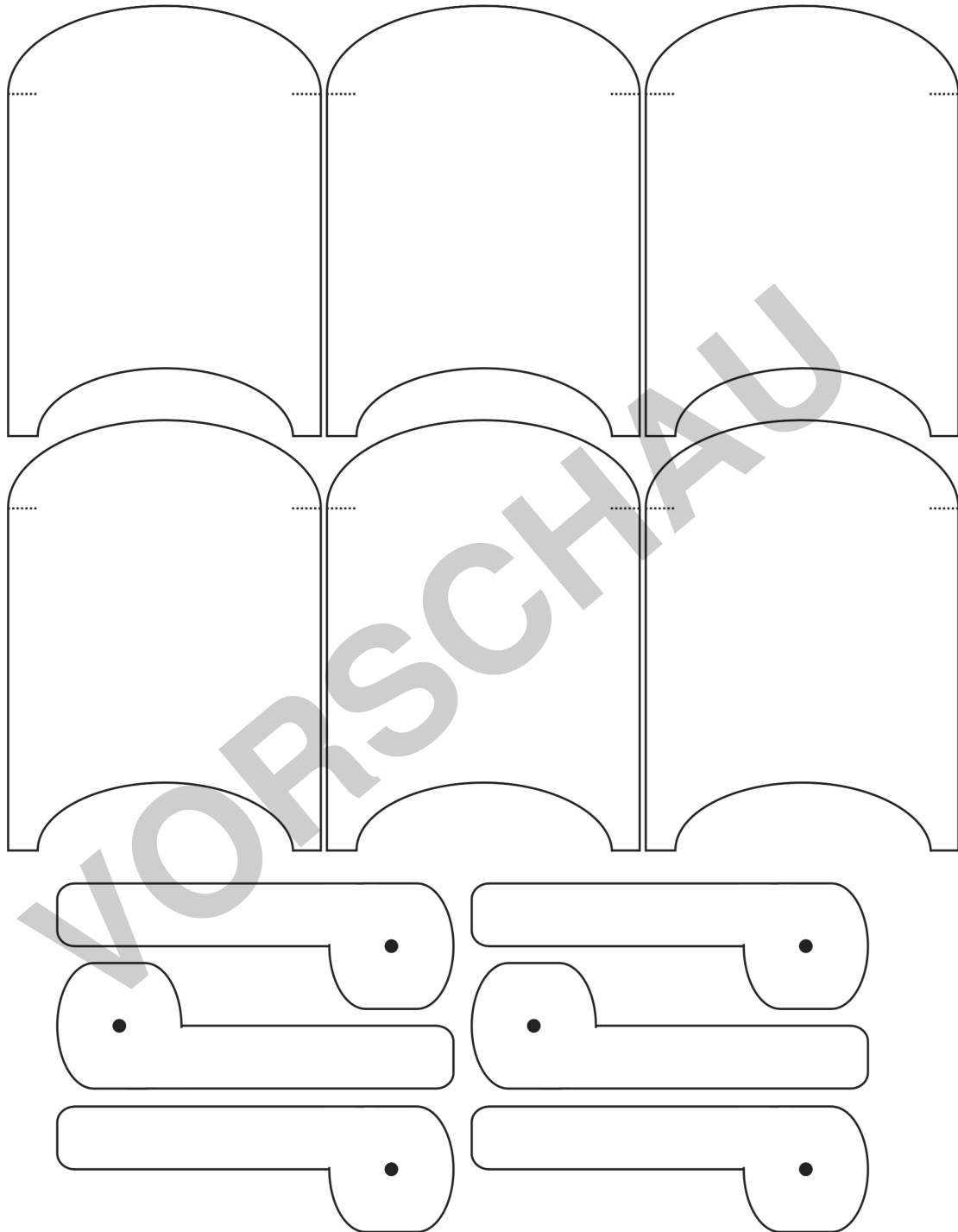
- Schneiden Sie in der Anzahl der benötigten Modelle von dem bunten Papier Streifen in der angegebenen Breite ab:
  - cremefarbenes Papier 7 cm,
  - gelbes Papier 8 cm,
  - oranges Papier 3 cm und
  - hellblaues Papier 6 cm.
- Kleben Sie die Streifen jeweils einen Zentimeter überlappend übereinander und zwar in folgender Reihenfolge:
  - den hellblauen auf den orangenen,
  - den orangenen auf den gelben und
  - den gelben auf den cremefarbenen Streifen.

Das entstandene vierfarbige Blatt sollte dem DIN-A4-Format entsprechen.

