MERKBLATT · BIOLOGIE

Synapse

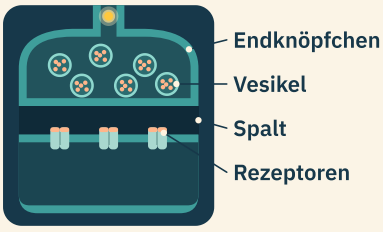
Erregungsübertragung einfach erklärt

KLASSE 9/10 UND OBERSTUFE

WORUM GEHT'S · **1 VERSTEHEN**

Zwischen zwei Nervenzellen liegt eine winzige Lücke, der synaptische Spalt. Das elektrische Signal kommt darüber nicht hinweg. Deshalb wechselt die Nachricht an der Synapse die Form: von elektrisch zu chemisch und drüben wieder zu elektrisch. Ein Botenstoff trägt sie über den Spalt und wird danach sofort wieder entfernt.

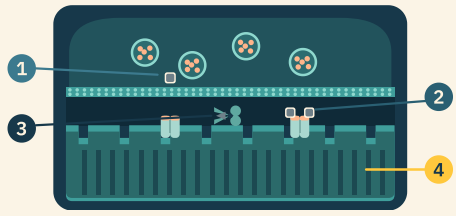
Der Bau einer chemischen Synapse



- **präsynaptische Membran:** Membran des Endknöpfchens vor dem Spalt
- **synaptischer Spalt:** mit Flüssigkeit gefüllte Lücke, etwa 20 bis 50 nm breit
- **postsynaptische Membran:** Membran der nächsten Zelle nach dem Spalt, mit den Rezeptoren

Ein Aktionspotential läuft das Axon entlang bis ins Endknöpfchen. Darin liegen Bläschen, die Vesikel, gefüllt mit einem Botenstoff, dem Neurotransmitter. Die Rezeptoren sind Andockstellen, in die genau dieser Botenstoff passt. Nur bei den selteneren elektrischen Synapsen sind zwei Zellen direkt über Kanäle verbunden.

Die motorische Endplatte

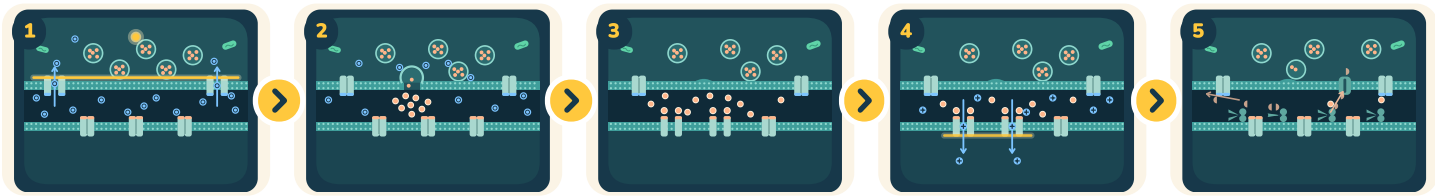


An der Synapse zwischen Nervenzelle und Muskelfaser wirkt Acetylcholin. Das EPSP heißt hier Endplattenpotential und reicht normalerweise sicher über die Schwelle.

- **Botulinumtoxin** Das Bakteriengift verhindert die Ausschüttung des Transmitters.
- **Curare** Das Pfeilgift besetzt die Rezeptoren, ohne die Kanäle zu öffnen: kompetitive Hemmung.
- **Acetylcholinesterase-Hemmer** Acetylcholin bleibt im Spalt. Der Muskel zuckt und verkrampft, bei starker Vergiftung folgt Lähmung.
- **Merkregel** Fehlt Ausschüttung oder Andocken, bleibt der Muskel schlaff. Fehlt das Aufräumen, verkrampft er.

Der Ablauf in fünf Schritten

SCHEMA: OBEN ENDKNÖPFCHEN, MITTE SPALT, UNTEN NÄCHSTE ZELLE; NICHT MASSSTÄBLICH



1 Ca^{2+}-Einstrom

Calcium rein

Das Aktionspotential depolarisiert das Endknöpfchen. Spannungsgesteuerte Ca^{2+}-Kanäle öffnen sich.

Ca^{2+} strömt ein, denn außen ist viel mehr Ca^{2+} als innen.

ERKENNST DU AN

Ca^{2+} strömt durch offene Kanäle oben ein.

2 Exozytose

Stoff raus

Ca^{2+} ist das Startsignal. Bläschen verschmelzen mit der präsynaptischen Membran.

Sie geben den Transmitter in den Spalt ab, zum Beispiel Acetylcholin.

ERKENNST DU AN

Bläschen öffnen sich zum Spalt.

3 Bindung

Schloss auf

Der Transmitter diffundiert durch den Spalt und passt in die Rezeptoren wie ein Schlüssel ins Schloss.

Der Rezeptor ist hier ein ligandengesteuerter Ionenkanal und öffnet sich.

ERKENNST DU AN

Transmitter sitzt in offenen Rezeptoren.

4 EPSP

Na^+ rein

Durch die offenen Kanäle strömt vor allem Na^+ ein, der Transmitter bleibt draußen.

Die Membran wird depolarisiert: ein kleines, abgestuftes EPSP.

ERKENNST DU AN

Na^+ strömt in die untere Zelle.

5 Abbau

Stoff weg

Die Acetylcholinesterase im Spalt spaltet Acetylcholin in Acetat und Cholin.

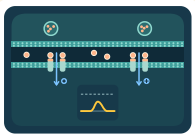
Das Endknöpfchen holt Cholin zurück und baut daraus neues Acetylcholin.

ERKENNST DU AN

Enzym spaltet, Cholin wandert zurück.

Ein Enzym spaltet Tausende Moleküle pro Sekunde, der Spalt ist in wenigen Tausendstelsekunden leer.

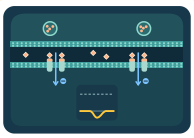
Erregend oder hemmend



Na⁺ rein: EPSP

Erregende Synapse

Acetylcholin oder im Gehirn meist Glutamat öffnet Kanäle, vor allem Na^+ strömt ein. Das EPSP bringt die Zelle näher an die Schwelle.



Cl^- rein: IPSP

Hemmende Synapse

GABA öffnet meist Kanäle für Cl^-, das in der Regel hineinströmt. Die Membran wird hyperpolarisiert, das IPSP bringt die Zelle weiter weg von der Schwelle.

Drei Fehler, die du nicht machst

1

✗ ~~„Das elektrische Signal springt über den synaptischen Spalt.“~~

✓ Die beiden Zellen berühren sich nicht, im Spalt verpufft der Strom. Hinüber geht ein Stoff, der Neurotransmitter.

2

✗ ~~„Der Transmitter wandert in die nächste Zelle hinein.“~~

✓ Der Transmitter bleibt draußen und öffnet nur Kanäle. Hinein strömen Ionen, an erregenden Synapsen vor allem Na^+.

3

✗ ~~„Jede Synapse wirkt erregend.“~~

✓ An vielen Synapsen im Gehirn wirkt GABA, meist strömt dann Cl^- ein. Die Membran wird hyperpolarisiert, es entsteht ein hemmendes IPSP.

Prüfungsaufgaben

KLASSE 9/10

Ein Aktionspotential kommt am Endknöpfchen an. Bringe die fünf Kärtchen in die richtige Reihenfolge und beschreibe, was passiert: Transmitter diffundiert durch den Spalt. Ca^{2+} strömt ein. Transmitter wird abgebaut. Bläschen verschmelzen mit der Membran. Transmitter bindet, Na^+ strömt ein.

beschreiben Du gibst einen Sachverhalt geordnet und fachsprachlich wieder.

✓ MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Ausschüttung:** Das Aktionspotential öffnet Ca^{2+}-Kanäle, Ca^{2+} strömt ein. Die Bläschen verschmelzen mit der präsynaptischen Membran und schütten den Transmitter in den Spalt aus.

2 **Übertragung:** Der Transmitter diffundiert hinüber und bindet an Rezeptoren der postsynaptischen Membran. Deren Kanäle öffnen sich, Na^+ strömt ein, und ein EPSP entsteht.

3 **Ende:** Der Transmitter wird abgebaut oder zurückgeholt.

ERHÖHTES NIVEAU

Nach einer Operation wirkt noch ein Curare-ähnliches Mittel, das die Muskeln entspannt. Um es aufzuheben, gibt man Neostigmin, einen Hemmstoff der Acetylcholinesterase. Erläutere die Wirkung von Neostigmin in diesem Fall.

erläutern Du machst einen Sachverhalt mit Fachwissen nachvollziehbar und verständlich.

✓ MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Hemmung:** Neostigmin hemmt die Acetylcholinesterase. Acetylcholin wird langsamer abgebaut, im Spalt ist mehr davon.

2 **Konkurrenz:** Acetylcholin und das Mittel konkurrieren um dieselben Rezeptoren, eine kompetitive Hemmung. Je mehr Acetylcholin, desto öfter verdrängt es das Mittel.

3 **Folge:** Mehr Kanäle öffnen sich, Na^+ strömt ein. Die Endplattenpotentiale reichen wieder über die Schwelle, die Muskelfasern bilden Aktionspotentiale und arbeiten wieder.

DAS WICHTIGSTE IN DREI SÄTZEN

1 **Kommt ein Aktionspotential im Endknöpfchen an, öffnen sich Ca^{2+}-Kanäle und Ca^{2+} strömt ein. Daraufhin schütten die Bläschen den Transmitter in den synaptischen Spalt aus.**

2 **Der Transmitter bindet drüben an Rezeptoren und öffnet so Ionenkanäle. Er selbst bleibt draußen, nur Ionen strömen in die nächste Zelle.**

3 **Danach wird der Transmitter im Spalt abgebaut oder ins Endknöpfchen zurückgeholt, das heißt Wiederaufnahme. Sonst dockt er immer wieder an, und die Nachricht hallt viel zu lange nach.**

VIDEO, QUIZ UND TRANSKRIPT, KOSTENLOS

achtmalklug.de/biologie/synapse/

Kostenlos. Frei für Schule, Unterricht und Lernen, Logo und URL bleiben drauf. Doppelt faktengeprüft. Fehler gefunden? kontakt@achtmalklug.de

achtmalklug