

Kapitel 05.02: Die Nervenzelle

Inhalt

Kapitel 05.02: Die Nervenzelle.....	1
Inhalt.....	2
Informationsweiterleitung im menschlichen Körper.....	3
Informationen zu Nervenzellen (Neurone).....	4
Neuronen (=Nervenzellen) als Grundbausteine des Nervensystems.....	5
Beschriftung und Erklärung zum Bau der Nervenzelle:.....	6
Funktion der Nervenzelle.....	7
Fortleitung und Übertragung von Nervenimpulsen (nicht online).....	7
Nervenzelle und Endknöpfchen.....	9
Weitreichende Dendriten einer NZ ermöglichen einen hohen Verschaltungsgrad.....	10
Übertragung an der Synapse.....	11
Nervenzelle und Synapse.....	12
Wirkung verschiedenen Drogen/ Gifte auf Nervenzellen und Synapsen.....	13
Wiederholungsfragen zum Thema „Nervenzelle“.....	14

Informationsweiterleitung im menschlichen Körper

Stell Dir mal vor Du stehst mit geschlossenen Augen in einem Raum und jemand klatscht in die Hände. Die kannst natürlich sofort sagen, ob diese Person vor oder hinter Dir steht. Aber überlege mal, welcher funktionelle Aufbau in Deinem Körper vorhanden sein muss, damit Du so schnell reagieren kannst.

Wie (und in welcher Form) gelangt der Reiz (der Ton des Klatschens) zum Gehirn?

**Ein Nerv besteht aus Bindegewebe und vielen Nervenfasern.
Diese bestehen selbst aus Nervenzellen.**

Die Nervenzellen transportieren „Informationen“ durch den Körper (efferent und afferent).

a) Die Nervenzelle als kleinste Einheit der Nerven

Welche Anforderungen müssen Nervenzellen erfüllen?

- NZ muss unter Umständen lang sein (Problem: Signalverlust => eingebauter Verstärker)
- NZ muss einen sehr geringen Durchmesser haben (Problem: dicker Zellkern)
- Schnelle Fortleitung von Signalen (wie codiert man die Signale)
- NZ muss mit anderen NZ verschaltbar sein (Problem Kurzschluss)
- Wie können Signale zwischen NZ übertragen werden? (Synapsen)

Die Nervenzelle leitet (elektrische) Signale von den Dendriten zu den motorischen Endplatten des Axons (Unidirektional, also nur in eine Richtung (Einbahnstraße!)).

Mediziner haben herausgefunden, dass die Verschaltung der Nervenzellen, vor allem im Gehirn, hauptsächlich in den ersten 6-8 Lebenswochen stattfindet. Zu diesem Zeitpunkt wirken Neugeborene noch ausgesprochen inaktiv, aber im Inneren finden die für das spätere Leben und die mögliche Intelligenz notwendigen Prozesse statt. Ein Stimulieren von Neugeborenen durch Musik, Worte, Streicheln usw. regt die Verschaltung der Nervenzellen an. Mit anderen Worten, ein weißes Himmelbett in einem stillen Raum ohne Bilder und ohne weiteren Stimulus ist nicht gerade Ideal für die Entwicklung eines Kindes.

Die Nervenzellen benötigen zur Funktion (v.a. zur Produktion von elektrischem Strom) viel Zucker als Energielieferant => das Gehirn als Ort vieler Nervenzellen benötigt viel Zucker => Traubenzucker vor Prüfungen kann bei zu geringem Frühstück durchaus Vorteile bringen.

Hinweise:

Verschaltung der Neuronen in den ersten Lebenswochen

Nervenzellen benötigen zum Arbeiten viel Zucker => das Gehirn als Ort vieler Nervenzellen benötigt viel Zucker.

Aufgaben:

1. Benenne die einzelnen Abschnitte einer Nervenzelle
2. In welche Richtung erfolgt die Erregungsleitung?
3. Vergleiche eine Nervenzelle mit einem Kabel
4. Warum sind viele Mitochondrien in Nervenzellen enthalten?
5. Vergleiche efferente und afferente Nervenfasern.
6. Ein Merkmal der Krankheit Multiple Sklerosis ist der Abbau der Myelinscheiden. Was sind Folgen?
7. Bei der Krankheit Alzheimer ist die Übertragung an Synapse gestört. Wie äußert sich das für Betroffene?