- Kennzeichnen Sie die Bereiche wie folgt:
  - die hellblaue Farbe stellt das Außenmilieu,
  - der cremefarbene Bereich das Innenmilieu der Nervenzelle dar;
  - die gelbe Farbe steht für den Querschnitt der Membran und
  - Orange für die äußere Schicht der Membran.
- Kopieren Sie die „Tore“ und die Außenfläche des Na<sup>+</sup>-Ionenkanals auf dunkelgrünes Papier, die Innenseite auf hellgrünes Papier und schneiden Sie diese aus (**Tipp**: die Blätter mit den „Toren“ vor dem Ausschneiden laminieren). Kleben Sie die hellgrüne auf die dunkelgrüne Fläche. Verfahren Sie in gleicher Weise bei der Herstellung des K<sup>+</sup>-Ionenkanals mit rosa bzw. rotem Papier.
- Kleben Sie beide Ionenkanäle in ausreichendem Abstand auf den vierfarbigen Papierbogen und laminieren Sie das Grundmodell.

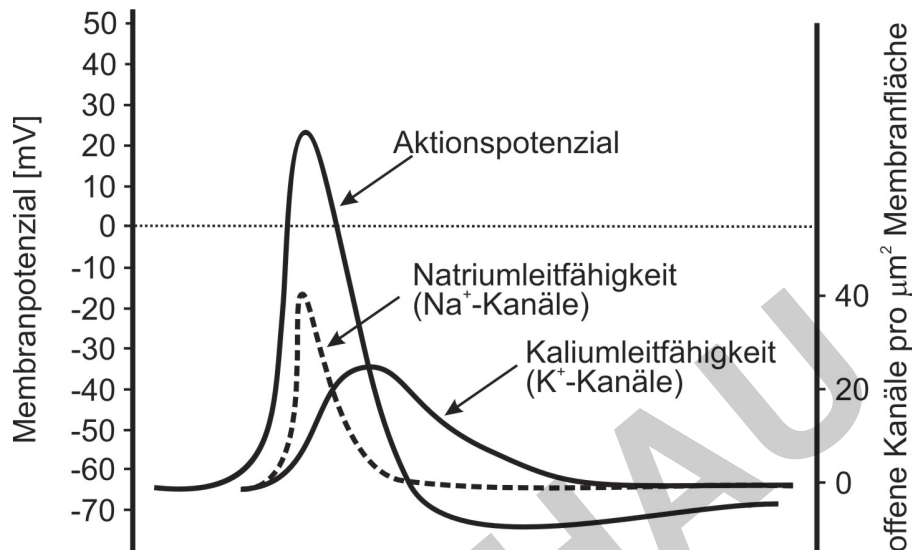
Außenfläche Kaliumkanal und „Tor“ auf rotes Papier kopieren.

**IV/A**



## IV/A

## M 2 Struktur und Funktion spannungsgesteuerter Ionenkanäle bei der Ausbildung eines Aktionspotenzials



### Aufgaben

1. Beschreiben Sie den zeitlichen Ablauf eines Aktionspotenzials im Zusammenhang mit den Änderungen der Leitfähigkeit für  $\text{Na}^+$ - und  $\text{K}^+$ -Ionen.
2. In dem vorliegenden Modell ist die räumliche Struktur der spannungsabhängigen  $\text{Na}^+$ - und  $\text{K}^+$ -Ionenkanäle in der Membran stark vereinfacht dargestellt. Skizzieren Sie auf dem Arbeitsblatt unter Berücksichtigung der obigen Messwerte die räumlichen Strukturen bzw. Veränderungen während des Ruhepotenzials, der Depolarisation, der Repolarisation und der Hyperpolarisation in Ihr Arbeitsblatt. Begründen Sie Ihre Annahme.
3. Beschreiben Sie die Vorgänge an der Membran, wenn durch den einwirkenden Reiz das Membranpotenzial negativer als das Ruhepotenzial wird.

### Gruppenaufgaben

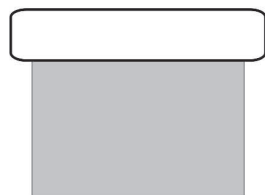
4. Beschreiben Sie mithilfe mehrerer aneinander gefügter Modelle die Weiterleitung eines Aktionspotenzials entlang der Neuronenmembran.
5. Fügen Sie in diese Modell-Kette das Modell der  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -Ionenpumpe ein und erläutern Sie deren Bedeutung.
6. Das vorliegende Modell eines Neurons ist mit dem eines Tintenfisches (Loligo, Weichtiere) vergleichbar. Bei einem Tintenfischneuron werden die Aktionspotenziale (und damit die Informationen) mit einer Geschwindigkeit von ca. 25 m/s weitergeleitet. Bei einem Katzenneuron (einem Wirbeltier) werden Aktionspotenziale mit einer Geschwindigkeit von bis zu 100 m/s über die Neuronen geleitet. Durch welche Veränderungen am Neuriten könnte eine derartige Beschleunigung erreicht werden?

