

# Inhalt

<b>Hinweise für die Lehrkraft: Sachinformationen – Unterrichtsziele – Schwerpunkte</b> .....	4
<b>Anregungen für die Planung, Durchführung und Auswertung des Lernens an Stationen</b> .....	10
<b>Hinweise für das Lernen an Stationen</b> .....	12
<b>Übersicht über die Stationen mit Laufzettel</b> .....	13
<b>Test zum Thema „Nervensystem und Gehirn“</b> .....	14
Station 1: Was empfinden wir als „ansprechend“ („attraktiv“)? .....	17
Station 2: Was ist uns Menschen angeboren und was müssen wir lernen? .....	18
Station 3: Reaktionstests. ....	19
Station 4: Wie wirken Sinnesorgane, Nervenzellen und Erfolgsorgane zusammen? – Vom Reiz zur Reaktion .....	21
Station 5: Unser Nervensystem im Überblick .....	22
Station 6: Bau von Nervenzellen (Neuronen) und Nerven .....	23
Station 7: Erregungsleitung innerhalb einer Nervenzelle. ....	25
Station 8: Modell zur Erregungsleitung innerhalb einer Nervenzelle .....	27
Station 9: Erregungsübertragung von Nervenzelle zu Nervenzelle – Synapsen .....	29
Station 10: Das Rückenmark – eine Schaltzentrale für Reflexe. ....	32
Station 11: Versuchsreihen zu Kniesehnen- und Lidreflex .....	33
Station 12: Unser Gehirn – ein gut geschütztes Organ, das sehr empfindlich ist. ....	35
Station 13: Funktionsweise des Gehirns .....	37
Station 14: Versuche zum Lernen. ....	38
Station 15: Steuerung ohne unseren Willen – das vegetative Nervensystem .....	40
Station 16: Erkrankungen / Schädigungen des Nervensystems .....	43
Station 17: Drogen und ihre Wirkungen auf das Nervensystem .....	45
Station A: <i>Entscheidungsrätsel zum Thema „Nervensystem“</i> .....	47
Station B: <i>Modedroge Crystal Meth</i> .....	49
Station C: <i>Nervensysteme im Tierreich</i> .....	51
Station D: <i>Rindenfelder im Großhirn</i> .....	53
Station E: <i>EEG</i> .....	55
Station F: <i>Optische Täuschungen</i> .....	57
Station G: <i>Entwicklung des Gehirns beim Menschen</i> .....	59
<b>Lösungen</b> .....	60
<b>Bildnachweis</b> .....	79

# Hinweise für die Lehrkraft: Sachinformationen – Unterrichtsziele – Schwerpunkte

## Sachinformationen

Die Neuronen (Nervenzellen) leiten intraneuronal die Informationen in Form von elektrischen Impulsen (Aktionspotenzialen) weiter und stehen über (seltener elektrische, meist chemische) myelinfreie Synapsen mit weiteren Neuronen (interneuronal) bzw. Drüsen- oder Muskelzellen in engem Kontakt und Informationsaustausch. Die Erregungsleitung beim Menschen verläuft mit hoher Geschwindigkeit: In weniger als 10 ms (Millisekunden) wird eine Erregung von unserem Rückenmark bis zum Fuß weitergeleitet (d. h. bis zu 180 m/s; markhaltige Nervenfasern mit saltatorischer Erregungsleitung). Dadurch wird uns Menschen eine recht schnelle Reaktion (beispielsweise in Gefahrensituationen oder beim Sport) ermöglicht. Bei *marklosen* Nervenfasern, wie beispielsweise bei Weinbergschnecken, Regenwürmern oder Tintenfischen, werden nur selten Leitungsgeschwindigkeiten von bis zu 20 m/s erreicht (sog. kontinuierliche Erregungsleitung).

Tierart	Durchmesser des Axons in mm	Geschwindigkeit in m/s
Tintenfisch	0,650	bis 20
Frosch	0,015	bis 30
Katze	0,015	bis 85
Mensch	0,015	bis 180

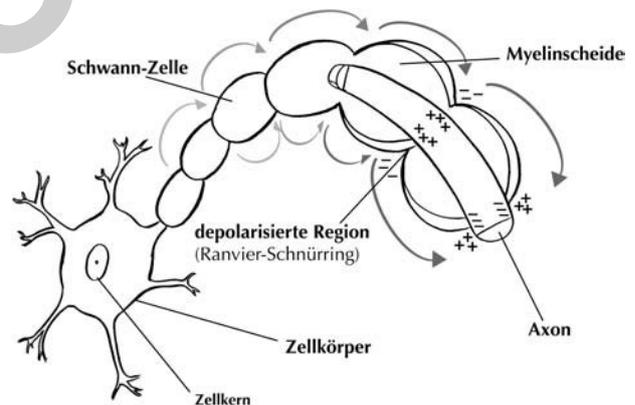
Tabelle: Leitungsgeschwindigkeit bei Axonen (Auswahl)

Bei **Wirbellosen** gibt es bei den Neuronen keine RANVIERSchen Schürringe, d. h., die Aktionspotenziale (AP) werden kontinuierlich weitergeleitet. Bei **Wirbeltieren** dagegen haben viele Nervenzellen eine „Isolationsschicht“ (vergleichbar mit der Kunststoffisolation um ein Kupferkabel); dadurch werden die Aktionspotenziale nicht in kleinen Schrittschritten, sondern sprunghaft von Schnürringende zu Schnürringende (also „saltatorisch“) weitergeleitet (siehe Bild rechts). Infolgedessen wird bei Wirbeltierneuronen eine beachtlich hohe Leitungsgeschwindigkeit erzielt – und das bei doch relativ dünnen Neuronen (vgl. die Tabelle).



GALILEO GALILEI (italienischer Naturforscher; 1564–1642)

*Man kann einen Menschen nichts lehren, man kann ihm nur helfen, es in sich selbst zu entdecken.*



Saltatorische Erregungsleitung in myelinisierten Axonen (nach CAMPBELL / REECE 2009, S. 1235)

Wenn Sie ein Buch oder diesen Text lesen, so sind Auge und Gehirn mit der Informationsaufnahme und -verarbeitung beschäftigt. Wir Menschen nehmen scheinbar mühelos die Buchstaben, Wörter und Satzzeichen wahr – und das sogar dann, wenn manche Buchstaben nicht in der richtigen Reihenfolge angeordnet sind oder gar Buchstaben in Wörtern fehlen.

Doch sehen Sie selbst: Überfliegen Sie dazu den folgenden Satz recht schnell:

Viele ertsauuliche Leistugnen ds Gehirns isnd uns ganz selbstvertändig und wir vetrsehen auch dne Sinn einse Textes, wnen einzelne Wötter – wie in dieesm Satz – falsch gechrieben sind.

**Gehirn.** Die erstaunlichen kognitiven Leistungen, die wir ganz selbstverständlich tagtäglich vollbringen, verdanken wir unserem Gehirn mit seinen weit über 100 Milliarden Neuronen (Nervenzellen). Unterstützt werden die Nervenzellen insbesondere durch die fast 100-mal so häufig im Gehirn vorhandenen Gliazellen; zu diesem Zelltyp gehören beispielsweise die Myelin bildenden SCHWANNschen Zellen, die die Nervenzellen recht effektiv elektrisch isolieren und die auch das Axonwachstum steuern.

Das Gehirn ist das mit Abstand komplexeste Organ des Menschen. Es besteht aus fünf Hauptteilen: End- oder Großhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Klein- oder Hinterhirn und Nachhirn. An das Nachhirn schließt sich übergangslos das verlängerte Mark mit dem daran anschließenden Rückenmark an. Gehirn und Rückenmark bilden das Zentralnervensystem (ZNS), das mit dem vegetativen Nervensystem (Regelung der Funktionen der inneren Organe und des Blutkreislaufs) und dem somatischen Teil des Nervensystems (Signalaustausch zwischen ZNS und Skelettmuskeln) in intensivem Kontakt steht.

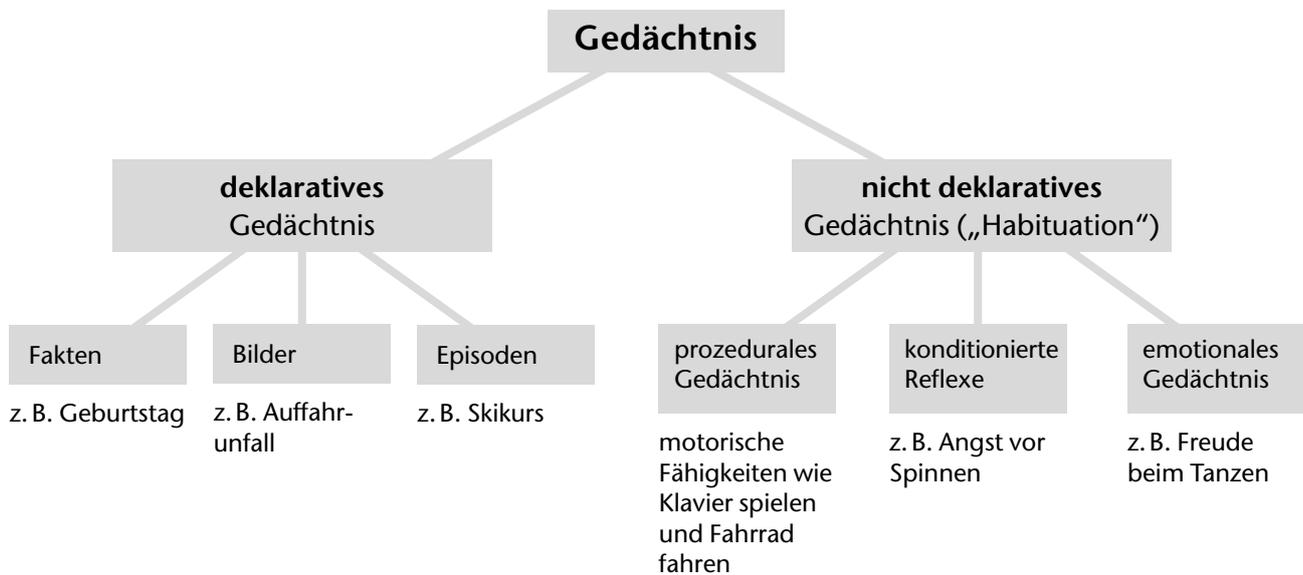
**PARKINSON-Erkrankung:** Bei der PARKINSON-Erkrankung, deren Ursachen bis heute unklar sind, sterben zunehmend Dopamin-Neuronen ab, sodass im Vorderhirn zu wenig Dopamin freigesetzt wird. Dies führt dazu, dass es den Patienten zunehmend schwerer fällt, Bewegungen in Gang zu setzen und zu steuern. Typische Symptome von *Parkinson* sind beispielsweise rhythmisches Zittern der Hände und / oder Beine, verlangsamte Bewegungen und ein erhöhter Muskeltonus der Skelettmuskulatur. Auch können das Gleichgewichts- und Koordinationsvermögen sowie das Denkvermögen gestört sein. Durch Verabreichung der Aminosäure L-3,4-Dihydroxyphenylalanin (DOPA), einer Dopamin-Vorstufe, können die Symptome bei *Parkinson* über eine gewisse Zeit gelindert werden, da die verbliebenen Dopamin-Neuronen DOPA in Dopamin umwandeln können und so die Dopaminmenge im

Großhirn erhöht wird. Sterben jedoch zu viele Dopamin-Neuronen ab, so verliert DOPA seine Wirkung.

**ALZHEIMER-Erkrankung:** Typisch für die ALZHEIMER-Erkrankung ist der zunehmende Verlust der geistigen Leistungsfähigkeit; es kommt zu einer auffälligen Schrumpfung des Gehirnvolumens um bis zu 25 %. Dadurch werden die Furchen in der Großhirnrinde tiefer und breiter. Anfangs sterben insbesondere die Nervenzellen ab, die das Gedächtnis steuern (z. B. Hippocampus, Amygdala). Zu Beginn der Erkrankung ist insbesondere die kurzfristige Merkfähigkeit betroffen (Arbeits- bzw. Kurzzeitgedächtnis), mit zunehmendem Fortschreiten der Erkrankung auch das Langzeitgedächtnis, d. h., Familienmitglieder werden verwechselt oder gar nicht mehr erkannt, es tritt eine zunehmende Desorientierung auch in der eigenen Wohnung ein und selbst das richtige Benutzen des Essbestecks geht zunehmend verloren – es kommt zur Demenz. Die durch das Absterben der Zellen größer werdenden Interzellularräume werden bei *Alzheimer* zunehmend mit Beta-Amyloid-Ablagerungen (d. h. durch Proteine) aufgefüllt, wodurch auffällige Plaques (Ablagerungen) im Gehirngewebe entstehen. Diese Plaques führen zu Fehlfunktionen im Gehirn und zur Bildung von intrazellulären Neurofibrillen, die sich zu länglichen Bündeln zusammenschließen und schließlich zum Absterben der Neuronen führen.

In Deutschland leben derzeit über 1,5 Millionen *Alzheimer*-Kranke – Tendenz steigend. Bis heute sind weder die Ursachen der PARKINSON-Erkrankung noch der ALZHEIMER-Erkrankung bekannt. Auch gibt es bislang keine Medikamente, um die Krankheiten wirkungsvoll zu bekämpfen – von einer Impfung ganz zu schweigen. Derzeitige Medikamente vermögen lediglich die Symptome der Erkrankungen zu mildern, wirkungsvoll bekämpfen oder gar „heilen“ kann man die Krankheiten bislang nicht (Stand 2017).

**Rückenmark.** Das Rückenmark als Teil des ZNS übermittelt Signale vom Gehirn zu den Muskeln und Drüsen des Körpers; zudem leitet es Informationen von den Sinnesorganen zum Gehirn weiter. In der inneren grauen Substanz des Rückenmarks (schmetterlingsförmiger Bereich, vgl. Bild nächste Seite) befinden sich die Zellkörper



Gedächtnis (schematischer Überblick)

**Gedächtnis.** Wir haben die beeindruckende Fähigkeit, selbst kleine Einzelereignisse über Jahre oder Jahrzehnte hinweg detailgetreu zu behalten und zu gegebener Zeit (meist) auch wieder abzurufen. Diese Fähigkeit verdanken wir unserem Gedächtnis. Mit Gedächtnis meinen wir alle Vorgänge, durch die unser Gehirn aufgenommene Informationen codiert und in abrufbarer Form speichert. An Ereignisse, die starke Gefühle (z. B. Glücksgefühle, Freude, Angst) hervorgerufen, erinnern wir uns meist besonders gut.

Das Gedächtnis ist überaus komplex organisiert und an keinem bestimmten Ort des Gehirns zu lokalisieren; vielmehr ist das Gehirn ein hochvernetztes, autopoietisches System, das sich selbst organisiert und steuert. Über die Steuermechanismen ist bislang noch recht wenig bekannt, auch was das Lernen angeht. Meist teilt man das Gedächtnis wie im Bild oben ein.

Der Hippocampus (als Teil des limbischen Systems) ist insbesondere dafür zuständig, dass wir bestimmte Wissensbausteine ins Langzeitgedächtnis „schieben“ (codieren) und uns an das erworbene Wissen (Fakten, z. B. Vokabeln, Namen, Jahreszahlen) später wieder erinnern, d. h. die Informationen abrufen (decodieren) können.

#### Literatur (Hinweise / Empfehlungen; Auswahl)

BAYRHUBER, H. / KULL, U. (Hrsg.) (2014): Linder Biologie. Sek. II. Schroedel, Braunschweig.

CAMPBELL, N. A. / REECE, J. B. (2009): Biologie. 8. Aufl., Pearson, München.

EDELMANN, W. (2000): Lernpsychologie. 6. Aufl., Beltz, Weinheim.

GOLD, A. (2015): Guter Unterricht. Was wir wirklich darüber wissen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.

GRAF, E. (Hrsg.) (2012): Biologiedidaktik. Für Studium und Unterrichtspraxis. Auer, Donauwörth.

GRAF, E. (2016): Krankheit Krebs. Lernen an Stationen im Biologieunterricht. Auer, Augsburg.

GREEN, N. / GREEN, K. (2007): Kooperatives Lernen. Velber, Kallmeyer bei Friedrich.

HATTIE, J. (2009): Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge, London / New York.

HATTIE, J. (2012): Visible Learning for Teachers. Maximizing Impact of How We Learn. Routledge, London / New York.

HATTIE, J. (2013): Lernen sichtbar machen. Schneider, Hohengehren.

HATTIE, J. / YATES, G. (2014): Visible Learning and the Science of How We Learn. Routledge, London / New York.

HELMKE, A. / SCHRADER, F.-W. (2006): Lehrerprofessionalität und Unterrichtsqualität. Den eigenen Unterricht reflektieren und beurteilen. In: Schulmagazin 5–10, 9, S. 5–12.

HERRMANN, U. (Hrsg.) (2009): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Beltz, Weinheim / Basel.

PURVES, W. K. / SADAVA, D. / ORIAN, G. H. / HELLER, H. C. (2011): Biologie. Spektrum, Heidelberg.

SPÖRHASE, U. (Hrsg.) (2012): Biologie-Didaktik. 5. Aufl., Cornelsen, Berlin.

TERHART, E. (Hrsg.) (2014): Die Hattie-Studie in der Diskussion – Probleme sichtbar machen. Klett-Kallmeyer, Seelze.

## Filme

(z. B. über Kreismedienzentrum Freiburg, [www.kmz-freiburg.de](http://www.kmz-freiburg.de))

- **Sinne und Nerven, DVD-Video, ca. 17 Min., 2015, FWU-Nr. 4674446**  
Sehen, hören, riechen, schmecken und fühlen: Über diese fünf Sinne nimmt der Mensch seine Umwelt wahr. Ein komplexes Zusammenspiel aus Sinnesorganen, Nerven und Gehirn ermöglicht es ihm, auf diese Umwelt zu reagieren und sich in ihr zu bewegen. Der Film greift Aufbau und Funktion von Gehirn, *Nervensystem* und allen fünf Sinne auf und erläutert die Interaktion der drei Komponenten.

Zusatzmaterial: Interaktive Tafelbilder; Arbeitsblätter; Bilder; 3-D-Animationen.

- **Erinnere dich! DVD-Video, ca. 15 Min., 2011, FWU-Nr. 4684632**  
Der Film erklärt, welche Informationen das Gehirn wie lange speichert, welche Arten von Gedächtnis es gibt und die wichtigen Aufgaben, die das Gedächtnis neben dem reinen Erinnern sonst noch hat. Man erfährt außerdem, warum es ohne Schlaf kein Gedächtnis gibt und warum das Gehirn Erinnerungen auch gerne mal verfälscht.
- **Lerne! DVD-Video, ca. 15 Min., 2011, FWU-Nr. 4684631**  
Unser Gehirn ist für das Lernen zuständig. Der Film stellt die Regionen und Instanzen im Gehirn vor, die beim Lernen aktiv sind, und erklärt, wie sich Stress und Angst auswirken können. Man erfährt auch, warum Schlaf wichtig ist, um neu Gelerntes im Gehirn dauerhaft zu verankern und um Wissen kreativ anzuwenden. Es wird gezeigt, mit welchen Tipps und Tricks auch einfaches Pauken, wie z. B. Vokabeln lernen, besser funktioniert und mehr Spaß macht.
- **Das Gehirn, DVD-Video, ca. 23 Min., 2009, FWU-Nr. 4602636**  
Der Film beschreibt den Aufbau und die Funktionsweise unseres Gehirns. Es wird au-

ßerdem gezeigt, wie es sich im Laufe der Evolution verändert hat und wie Neurobiologen heute die Vorgänge im Gehirn untersuchen.

Zusatzmaterial: Arbeitsblätter; didaktische Hinweise; Ergänzende Unterrichtsmaterialien.

- **Der Mensch: Gehirn und Nervensystem / Lehrfilm DVD, 19 Min., 2013, Hagemann**  
Im Film werden Aufgaben und Bausteine des Nervensystems gut verständlich dargestellt. Der Film ist ab Klassenstufe 8 zu empfehlen.

## Internetadressen (Stichwort: Nervensystem)

- [www.sofatutor.com/biologie/videos/...](http://www.sofatutor.com/biologie/videos/)
- [www.gehirnlernen.de/gehirn/...](http://www.gehirnlernen.de/gehirn/)
- [www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/.../das-menschliche-nervensyst.](http://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/.../das-menschliche-nervensyst.)

## Kompetenzen

(in Anlehnung an die KMK-Bildungsstandards für Biologie Sek. I; Lehr- und Lernziele)

*Nur wer fordert, kann auch fördern.  
Nur wer fördert, darf auch fordern.*

Quelle unbekannt

## Die Schüler können ...

- das komplexe Zusammenspiel von Sinnesorganen und Nervensystem an eigenen Beispielen erläutern (fachliche Kompetenzen),
- den Aufbau einer Nervenzelle skizzieren und die Skizze korrekt – unter Nutzung von mindestens sechs Fachbegriffen – beschriften (fachliche Kompetenzen),
- ein Modell zur Erregungsleitung entwerfen und erläutern (Modellierung; fachliche und methodisch-strategische Kompetenzen),
- die Erregungsleitung bei markhaltigen und marklosen Nervenzellen anhand eines einfachen Modells wie beispielsweise einer Skizze erläutern (fachliche Kompetenzen),
- erklären, wie wir uns modellhaft das Funktionsprinzip des Gedächtnisses vorstellen (fachliche Kompetenzen),
- Methoden zum besseren Lernen anwenden (methodisch-strategische Kompetenzen),
- den Bau des Rückenmarks anhand einer Skizze bzw. eines 3-dimensionalen Modells erläutern und seine Bedeutung erklären (fachliche Kompetenzen),

- angeborene und erlernte Reflexe unterscheiden und die Zuordnung begründen (fachliche Kompetenzen),
- ausgewählte Versuche zu Reflexen selbstständig durchführen, beschreiben, auswerten und die Ergebnisse kommunizieren (fachliche, methodisch-strategische, sozial-kommunikative und personale Kompetenzen),
- die Bedeutung des vegetativen Nervensystems darlegen (fachliche und methodisch-strategische Kompetenzen),
- Aufbau und Teile des Gehirns an einem Modell zeigen und erläutern (fachliche und methodisch-strategische Kompetenzen),
- einen Reflexbogen beschriften und die Skizze erläutern (fachliche und methodisch-strategische Kompetenzen),
- beispielhaft mindestens zwei Erkrankungen des Nervensystems darstellen (fachliche Kompetenzen),
- den Einfluss von Drogen auf das Nervensystem darlegen und die schädigenden Wirkungen einschätzen, beurteilen und dazu Stellung beziehen (fachliche und personale Kompetenzen),
- sich im sozial-kommunikativen, methodisch-strategischen und selbstständigen, eigenverantwortlichen Arbeiten üben (methodisch-strategische, personale und sozial-kommunikative Kompetenzen),
- zunehmend besser die geradezu fantastischen Leistungen unseres Nervensystems einschätzen, beurteilen und entsprechend nachhaltig (vor- und fürsorglich), d.h. verantwortlich handeln (personale Kompetenzen).

### **Pädagogisch-didaktische Hinweise und Begründungen**

Das Nervensystem ist unser „alltäglicher Begleiter“ – keinen Augenblick können wir auf dieses komplexe System verzichten. Oft ist uns – und auch unseren Schülern – gar nicht bewusst, wie „abhängig“ wir von unserem überaus komplex organisierten Nervensystem sind, ob beim Aufwachen am Morgen, im Straßenverkehr, beim Lesen eines Buches, bei einem Vortrag oder in einem Konzert, beim Sprechen mit anderen, beim Sport, beim Erlernen neuer Tätigkeiten (z. B. Golf spielen) oder auch „nur“ während des Schlafens. Auch Freude und Angst, verantwortliches Handeln und Liebe sind ohne das Nervensystem nicht denkbar.

Aufgrund der hier nur kurz angerissenen Tätigkeiten ist unschwer erkennbar, dass das Nervensystem – im Sinne des Didaktikers WOLFGANG KLAFFKI – nicht nur eine hohe Gegenwartsbedeutung, sondern auch eine große Zukunftsbedeutung für die Lernenden hat, kommen wir doch in keinem Augenblick unseres Lebens ohne das Nervensystem aus. Auch hinsichtlich der Exemplarität lassen sich am Nervensystem ganz unterschiedliche Aspekte thematisieren, wie beispielsweise:

- Aufbau von somatischen Zellen,
- Spezialisierungen von Zellen,
- Zusammenspiel von verschiedenen Zellen innerhalb eines Systems,
- Wechselspiel verschiedener Systeme,
- über- und untergeordnete Teile eines Systems,
- Ausfall von Systemteilen mit Folgen für den Gesamtorganismus,
- Grundprinzipien der Informationsverarbeitung und -weitergabe in einem System.

Daraus lässt sich ableiten, dass das Thema „Nervensystem“ nicht nur pädagogisch-didaktisch sehr gut zu legitimieren ist. Auch ist unschwer erkenn- und einsehbar, dass wir sehr sorgsam mit unserem Nervensystem umgehen müssen und eine hohe Verantwortung tragen, wenn uns die geradezu fantastischen Leistungen unseres Nervensystems wichtig sind – und dieser Verantwortung sollten sich die Schüler auch bewusst sein oder bewusst werden:

- übergeordnete Bedeutung des Nervensystems für den Gesamtorganismus,
- Gefährdungen und Schutz des Systems,
- Anfälligkeit und Variabilität des Systems infolge innerer und äußerer Einflüsse.

Bei der Thematik Nervensystem kommt es einerseits darauf an, die notwendigen fachlichen Grundlagen zu vermitteln und durch selbstständiges Arbeiten (z. B. über Versuche, mittels Modellen) bestimmte methodisch-strategische Kompetenzen weiterzuentwickeln, andererseits ist die Entwicklung von Haltungen und Einstellungen von großer Wichtigkeit: Nur das, was man selbst kennt und schätzt, ist man auch bereit zu schützen. Dies gilt auch für unser Nervensystem, dem wir so viel verdanken – viel mehr, als uns normalerweise bewusst ist.

# Anregungen für die Planung, Durchführung und Auswertung des Lernens an Stationen

Beim Lernen an Stationen (synonym: Stationenlernen, Lernzirkel) kommt es insbesondere darauf an, dass sich die Lernenden im zielorientierten Arbeiten im Team üben, ihre fachlich-sachlichen, methodisch-strategischen und sozial-kommunikativen Kompetenzen – und somit ihr sinnorientiertes Handlungswissen sowie die entsprechenden Kompetenzen – nachhaltig erweitern. Zudem werden den Lernenden vielfältige Möglichkeiten eröffnet, sich im selbstständigen, eigenverantwortlichen, **nachhaltigen Handeln** mit seinen individuellen, sozialen, ökonomischen und (syn-)ökologischen Bezügen zu üben.

Durch das Lernen an Stationen soll der systematische Aufbau von nachhaltigem Wissen bei den einzelnen Schülern gefördert werden. Das heißt, mithilfe der verschiedenen Methoden kann den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Lernerfahrungen der Schüler Rechnung getragen und die Lernenden in ihrer Fach-, Methoden-, Medien- und Sozialkompetenz vorgebracht, d. h. in ihrer **Lern-, Handlungs- und Urteilskompetenz** gefordert und bildungswirksam gefördert werden.

Damit die Lernenden ihren Lernfortschritt und Kompetenzzuwachs während der Stationenarbeit feststellen können, erscheint folgende Vorgehensweise empfehlenswert und sinnvoll: Vor Beginn der Arbeit an den Stationen erhalten die Schüler den **Vortest** (s. Vorlage Seite 14 ff.), den sie in Einzelarbeit bearbeiten sollen und mit dessen Hilfe sie ihr Vorwissen zum Thema feststellen können. Der Vortest verbleibt bei dem jeweiligen Schüler und wird – so unser Vorschlag – zunächst nicht korrigiert. *Nach* der Stationenarbeit erhalten die Schüler den zum Vortest identischen **Nachtest** (s. Vorlage Seite 14 ff.) zur individuellen (bzw. je nach pädagogisch-didaktischer Intention ggf. gemeinsamen) Bearbeitung. Den bearbeiteten Nachtest können die Schüler evtl. selbst korrigieren, sofern ein *Lösungsblatt* (s. Vorlage Seite 60 f.) – ggf. kopiert als Overhead-Folie – mit dem Erwartungshorizont für die verschiedenen Aufgaben zur Verfügung gestellt wird.

Zu Beginn der Stationenarbeit ist mit der Klasse sinnvollerweise zu klären und genau abzuspre-

chen, in welchen möglichen sozialen Gruppierungen gearbeitet werden kann bzw. soll (z. B. Partnerarbeit mit einem selbst gewählten Mitschüler, Arbeit in Dreier-Zufallsgruppen usw.), wie viele Stationen insgesamt bzw. welche Stationen **Pflichtstationen** und welche (ggf. fakultative) **Wahlstationen** (Pufferstationen) für die Schüler verbindlich sind, wie viel Unterrichtszeit (Anzahl der Unterrichtsstunden) insgesamt zur Verfügung steht, wie die Fixierung bzw. Protokollierung der erarbeiteten Ergebnisse durch die Schüler erfolgen soll u. a. m. Ferner sollten die Schüler vor Beginn der eigentlichen Stationenarbeit einen orientierenden Überblick – ggf. Folienskizze mit der Übersicht über die Stationen (s. Seite 13) – über die Themenbereiche der einzelnen Stationen erhalten, damit auch den **Interessen** und **Bedürfnissen** der Schüler bestmöglich Rechnung getragen und so das stets individuelle, durch bestimmte soziale Kontexte anregbare Lernen gefördert werden kann.

Bei Bedarf können von der Lehrperson **weitere Stationen** wie die folgenden selbst ausgearbeitet werden; beispielhaft seien genannt: Überblick über Nervensysteme bei Wirbellosen, Gedächtnistraining, Entwicklung des Gehirns beim Menschen, Gehirnerkrankungen, Versuch von PAWLOW zu bedingten Reflexen, „Bananen-Versuche“ von KÖHLER mit Schimpansen, Limbisches System, Gedächtnismodelle etc.

Während der eigentlichen Stationenarbeit, die sich – je nach didaktischen Intentionen, zur Verfügung stehender Unterrichtszeit, Interessenlage der Klasse etc. – über einen Zeitraum von bis zu acht und mehr Unterrichtsstunden (besonders günstig: Doppelstunden oder Projektphasen/-tage) erstrecken kann, kommen der Lehrperson insbesondere die Aufgaben eines Beobachters, Diagnostikers, Beraters, Anregers und Moderators (weniger die eines passiven Lernbegleiters) zu, denn schließlich sollen die Schüler möglichst selbstbestimmt und selbstständig die zu bearbeitenden Aufgaben lösen, sich selbst kontrollieren und sich eigenes Handeln im Sinne von Metakognition immer wieder bewusst machen, d. h., den formativen und summativen **Feedback-Gesprächen** in der Lerngruppe sowie denen

zwischen Schülern und Lehrperson kommt eine entscheidende Rolle bei diesem Lehr-Lern-Prozess zu (vgl. HATTIE 2009, 2012).

Die *ersten drei Stationen* haben orientierenden **Überblickscharakter**, d. h., es ist empfehlenswert, wenn alle Lernenden zunächst diese drei Stationen in arbeitsgleicher Kleingruppenarbeit bearbeiten und sich im selbstständigen Arbeiten in Gruppen üben können.

Am Ende der Stationenarbeit sollte auf eine **Lernerfolgs-** bzw. **Ergebnissicherung** und gemeinsame Vergewisserung über die korrekten Ergebnisse an den einzelnen Stationen und Reflexion des Stationenlernens im Sinne von Meta-Unterricht auf keinen Fall verzichtet werden. Hierzu bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, von denen einige im Folgenden im Sinne einer Auswahl genannt sind:

- Jeweils eine Schülergruppe stellt die Ergebnisse *einer* bestimmten Lernstation vor (mittels Versuchen, Plakaten, Powerpoint-Präsentation etc.).
- Die Ergebnisse jeder Lernstation werden im *Klassengespräch* besprochen und gemeinsam fixiert.
- Der *Erwartungshorizont* für jede Station liegt auf einem bestimmten Tisch im Klassenzim-

mer oder Fachraum aus, sodass die Schüler ihre Ergebnisse mit denen der Modelllösung vergleichen und die eigenen Lösungen ggf. korrigieren und komplettieren können.

- Jede Schülergruppe erstellt für eine Station – „in geheimer Mission“ für die ihr zugewiesene/von ihr in Absprache mit der Lehrperson gewählte Station – eine Testaufgabe mit Erwartungshorizont; in einem abschließenden Wettbewerb können sich die einzelnen Gruppen untereinander messen und feststellen, welches Gruppenergebnis (ermittelt mittels erreichter Punktzahl) sie erzielt haben und auf welchem Rang innerhalb der Klasse sie „gelandet“ sind.

### Lösungen

Die Lösungen zu den einzelnen Stationen, die beispielsweise an einem „Lösungstisch“ während der Stationenarbeit ausgelegt werden können und der Förderung der Selbstkontrolle, Selbstständigkeit und Eigenverantwortung dienen, sind benutzerfreundlich in diesem Heft ab Seite 61 abgedruckt. Die Lösungen können beispielsweise als Erwartungshorizont der Lehrperson sowie zur **Schülerselbstkontrolle** auch bei Vor- und Nachtest eingesetzt und während der Stationenarbeit an zentraler Stelle im Klassen- oder Fachraum ausgelegt werden.

# Hinweise für das Lernen an Stationen

1. Arbeitet mit eurem Partner oder in Kleingruppen (3er-, 4er- oder 5er-Gruppen) zusammen an den Stationen und unterstützt euch gegenseitig.
2. Geht mit den Materialien an den Stationen sorgfältig um.
3. Holt euch zu Beginn der Stationenarbeit die benötigten Materialien von ihrem Aufbewahrungsort (z. B. Wandschrank, Laborwagen) bzw. bearbeitet die Stationen am jeweiligen Tisch, wo die Station aufgebaut ist, bzw. am Platz, den euer Lehrer/ eure Lehrerin euch zugewiesen hat.
4. Bringt die Materialien nach beendeter Arbeit an der Station wieder an den vorgesehenen Platz zurück bzw. bereitet die Materialien am vorgesehenen Platz so auf, dass die nächste Schülergruppe zügig mit der Arbeit beginnen kann.
5. Achtet darauf, dass die Materialien stets vollzählig sind und in gutem Zustand bleiben. Meldet eurem Lehrer/ eurer Lehrerin, wenn die Stationsmaterialien unvollständig sind.
6. Bearbeitet die Aufgaben an den Stationen sorgfältig und zügig.
7. Notiert (protokolliert) eure Ergebnisse übersichtlich, vollständig und optisch ansprechend.
8. Fertigt eure Skizzen mit einem spitzen Bleistift mittlerer Härte (Empfehlung: HB) an.
9. Versucht die auftretenden Fragen und Probleme möglichst in der Kleingruppe selbstständig zu lösen. Kommt ihr dennoch bei bestimmten Aufgaben nicht weiter, so wendet euch an die Lehrperson.
10. Füllt das „Arbeitsprotokoll“ auf dem Laufzettel bei jeder Stationenarbeit so aus, dass ihr einen Überblick über die bereits bearbeiteten Stationen und die dafür benötigte Zeit habt.

... und nun viel Freude und Erfolg!



# Übersicht über die Stationen mit Laufzettel

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Station	Name	Datum	Dauer (in Min.)	Zusammen- arbeit mit ...	Bemerkungen	Kontrolle
1	Was empfinden wir als „ansprechend“ („attraktiv“)?					
2	Was ist uns Menschen angeboren und was müssen wir lernen?					
3	Reaktionstests					
4	Wie wirken Sinnesorgane, Nervenzellen und Erfolgsorgane zusammen? – Vom Reiz zur Reaktion					
5	Unser Nervensystem im Überblick					
6	Bau von Nervenzellen (Neuronen) und Nerven					
7	Erregungsleitung innerhalb einer Nervenzelle					
8	Modell zur Erregungsleitung innerhalb einer Nervenzelle					
9	Erregungsübertragung von Nervenzelle zu Nervenzelle – Synapsen					
10	Das Rückenmark – eine Schaltzentrale für Reflexe					
11	Versuchsreihen zu Kniesehnen- und Lidreflex					
12	Unser Gehirn – ein gut geschütztes Organ, das sehr empfindlich ist					
13	Funktionsweise des Gehirns					
14	Versuche zum Lernen					
15	Steuerung ohne unseren Willen – das vegetative Nervensystem					
16	Erkrankungen / Schädigungen des Nervensystems					
17	Drogen und ihre Wirkungen auf das Nervensystem					
A	Entscheidungsrätsel zum Thema „Nervensystem“					
B	Modedroge Crystal Meth					
C	Nervensysteme im Tierreich					
D	Rindenfelder im Großhirn					
E	EEG					
F	Optische Täuschungen					
G	Entwicklung des Gehirns beim Menschen					

# Test zum Thema „Nervensystem und Gehirn“

Klasse / Gruppe: \_\_\_\_\_ Vor- und Nachname: \_\_\_\_\_

Vortest (= Test zum Vorwissen der Schüler) und Nachtest (= Test zum Wissen nach dem Lernen an Stationen zum Nervensystem) sowie Feststellen des Lernfortschritts ggf. mit Feedback-Gespräch

Wir lernen tagtäglich Neues – auch in der Schule. Mit diesem Test kannst du einerseits dein Vorwissen zum Thema „Nervensystem“ feststellen (Vortest), aber auch deinen Lernfortschritt ermitteln, wenn du den Nachtest nach Abschluss der Unterrichtseinheit durchführst. Wenn du die erreichten Punkte „Punkte Nachtest“ minus „Punkte Vortest“ errechnest, erhältst du deinen Lernpunkte-Fortschritt.

**Vortest** am \_\_\_\_\_ : Erreichte Punkte  (von insgesamt 28 bzw. 31\* erreichbaren Punkten)

**Nachtest** am \_\_\_\_\_ : Erreichte Punkte  (von insgesamt 28 bzw. 31\* erreichbaren Punkten)

**Punktedifferenz:**

Ergebnis / Auswertung am (Tag / Monat / Jahr) ..... / ..... / 20.....

Mit meinem Lernfortschritt bin ich ...  sehr zufrieden, weil ...  
 ganz zufrieden, weil ...  
 nicht zufrieden, weil ...

Ich nehme mir für künftiges Lernen im Fach Biologie vor:

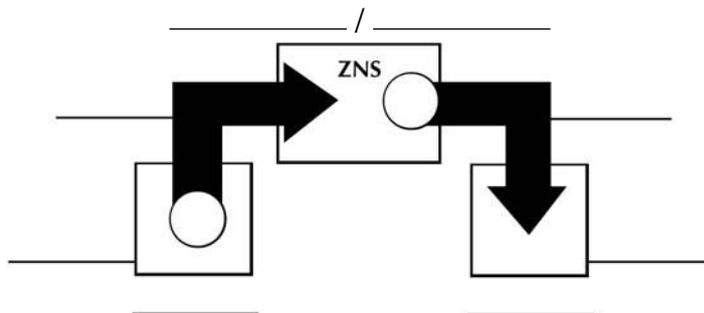
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Unterschriften der Teilnehmer am Feedback-Gespräch: \_\_\_\_\_ (Schüler) \_\_\_\_\_ (Lehrer)

Ort / Datum: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

## Aufgaben:

1. Beschrifte das folgende Bild „Vom Reiz zur Reaktion“ mit den korrekten Begriffen. (3 P.)



**Einzusetzende Begriffe:** sensorische Nerven, Muskel, motorische Nerven, Reaktion, Reiz, Sinnesorgan, Rückenmark, Gehirn

7. Was ist eine Synapse? Kreuze die richtige/n Antwort/en an. (2 P.)

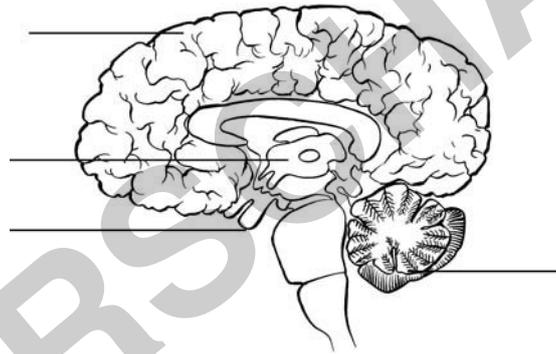
Eine Synapse ...

- leitet elektrische Impulse zwischen Muskelzellen weiter.
- leitet elektrische Impulse zwischen zwei Nervenzellen weiter.
- übermittelt Impulse von Nervenzelle zu Nervenzelle auf chemischem Wege.
- ist die Kontaktstelle zwischen zwei Nervenzellen oder einer Nervenzelle und einer Muskelzelle.

8. Streiche die falschen Begriffe in den folgenden Sätzen: (4 P.)

Neurotransmitter / Botenstoffe / Transistoren sind beispielsweise Adrenalin / Dopamin / Glucose. Je mehr Neurotransmitter freigesetzt wird, desto stärker / schwächer ist der weiterzuleitende Impuls. Neurotransmitter können nur von Muskelzellen / Nervenzellen / Hautzellen / Leberzellen freigesetzt werden. Curare ist ein Geruchsstoff / Giftstoff, der von Indianern / Inuit in Alaska / in tropischen Regenwäldern zum Anlocken von Tieren / bei der Jagd zum Betäuben und Töten von Tieren eingesetzt wird.

9. Beschrifte die folgenden vier Teile des Gehirns. (2 P.)



10. Zeichne das Schema eines Reflexbogens und beschrifte die Skizze. (5 P.)

11. Zähle vier Reflexe auf, die beim Menschen vorkommen: (2 P.)

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

\*Jokeraufgabe. Was weißt du über das „vegetative Nervensystem“? (\*3 P.)  
(Aufgaben, Teile, Lage im Körper usw.)

# Station 1: Was empfinden wir als „ansprechend“ („attraktiv“)?

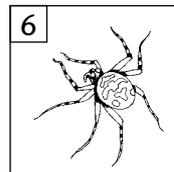
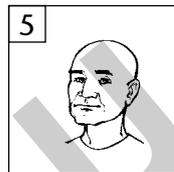
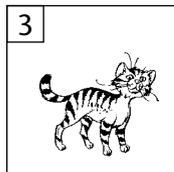
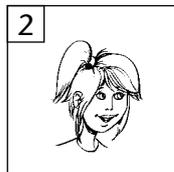
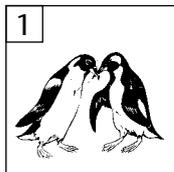
Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Sehen wir Menschen oder Tiere, so empfinden wir „schon auf den ersten Blick“ das eine Individuum ansprechend, das andere dagegen weniger. An dieser Station lernt ihr die Gründe dafür kennen, was unsere Aufmerksamkeit erregt.

**Material:** Biologiebücher, Internet

## Aufgaben:

1. Hier sind einige Bilder von Tieren und Menschen zu sehen.



- a) Kreuzt zunächst das Bild an, das euch am meisten anspricht.
- b) Bringt die Bilder dann in eine „Beliebtheitsfolge“:  
(1) ⇒ am ansprechendsten ... (6) ⇒ am wenigsten ansprechend
- c) Welche Erklärung habt ihr für eure Zuordnung?

---

---

2. Lest (in Biologiebüchern, im Internet etc.) über das „Kindchenschema“ nach.

- a) Fasst die wichtigsten Informationen kurz zusammen.

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

- b) Vergleicht euren Erklärungsansatz/eure Vermutungen mit den obigen Punkten. Wie „richtig“ lagt ihr mit eurer Erklärung?

---

---

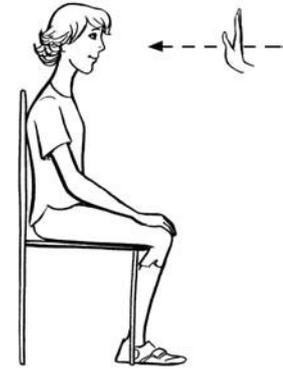
\*3. **Zusatzaufgabe:** Welche Bedeutung hat das „Kindchenschema“ für das menschliche Zusammenleben?

---

## Versuchsreihe 2: Lidschlussreflex

- (1) Die Versuchsperson hat beide Augen geöffnet und sitzt entspannt auf dem Stuhl. Nähere nun auf Augenhöhe der Versuchsperson langsam und vorsichtig deine Handfläche bis auf etwa 10 cm vor dem Auge.
- (2) Wiederhole den Versuch zwei weitere Male.
- (3) Nähere nun auf Augenhöhe der Versuchsperson schnell und unverhofft deine Handfläche bis auf etwa 10 cm vor dem Auge.

**Achtung:** Brillenträger müssen vor dem Versuch ihre Brille abnehmen. Bitte den Versuch vorsichtig durchführen, d. h., die Hand des Versuchsleiters darf das Gesicht der Versuchsperson nicht berühren.



## Versuchsauswertung

### Aufgaben:

1. Beobachtet und beschreibt den Unterschenkel des oberen Beines (Versuchsbein) während der Versuchsreihe 1.

---

---

---

2. Beobachte und beschreibe die Bewegungen an den Augen während der Versuchsreihe 2.

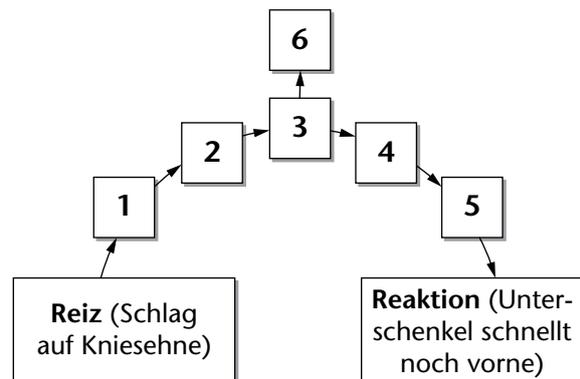
---

---

---

3. Überträgt eure Erkenntnisse aus der Versuchsreihe 1 auf das folgende schematische Bild des Reflexbogens zum Kniesehnenreflex. Ordnet den Zahlen die korrekten Fachbegriffe zu.

- motorische Nerven
- Rückenmark (RM)
- sensorische Nerven
- Sinneszellen im Unterschenkelstreckmuskel
- Unterschenkelstreckmuskel
- zum Gehirn



- \*4. **Zusatzaufgabe:** Skizziert analog zur Skizze bei Aufgabe 3 den Reflexbogen für den Lidreflex. Beschriftet die Skizze und beachtet, dass der Reflexbogen beim Lidreflex nicht über das Rückenmark, sondern über das Gehirn läuft.

## Station 12: Unser Gehirn – ein gut geschütztes Organ, das sehr empfindlich ist

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

*Das Gehirn ist das sicherlich komplexeste Organ des Menschen. Es wiegt etwa 1 500 Gramm – aber das Gewicht ist nicht entscheidend für das Leistungsvermögen unseres Gehirns.*

**Material:** Gehirnmodell

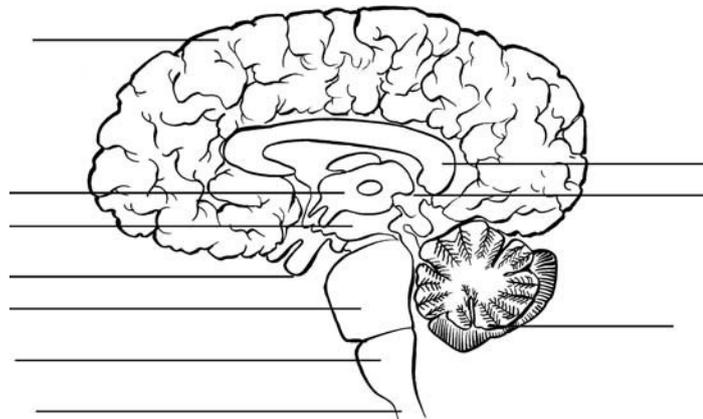
**Aufgaben:**

1. Das Gehirn eines Menschen ist gut geschützt. Beschriftet das folgende Bild mit den schützenden Schichten um das Gehirn.



**Einzusetzende Begriffe:** harte Hirnhaut mit Blutgefäßen – Schädelknochen – Kopfhaut mit Haaren – Spinnwebenhaut mit Gehirnflüssigkeit (Liquor) – weiche Hirnhaut (liegt dem Gehirn direkt auf)

2. Beschrifte die folgende Skizze zum Aufbau des Gehirns.



**Einzusetzende Begriffe:** Balken, Epiphyse (Zirbeldrüse), Großhirn (Endhirn), Hinterhirn, Hypophyse, Kleinhirn, Mittelhirn, Rückenmark, verlängertes Mark (Nachhirn), Zwischenhirn

# Station 14: Versuche zum Lernen

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

„Leben ist LERNEN“ – zumindest für uns Menschen: Wir lernen tagtäglich Neues und vieles davon ist uns gar nicht bewusst; ohne Gehirn wäre das nicht möglich. Das bewusste Lernen spielt nicht nur in der Schule, sondern auch außerhalb eine wichtige Rolle.

**Material:** Blatt Papier, Bleistift, Stoppuhr, kleine Karteikarten

## Versuchsdurchführung

1. Legt fest, wer Testperson, Versuchsleiter und Zeitnehmer ist.
2. Der Versuchsleiter schreibt verdeckt zehn Begriffe (z. B. zwei Städtenamen, zwei Flüsse, drei Pflanzen, drei Tiere) auf die Karteikarten. Auf einer Karteikarte wird jeweils nur ein Begriff notiert.
3. Nun legt der Versuchsleiter für 20 Sekunden die Kärtchen mit den Begriffen der Testperson vor, die sich die Begriffe gut merken soll. Die Karten werden jetzt umgedreht, sodass die Begriffe verdeckt sind.
4. Anschließend stellt der Versuchsleiter der Testperson schnell hintereinander 20 Kopfrechenaufgaben (z. B.  $3 \cdot 16$ ,  $7 \cdot 9$ ,  $12 \cdot 11$ ,  $4 \cdot 19$  usw.), die die Testperson möglichst schnell lösen und die Antwort sagen muss.
5. Jetzt erhält die Testperson die Aufgabe, die zehn gelernten Begriffe zu notieren.
6. Beim nächsten Versuch soll die Testperson 1 zehn neue Begriffe lernen und behalten. Dazu liest der Versuchsleiter die zehn Begriffe langsam vor und wiederholt jeden Begriff zweimal.
7. Anschließend folgt die „Rechenaufgabe zwischendurch“ und daran anschließend soll die Testperson 1 die zehn gehörten Begriffe aufschreiben.
8. Wechselt nun die Testperson. Geht wie oben beschrieben vor und lasst nun Testperson 2 zehn neue Begriffe lernen.

Hinweis: Ihr könnt den Lerntest auch erweitern, indem ihr die Testperson beim Lernen weiterer zehn Begriffe leicht ablenkt (z. B. Testperson in kurzes Gespräch verwickeln, leichte Geräusche machen).

## Versuchsprotokoll und -auswertung

Haltet die Versuchsergebnisse in einer Tabelle wie der folgenden übersichtlich fest.

	Name Testperson 1: _____	Name Testperson 2: _____	Name Testperson 3: _____
Ungestört von 10 Begriffen gewusst			
Bei Störung von 10 Begriffen gewusst			

**Aufgaben:**

1. a) Welche Testperson konnte sich ungestört am meisten Begriffe merken, welche Testperson am wenigsten?

Sieger: \_\_\_\_\_ Letzter: \_\_\_\_\_

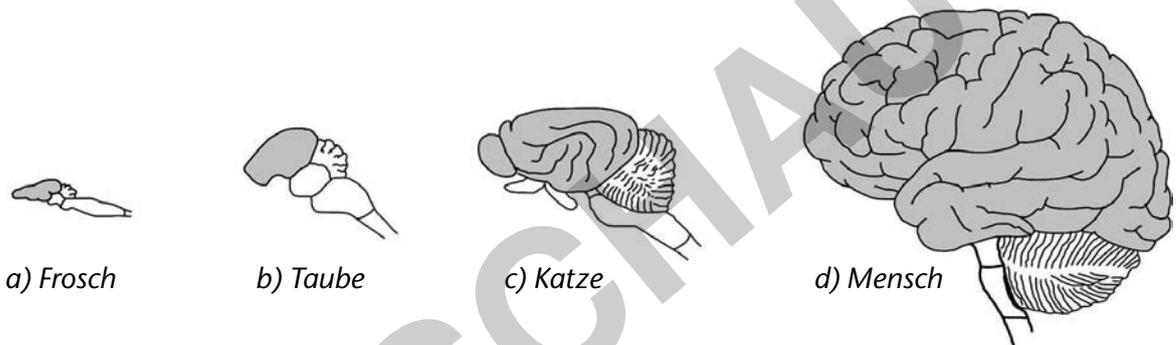
- b) Habt ihr eine Erklärung für das obige Ergebnis?

\_\_\_\_\_

2. **Lernen und Großhirn.** Das Großhirn, insbesondere auch die Oberfläche und Größe des Großhirns, ist für das lebenslange Lernen besonders wichtig.

Im folgenden Bild sind die Gehirne verschiedener Wirbeltiere dargestellt. Was fällt auf, wenn ihr die Großhirne der verschiedenen Wirbeltiere genauer ansieht?

\_\_\_\_\_



3. Neurowissenschaftler (Hirnforscher) haben in den letzten zehn Jahren viel Neues über unser Gehirn und das Lernen herausgefunden. Welche Folgerungen könnt ihr daraus für euch ziehen, wenn ihr erfolgreich lernen wollt? Vervollständigt dazu die folgende Tabelle.

Neurowissenschaftliche Erkenntnisse	... und daraus ergeben sich konkrete Folgerungen beim Lernen
Freude am Lernen erleichtert das Lernen.	
Lernen ist sehr störanfällig, d. h., wir werden beim Lernen leicht abgelenkt.	
Gute Sauerstoffversorgung des Gehirns fördert das Lernen.	
Kompaktes, langes Wiederholen (z. B. von Vokabeln, Pauken vor Klassenarbeiten) bringt weniger als verteiltes Üben.	
Lernen von Zusammenhängen bleibt besser haften als das Lernen einzelner Fakten.	
Wenn wir müde sind, fällt das Lernen schwerer.	

Alle Nervenzellen arbeiten nach dem gleichen **Grundprinzip**: Sie leiten **Informationen** mittels **schwacher** elektrischer Impulse weiter. In einer Nervenzelle werden also **keine** Reize (z. B. optische Reize, akustische Reize, Schmerzreize, Kältereize, Wärmereize) weitergeleitet, sondern elektrische **Impulse**.

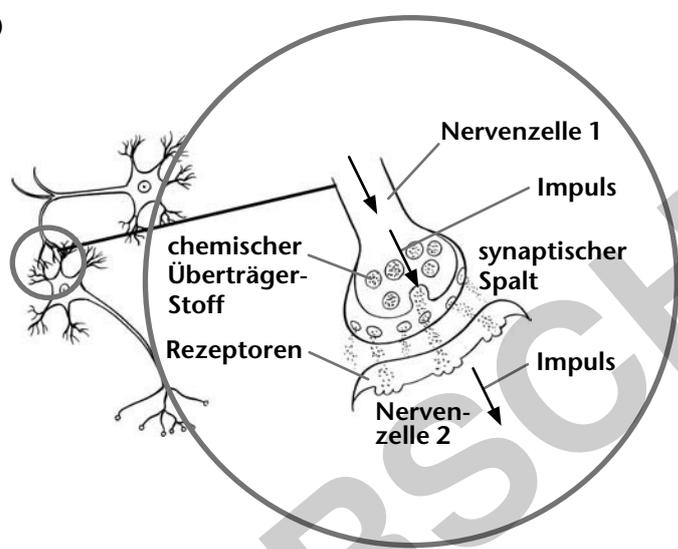
Je **stärker** ein Reiz auf ein Sinnesorgan auftrifft, desto mehr **elektrische** Impulse werden über die Nervenzellen weitergeleitet, d. h., die **Impulsfrequenz** (Häufigkeit der Impulse je Zeiteinheit) ist hoch.

**Nervenzellen mit Schnürringen**: Im **Ruhezustand** sind Nervenzellen außen **positiv** und innen **negativ** geladen. Wird eine Nervenzelle durch einen elektrischen Impuls **erregt**, so kehrt sich die Ladung („Spannung“) an einer Stelle für etwa **1/1000stel** Sekunde um. Diese Erregung „springt“ von **Schnürring** zu **Schnürring** immer weiter, bis sie am Zellende angekommen ist. Die Leitungsgeschwindigkeit bei Nervenzellen mit Schnürringen kann über **100 m** pro Sekunde betragen.

**Nervenzellen ohne Schnürringe**: Auch Nervenzellen ohne Schnürringe sind im **Ruhezustand** außen **positiv** und innen negativ geladen. Die Leitungsgeschwindigkeit bei solchen Nervenzellen **ohne** Schnürringe beträgt höchstens **25 m** pro Sekunde, da die Impulse nicht „in Sprüngen“, sondern nur in „kleinen Schritttchen“ weitergeleitet werden.

**Station 9: Erregungsübertragung von Nervenzelle zu Nervenzelle – Synapsen** **Lösungen**

1. a), b)



2., \*3. Die allermeisten Nervenzellen in unserem Körper sind nur ~~wenige Zentimeter/wenige Millimeter~~ Bruchteile eines Millimeters lang und berühren sich ~~stets ganz leicht/nicht/sind stets miteinander verwachsen~~. Die Kontaktstellen zwischen zwei **Nervenzellen** oder einer Nervenzelle und einer Muskelzelle nennt man **Synapsen/Symbiose**. Den Spalt zwischen zwei Nervenzellen nennt man ~~synthetischen/synaptischen/systematischen/sympathischen~~ **synaptischen** Spalt.

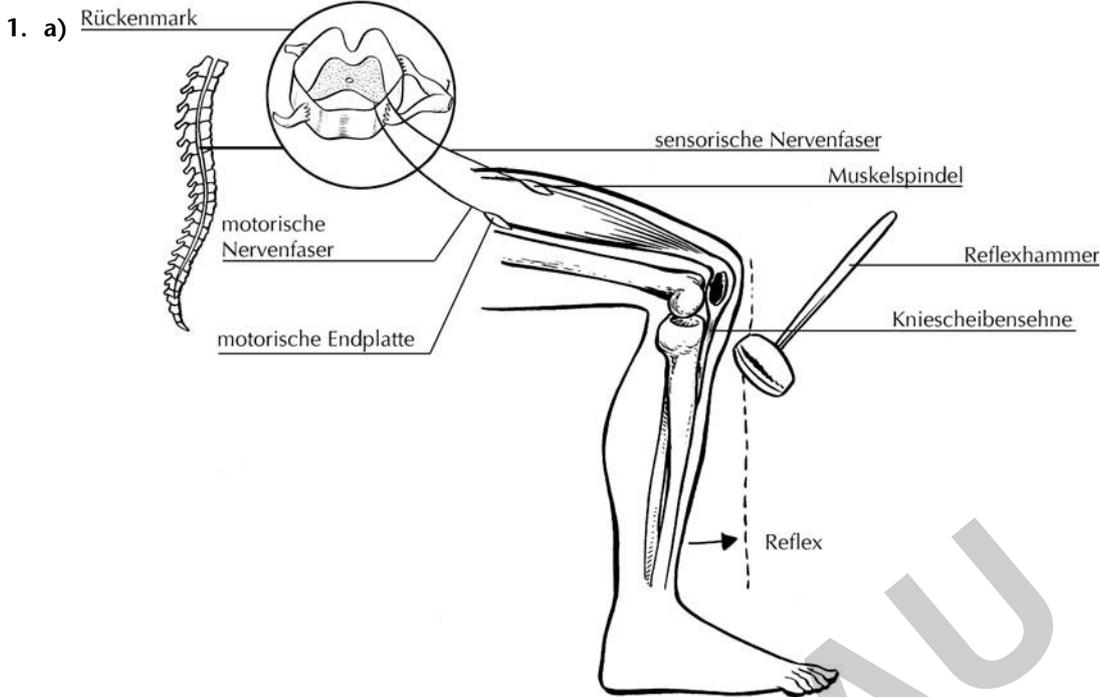
Kommt ein ~~Reiz~~ elektrischer Impuls am Ende einer Nervenzelle an, so werden kleinste Mengen an **Neurotransmittern** (chemischen Überträgerstoffen = Botenstoffen) aus den Bläschen der Endknöpfchen in den **synaptischen** Spalt abgegeben. Der Stoff verteilt sich im Spalt zwischen den zwei **Nervenzellen** und wird dann an der Zellmembran der Folgezelle von bestimmten Empfängerstellen, die man auch **Rezeptoren** nennt, aufgenommen. In der Folgezelle wird nun ein neuer **elektrischer** Impuls erzeugt und von der **Nerven- / Folgezelle** weitergeleitet.

Synapsen arbeiten wie **Ventile** und stellen sicher, dass Informationen in einer Nervenbahn nur in **einer** Richtung weitergeleitet werden.

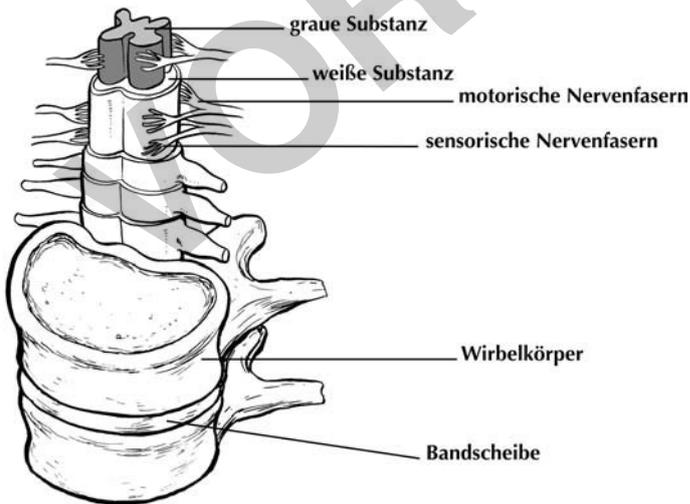
\*4. „Neuronen geben Impulse auf ~~chemischem~~ **elektrischem** Wege (**Impulse, Erregungen**) weiter. Synapsen dagegen geben Informationen mithilfe ~~elektrischer~~ **chemischer** Impulse weiter.“

Station 10: Das Rückenmark – eine Schaltzentrale für Reflexe

Lösungen



- b) Wir reagieren so schnell, weil wir unwillkürlich – „reflexartig“ – reagieren, ohne nachzudenken, d. h., das Gehirn ist an dieser Reaktion nicht beteiligt.
  - c) Das Gehirn wird erst „etwas später“ informiert, wenn wir schon reagiert haben.
2. a) Reflex: unwillkürliche Handlung, die wir auch mit unserem Willen nicht unterbinden können.
- b) Saugreflex und Greifreflex (bei Säuglingen), Kniesehenreflex (Patellarreflex), Schluckreflex, Lidschlussreflex
- c) Reflexbogen: **Reiz** ⇒ Sinnesorgan ⇒ sensorische Faser zum Rückenmark ⇒ Umschaltung im Rückenmark ⇒ motorische Faser zum Muskel ⇒ **Reaktion**
3. Rückenmark (RM) ist Teil des ZNS. Das RM liegt gut geschützt im Rückenmarkskanal der Wirbel. Form: graue Substanz innen = Form eines Schmetterlings; außen: weiße Substanz

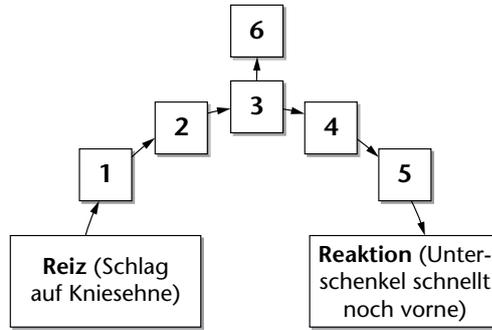


Station 11: Versuchsreihen zu Kniesehen- und Lidreflex

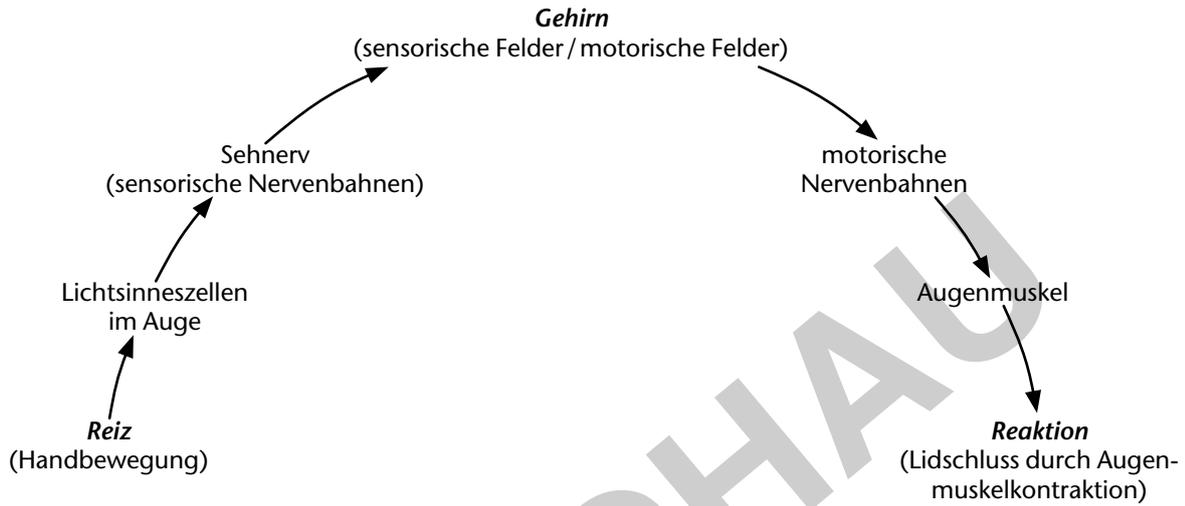
Lösungen

- 1. Beim Schlag unterhalb der Kniescheibe auf die Kniesehne schnellt der Unterschenkel unwillkürlich nach vorn oben.
- 2. Die Augenlider schließen sich, wenn sich die Hand schnell und unverhofft dem Auge nähert.

- 3.
- ④ motorische Nerven
  - ③ Rückenmark (RM)
  - ② sensorische Nerven
  - ① Sinneszellen im Unterschenkelstreckmuskel
  - ⑤ Unterschenkelstreckmuskel
  - ⑥ zum Gehirn



\*4.



Station 12: Unser Gehirn – ein gut geschütztes Organ, das sehr empfindlich ist

Lösungen

1.