Informationen zu Nervenzellen (Neurone)

Die Nervenzelle (auch Neuron genannt) ist die wichtigste Zellart bei (allen) Nervensystemen der Tiere! Bei Wirbeltieren kann man bei einem Querschnitt durch das Gehirn oder das Rückenmark weiße und graue Bereiche erkennen, welche entsprechend weiße bzw. graue Substanz genannt werden. Die graue Substanz enthält viele Zellen mit faserigen Fortsätzen (Axone genannt), welche nicht immer sehr lang sind. Die weiße Substanz enthält nur die Axone, welche zum Teil in weit entfernte Bereiche des Körpers reichen.

Eine Besonderheit stellen Rezeptorneurone dar. Sie gehören zur vielfältigen Gruppe der Sinneszellen. Rezeptorneurone verfügen über eine sensible Endigung, mit der sie Reize aus Haut, Muskulatur, Sehnen und Gelenken aufnehmen. Über herkömmliche Nervenzellen leiten sie diese Informationen dann zum Rückenmark (in die graue Substanz) oder zum Gehirn.

Im menschlichen Gehirn sind etwa 25 Milliarden Nervenzellen enthalten. Könnte man deren Nervenzellen hintereinander legen, so hätte man (geschätzt) ca. eine Länge von 400 000 km erreicht. Dies entspricht ca. der Entfernung von der Erde zum Mond!

Diese enorme Länge kommt durch die vielfältigen Verknüpfungen zustande. Gerade im ZNS können sie sehr vielfältig sein. Eine Nervenzelle kann mit bis zu 10000 anderen verbunden sein. Eine solche Verknüpfungsstelle zwischen zwei Nervenzellen nennt man Synapse (von Griech. synaptein = umklammern).

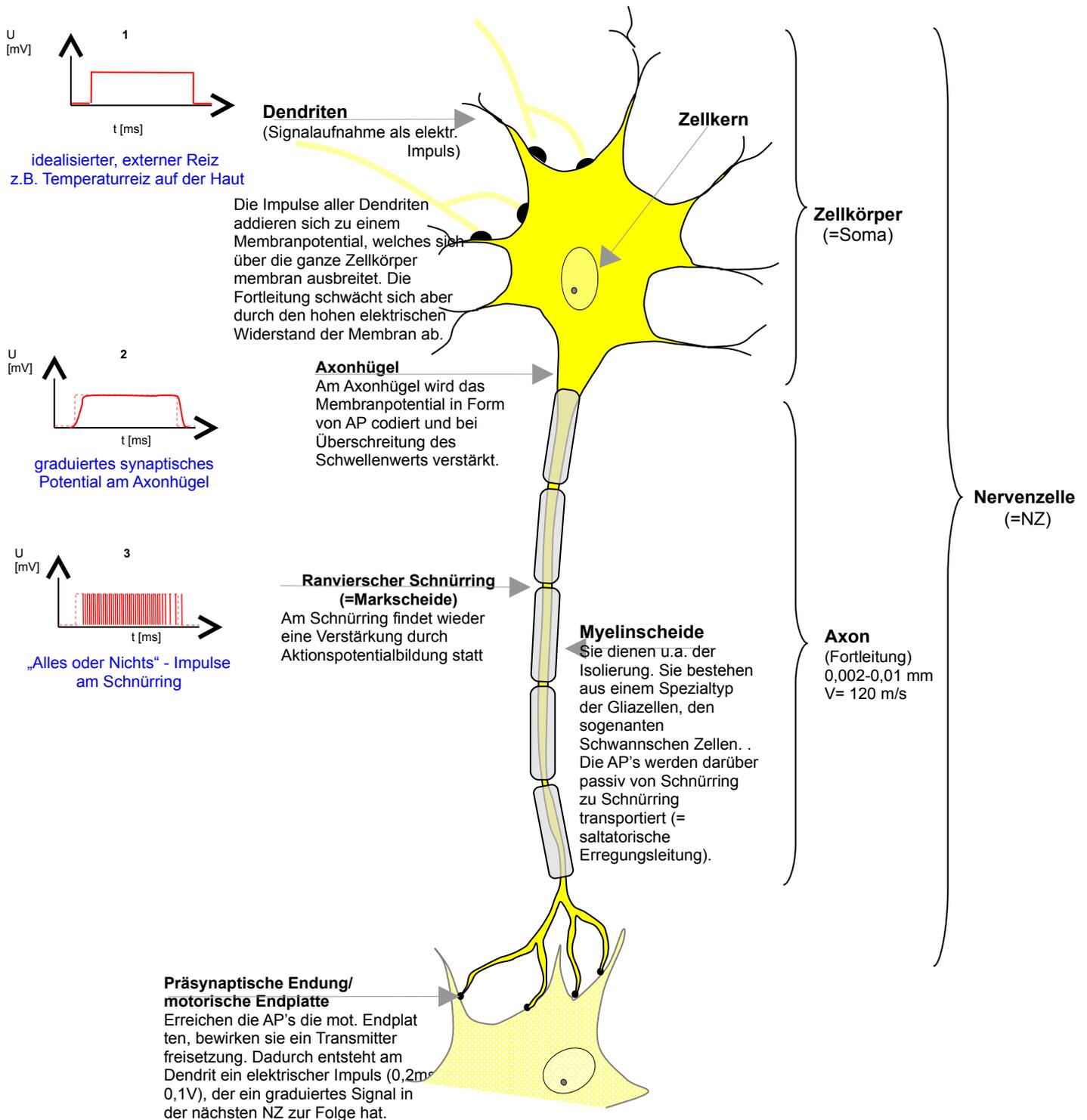
Man spricht wegen der enormen Verknüpfungsvielfalt im ZNS auch von einem neuronalen Netz.

Neuronen (=Nervenzellen) als Grundbausteine des Nervensystems

Nervenzellen sind Bausteine des Gehirns und des Nervensystems. Sie sind spezialisierte Zellen mit Zellkern und Mitochondrien, welche sich in einigen Besonderheiten von anderen Zellen unterscheiden:

- in der Zellform
- in der Art der Zellmembran (sie hat die Fähigkeit elektrische Nervensignale zu erzeugen).
- in der Existenz einer als Synapse bezeichneten Struktur, in der die Nervensignale mit Hilfe von Überträgerstoffen von einer Nervenzelle zur anderen weitergeben werden.
- Keine zwei dieser Zellen haben genau die gleiche Form, dennoch kann man an ihnen immer drei Abschnitte unterscheiden: Soma - Axon - Synapsen

Diese Form der Nervenzellen bezeichnet man als monopolare Form. Fortleitungsgeschwindigkeit: $V=120\text{m/s}$.



Beschriftung und Erklärung zum Bau der Nervenzelle:

Soma:	Zellkörper. Enthält wie alle Zellen des Körpers Zellorganellen
Dendriten:	verzweigte Fortsätze des Somas, welche Kontakt zu anderen Nervenzellen haben
Axon:	langer Fortsatz des Somas. Kann am Ende zu so genannten Kollateralen verzweigt sein. Die Kollateralen enden in Verdickungen, den Endköpfchen
Gliazellen:	bindegewebsartige Hüll- und Stützzellen, welche das Axon isolieren und Halt geben und gleichzeitig eine Stützfunktion haben
Neurit:	Begriff für das Axon, welches verbunden ist mit umgebenden Hüllzellen (=Schwann'sche Zelle)
Schwann'sche Zellen:	Untertyp der Gliazellen, welche langgestreckt sind und das Axon ummantelt
Myelinscheide:	mehrfach umwickelte Zellmembran der Schwann'schen Zellen
Myelin:	Grundsubstanz, aus der die weiße Substanz gebildet ist.
Myelinisierte Nervenfasern	markhaltige Nervenfasern, kommen nur bei Wirbeltieren vor. Bei Nichtwirbeltieren liegen marklose Nervenfasern vor.
Ranviersche Schnürringe	Lücke, bzw. Einschnürung der Myelinscheide zwischen den Schwann'schen Zellen. Die Axonmembran liegt an diesen Stellen frei.
Nerven:	afferente Nervenfasern und efferente Nervenfasern sind gebündelt zusammengefasst. Die Fortleitung der Signale geschieht also in beide Richtungen.

Zwischen den Axonen und den umgebenden Gliazellen befindet sich ein etwa 20nm breiter Spalt, welcher auch Interstitium genannt wird. Zusammen mit den Gehirnventrikeln (=Hohlräumen im Gehirn) und dem Rückenmarkskanal bildet das Interstitium ein zusammenhängendes Kanalsystem. Es ist mit Flüssigkeit gefüllt, welche in Kontakt mit den Blutkapillaren steht. Die wesentliche Aufgabe des Interstitiums ist die Versorgung der Nervenzellen mit Nährstoffen.

Nerven, die vom Rückenmark ausgehen enthalten immer afferente und efferente Nervenfasern.

Interneurone:	Bestimmte Form von Nervenzellen des ZNS, welche zwischen afferente und efferente Nervenzellen liegen. Es handelt sich dabei um sogenannte Schaltneuronen.
Motoneurone:	Nervenzellen, welche in Muskeln enden. Ihr Ursprung liegt oft im Rückenmark.

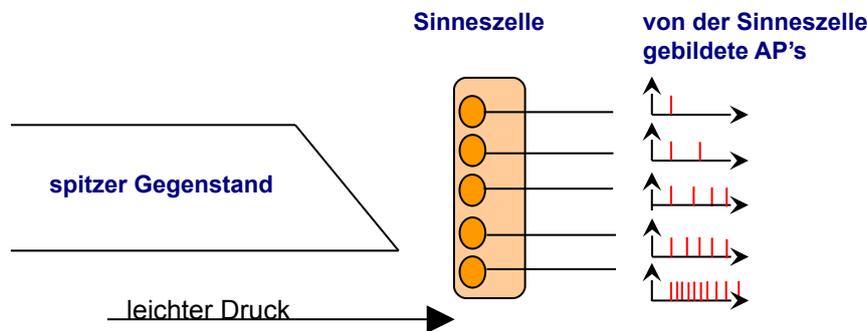
Funktion der Nervenzelle

Kommen elektrische Spannungen an der Nervenzelle an (zum Beispiel von einer vorgeschalteten Sinneszelle des Auges), so werden diese von den Dendriten aufgenommen und über das Soma passiv zum Axonhügel weitergeleitet. Am Axonhügel wird diese Spannung in impulsartige Aktionspotentiale übersetzt. Je höher die Spannung war, desto mehr Impulse entstehen pro Zeiteinheit. Diese Aktionspotentiale wandern nun über die Myelinscheiden zum nächsten Schnürring. An jedem Schnürring werden nun neue Aktionspotentiale gebildet, welche letztlich an der Synapse ankommen und die Ausschüttung eines chemischen Neurotransmitters bewirken.

Dieser Neurotransmitter überwindet den sehr feinen synaptischen Spalt und löst an der folgenden Nervenzelle wieder ein elektrisches Potential aus.

Abstufung und Abschwächung von Reizen bei Sinneszellen

Ein spitzer Gegenstand drückt leicht auf die Haut. Wie wird in den entstehenden Signalen die Intensität des Signals kodiert?



Auch Sinneszellen bilden Aktionspotentiale. Diese werden an eine Nervenzelle weitergegeben: Je stärker der Druck auf eine Sinneszelle, desto mehr Aktionspotentiale werden pro Zeiteinheit gebildet. Allerdings nimmt deren Anzahl wieder nach einigen Sekunden (bis Minuten) ab. Der Grund ist eine Verlangsamung in der Regeneration des Transmitterstoffes.

Die Folge ist eine zunehmende „Abstumpfung“ der Sinneszellenreaktion. So lässt z.B. der Schmerz an Wunden nach, laute Musik in Clubs und Diskotheken kommt einem nur am Anfang so richtig laut vor, helles Licht wirkt besonders hell, wenn man aus dem Dunklen kommt. Auch Parfum riecht man vor allem Anfangs stark.

Aufgaben zur Funktion der Nervenzelle:

1. Welche Aktionspotentiale würden durch den folgenden Gegenstand bei mittlerem Druck auf die Haut ausgelöst werden?



2. Bei einem Unfall kommt es zur Überdehnung der Wirbelsäule. Dies hat einen Riss der Nerven zur Folge. Beschreibe die Konsequenzen einer solchen Querschnittslähmung.
3. Welchen Unterschied macht bei einem solchen Unfall die Position eines Wirbelsäulenbruchs?
4. Warum können Nerven nicht wieder zusammengenäht werden?
5. Eine Neuerschaltung von Nervenzellen findet beim Erlernen von neuen motorischen Fähigkeiten (Sport-Unterricht „Schwebebalken“ oder Erlernen von Musikinstrumenten) im Gehirn statt. Schlage Methoden vor, dieses bei unsportlichen Kindern zu fördern und begründe, ob dies für die Kinder dann bei Erfolg ein Lernvorgang war.

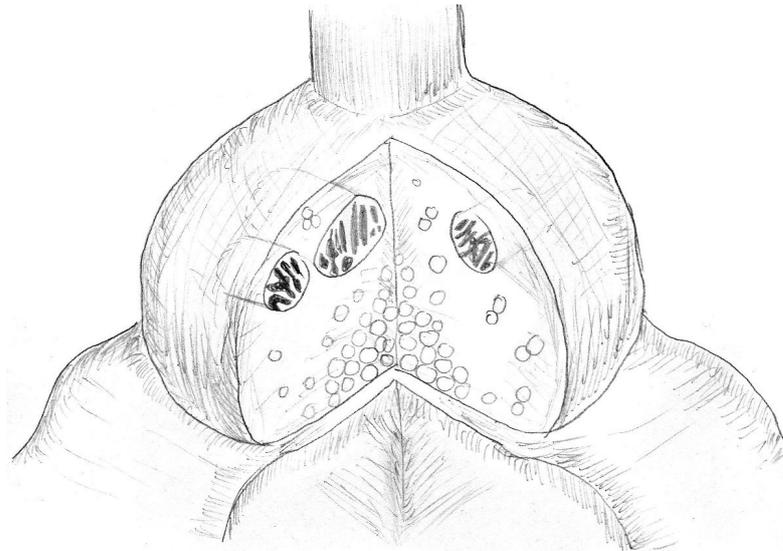
Weitreichende Dendriten einer NZ ermöglichen einen hohen Verschaltungsgrad



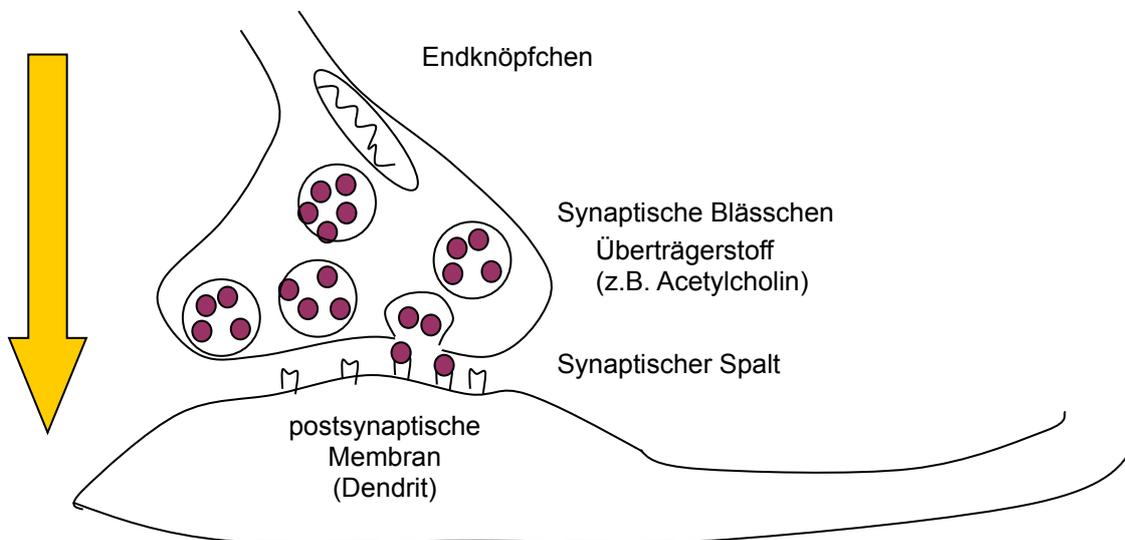
Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>

Übertragung an der Synapse



Nervenzellen berühren sich nicht, dennoch werden Informationen von Nervenzelle zu Nervenzelle übertragen!



Am Endknöpfchen eintreffende Impulse bewirken die Freisetzung des Überträgerstoffes (=Neurotransmitter) Acetylcholin (dieser ist in kleinen Bläschen gespeichert) in den synaptischen Spalt.

Gelangt Acetylcholin auf die Acetylcholin-Rezeptoren des folgenden Dendriten, wird so ein neuer elektrischer Impuls ausgelöst.

Das Acetylcholin wird im Anschluss chemisch gespalten und gelangt in zwei unwirksamen Einzelstücken wieder in die Bläschen der Endknöpfchen, wo es neu zusammengesetzt wird.

Wirkung verschiedenen Drogen/ Gifte auf Nervenzellen und Synapsen

Wirkstoff	Vorkommen	Wirkmechanismus	Wirkung	Verwendung
Curare	Strychnosarten & Mondsamengewächse	blockiert ACh-Rezeptor der mot Enplatten		Bei Operationen zur Entspannung
Atropin	Tollkirsche	blockiert ACh-Rezeptor im Herzen/ Eingeweide/ Iris	Herzstillstand, Iriserweiterung	Augenuntersuchung
Botulingift	Clostridium botulinum (Bakterium auf Fleisch und Fisch → Fleischvergiftung)	blockiert ACh-Ausschüttung in Rippenmuskulatur und Zwerchfell	Atemlähmung	
Muskarin	Fliegenpilz	Wirkt wie ACh im Herzen	Herzschlag wird verlangsamt	
Nikotin	Tabakpflanze	Wirkt wie ACh an motorischen Endplatten	u.a. Muskelzittern	
Gift der „schwarzen Witwe“		Entleert alle synaptischen Bläschen	Atemlähmung	

Wiederholungsfragen zum Thema „Nervenzelle“

1. Welche Sinne des Menschen kennst Du? Erstelle eine Tabelle mit ihrem dazugehörigen Reiz.
2. Was versteht man eigentlich unter einem Reiz?
3. Welche anderen Sinne kennst Du im Tierreich, die den Menschen unbekannt sind
4. Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut? In welche zwei Teilbereiche kann man es unterteilen?
5. Was ist der Unterschied zwischen einem Sinnesorgan, einer Nervenzelle und einer Sinneszelle?
6. Wie ist eine Nervenzelle aufgebaut? (Zeichne und beschrifte eine und erkläre die Richtung der Erregungsleitung?)
7. Was unterscheidet die Nervenzelle von der Sinneszelle?
8. Welche Aufgaben haben Sinnesorgane?
9. Warum sind in Nervenzelle viele Mitochondrien enthalten und warum hat man bei Klassenarbeiten einen hohen Zuckerbedarf
10. Was ist der Unterschied zwischen sensorischen und motorische Nervenfasern?
11. Beschreibe den Aufbau des Nervensystems des Menschen. Was ist das ZNS?
12. Beschreibe den Weg eines Reizes von der Aufnahme durch das Auge bis zur Reaktion im Muskel (z.B. beim Tennisspieler). Nenne dann Faktoren, warum nicht jeder Mensch gleich gut Tennis spielen kann?
13. Wende das Schema des Aufbaus des Nervensystems auf das Beispiel des Treppensteigens an
14. Nenne ein Beispiel, wo Erfahrungen Einfluss auf das Nervensystem haben
15. Wie können Signale der Nervenzelle übertragen werden? Wie zwischen zwei Nervenzellen?
16. Wäre es schlimmer, wenn durch einen Unfall die äußeren Reize oder inneren nicht mehr wahrgenommen würden?
17. Wie ist das vegetative Nervensystem aufgebaut?
18. Nenne Wirkorte, Wirksubstanzen und körperliche Reaktionen. Was ist ein Überträgerstoff (=Transmitter)?
19. Was ist Stress? Erkläre an einem Beispiel
20. Was ist ein Reflex?
21. Wie kommt es zur Querschnittslähmung? Was sind die Folgen?
22. Welchen Unterschied macht dabei die Position des Wirbelsäulenbruchs?
23. Warum können Nerven nicht wieder zusammengenäht werden?
24. Gibt es denkbare Gründe, warum sich die Nerven nicht berühren?
25. Das Gift der Schwarzen Witwe entleert spontan alle synaptischen Bläschen. Was ist die Folge?
26. Alkohol wirkt durch Hemmen der synaptischen Funktion. Was ist die Folge bei wenig/ viel Alkohol?
27. Bei Epilepsie produziert das Gehirn zu starke Ströme und gibt diese an die Nervenzellen weiter. Was sind die Folgen?