M 2

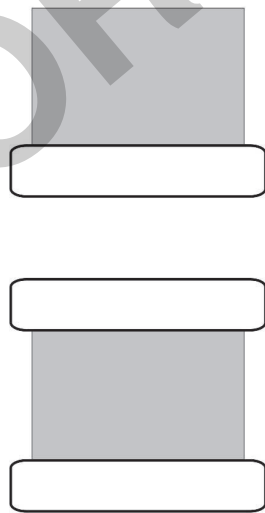
IV/A

Arbeitsblatt zum Modell „spannungsgesteuerter Ionenkanäle“

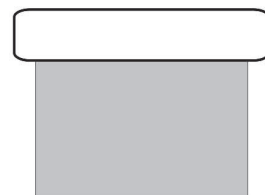
①



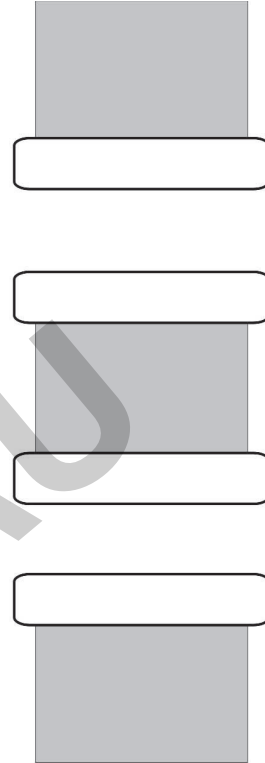
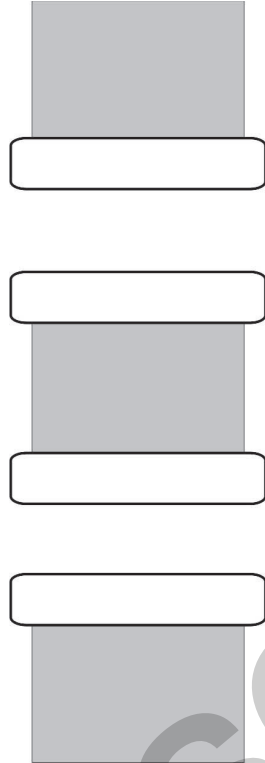
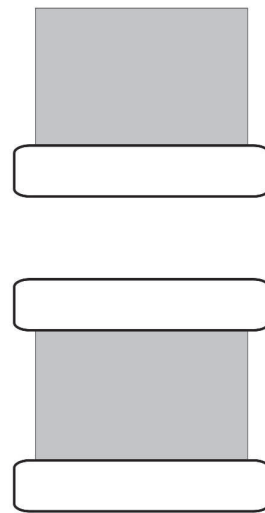
②



③



④



**Erläuterung (M 1)**

Das Modell soll mehr als nur ein Anschauungsmodell sein. Daher ist es notwendig, jeder Arbeitsgruppe ein Exemplar zur Verfügung zu stellen. Die Arbeitsgruppen sollten dabei eine Größenordnung von drei Schülerinnen und Schülern nicht überschreiten.

Die Lehrkraft sollte die Schülerinnen und Schüler ermutigen, mit wasserlöslichen Folienstiften das Modell aktiv weiterzuentwickeln und zu bearbeiten (es können z.B. die Ladungsverhältnisse und die Ionenströme eingezeichnet werden).

In größerer Stückzahl angefertigt ermöglicht ein Aneinanderreihen der einzelnen Modelle und das Einfügen eines Ionenpumpen-Modells die Veranschaulichung der Weiterleitung von Aktionspotenzialen entlang der Neuritenmembran. So kann auch die Frage geklärt werden, warum Aktionspotenziale nur in einer Richtung ausgelöst werden können.

**Lösung (M 2)**

Zu 1.: Durch den auftreffenden Reiz wird das Membranpotenzial gegenüber dem Ruhepotenzial positiver. Wird dabei das Schwellenpotenzial überschritten, entsteht ein Aktionspotenzial. Dieser Prozess korreliert zeitlich mit einer erhöhten Leitfähigkeit für Na<sup>+</sup>-Ionen, d.h., Na<sup>+</sup>-Ionen strömen ins Zellinnere ein. Mit der Auslösung des Aktionspotenzials erhöht sich auch die Membranleitfähigkeit für K<sup>+</sup>-Ionen, aber deutlich langsamer und nicht in gleicher Ausprägung. Mit dem Einsetzen der Repolarisation erreicht die Membranleitfähigkeit für K<sup>+</sup>-Ionen ihr Maximum, während die Leitfähigkeit für Na<sup>+</sup>-Ionen gegen null geht. In der Phase der Hyperpolarisation besteht eine, wenn auch sinkende, Membranleitfähigkeit für K<sup>+</sup>-Ionen, bis das Membranruhepotenzial wieder annähernd hergestellt ist.

Zu 2.:

