**Entwicklung der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife
in den Naturwissenschaften**

Lernaufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Vitamin D und Multiple Sklerose

Diese Aufgabe wurde von Fachexpertinnen und Fachexperten der Länder, überwiegend Lehrkräften, entwickelt. Die Aufgabenentwicklergruppe wurde von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Fachdidaktik der Biologie beraten. Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen hat den Prozess koordiniert.

Zusammenfassung

Am Beispiel der neurodegenerativen Krankheit Multiple Sklerose können in modularer Form drei Kompetenzbereiche unabhängig voneinander geübt oder mithilfe des Begleitmaterials eingeführt werden. Die ersten beiden Arbeitsaufträge sind hauptsächlich im Bereich der Sachkompetenz verankert. Der zweite Teil der Arbeitsaufträge legt einen starken Fokus auf den Kompetenzbereich Kommunikation, da die Lernenden mit Datenmaterial zum Einsatz von Vitamin D in der Therapie arbeiten.

Das Bewerten der Güte von Quellen, welches sowohl im Kompetenzbereich Kommunikation (K 4, K 5, K 14), sowie im Bereich Bewerten (B 4, B 6, B 10) angesiedelt ist, wird im letzten Teil geschult, indem die Lernenden sich mit Online-Quellen zur Therapie auseinandersetzen.

Anforderungsniveau	grundlegend ☐	erhöht ☒
Kompetenzbereiche und relevante Standards	**Sachkompetenz** Die Lernenden … S 1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht; S 2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten; S 4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen; S 6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar.	

	Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Lernenden … E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten; **E 9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen.** **Kommunikationskompetenz** Die Lernenden … K 1 recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus; K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen; K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen; **K 4 analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin / des Autors;** K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab; K 11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien; K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate. **Bewertungskompetenz** Die Lernenden … B 5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen.
Basiskonzepte	♦ Struktur und Funktion ♦ Information und Kommunikation
Inhaltsbereich	♦ Informationsverarbeitung in Lebewesen ♦ Grundlagen der Informationsverarbeitung

konkrete Inhalte	♦ Neuronale Informationsverarbeitung – Erregungsleitung; ♦ Neurodegenerative Erkrankungen – MS und der Einfluss des Vitamin D auf den Verlauf.
Materialien	M1: Fallbeispiel M2: Abbildung der zellulären Veränderungen bei MS M3: Diagramme zur weltweiten Sonnenscheindauer und Häufigkeit von MS-Erkrankungen M4: Diagramme mit Ergebnissen einer Studie zum Einfluss von Vitamin D auf den Krankheitsverlauf Lernhilfe 1: Informationsübertragung am Axon und die Rolle der Markscheide Lernhilfe 2: Wissenschaftliche Hypothesen Lernhilfe 3: Hilfe zur Quellenkritik
Bearbeitungszeit	variabel
Hilfsmittel	Computer zur Internetrecherche
Differenzierungsmöglich-keit	mithilfe der Lernhilfen
experimenteller Anteil	ja ☐ nein ☒
Lernvoraussetzungen	♦ Bau von Nervenzellen ♦ neuronale Informationsverarbeitung ♦ Ruhepotenzial, ♦ Aktionspotenzial ♦ Erregungsleitung

1 Hinweise zur Durchführung

Die folgenden Materialien und Aufgaben sind zur Vertiefung und Erweiterung des Grundwissens der Neurophysiologie am Beispiel der Multiplen Sklerose konzipiert worden.

Die Lernenden lesen zuerst das Fallbeispiel Material 1, woraus sich die Fragestellung ergibt, wie es zu den beschriebenen Symptomen kommen kann. Dies kann mit Materiala2 beantwortet werden. Als Möglichkeit der Leistungsdifferenzierung kann die Lernhilfe 1 ausgegeben werden, welche den Lernenden noch einmal die Vorgänge am Axon in Erinnerung ruft.

Danach sind die Lernenden dazu aufgefordert, die Abbildungen in Material 3 in einen Sinnzusammenhang zu bringen und danach eine Hypothese zum Auftreten von MS aufzustellen. Ein Informationstext, mit dem eine Hypothese angeleitet erstellt werden kann, kann mit Lernhilfe 2 ausgegeben werden. Wichtig hierbei ist, dass einer theoriebasierten Hypothese eine Fragestellung vorausgeht.

Im Materialteil 4 werden Teilergebnisse einer Studie vorgestellt, mit denen man die Hypothese überprüfen kann, dass das MS-Erkrankungsrisiko einer Person umso geringer ist, je mehr Vitamin D sie bildet.

Zum einen wird hier auf die Unterscheidung zwischen Beschreiben einer Datenlage und zum anderen auf deren Interpretation Wert gelegt. Die Lehrkraft macht die Lernenden darauf aufmerksam, dass der Datensatz nur indirekt zur Hypothesenüberprüfung herangezogen werden kann, da die Untersuchungen mit bereits Erkrankten durchgeführt wurden. Die Hypothese, die den Untersuchungen zugrunde lag, muss derart modifiziert werden, dass der anfängliche Vitamin-D-Spiegel einen Einfluss auf den Verlauf der Multiplen Sklerose hat. Es bietet sich hier die Diskussion an, warum die eingangs formulierte Hypothese nicht überprüfbar ist. Da aus dem Material nicht hervorgeht, ob die Probanden nach Feststellung ihres Vitamin-D-Spiegels dahingehend behandelt wurden, ist die ethische Dimension der Studie fragwürdig.

Im letzten Modul wird den Lernenden der kritische Umgang mit Online-Quellen nähergebracht. Dazu sollen sie eigenständig online Seiten finden, die sich mit den Therapiemöglichkeiten von MS beschäftigen. Danach werden diese – angeleitet durch die Lernhilfe 3 Quellenkritik – nach ihrer Vertrauenswürdigkeit und Güte geordnet. Die Ergebnisse müssen besprochen werden, damit den Lernenden klar wird, dass die wenigsten Internetseiten reine Informationsquellen darstellen.

Auch variieren die angezeigten Ergebnisse je nach Browser und Suchschlagwörtern. Es gibt Internetseiten, die über MS informieren und gleichzeitig Werbung für Vitamin D – Supplemente schalten (z. B. Zentrum der Gesundheit).

2 Aufgabenstellung

Teilaufgabe 1 (Material 2)

Erläutern Sie auf zellulärer und molekularer Ebene anhand von Material 2 die neurophysiologischen Ursachen der für Multiple Sklerose typischen Taubheitsgefühle.

Teilaufgabe 2 (Material 3)

Beschreiben Sie den in den Abbildungen von Material 3 erkennbaren Zusammenhang. Entwickeln Sie unter Berücksichtigung aller Informationen aus Material 3 eine Hypothese, die diesen erklären kann.

Teilaufgabe 3 (Material 4)

Beschreiben und interpretieren Sie die Ergebnisse von Material 4 vor dem Hintergrund der Fragestellung der Untersuchung.

Teilaufgabe 4

Recherchieren Sie unterschiedliche Therapiemöglichkeiten für Multiple Sklerose, die aktuell diskutiert werden.

Teilaufgabe 5

Nennen Sie drei Ihrer dabei verwendeten Quellen, ordnen Sie diese nach ihrer Qualität / Vertrauenswürdigkeit und begründen Sie Ihre Anordnung.

3 Material für Lernende

Material 1

Fallbeispiel Anna A., 44 Jahre

„… meine Krankheit begann vor neun Jahren. In meinem linken Bein bemerkte ich vom Rücken abwärts ein Taubheitsgefühl mit beginnender Lähmung. Nach 2 Wochen suchte ich meinen Arzt auf, der mich sofort in die Uni-Klinik überwies, wo eine Entzündung des zentralen Nervensystems festgestellt wurde.

Ich bekam Cortison in einer recht hohen Dosierung, 6 Wochen später konnte ich wieder laufen und die Sache war für mich erledigt.

Ein knappes Jahr später wurde meine rechte Gesichtshälfte taub. Ich ahnte Schlimmes und hatte große Angst. Diagnose: Multiple Sklerose, eine unheilbare Krankheit des zentralen Nervensystems, an der jährlich ca. 0,035 Promille der Bevölkerung erkranken. … Konsequenzen: Aufgabe meines geliebten Berufs (Kosmetikerin, med. Fußpflegerin), starke Medikamente (Spritzen, die ich mir selbst verabreichen musste).“

Quelle: Jung & Jung, 2014.

Material 2

Zelluläre Veränderungen bei Multipler Sklerose

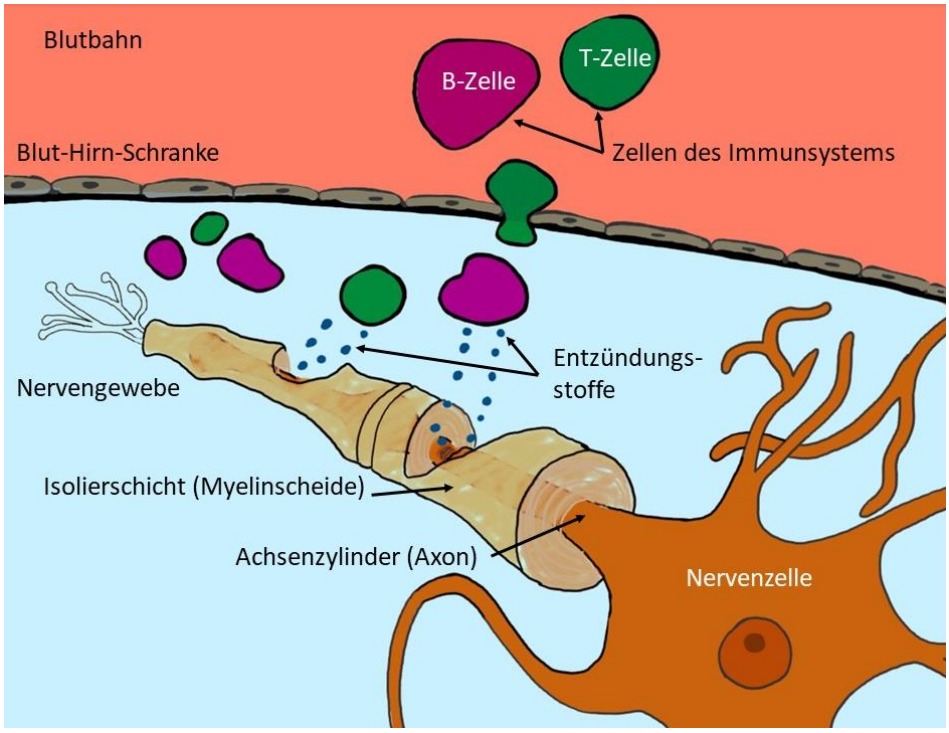


Abbildung 1: Zelluläre Veränderungen bei Multipler Sklerose, in Anlehnung an Tagesanzeiger, 2010.

Material 3

Risiko für MS und Sonnenscheindauer

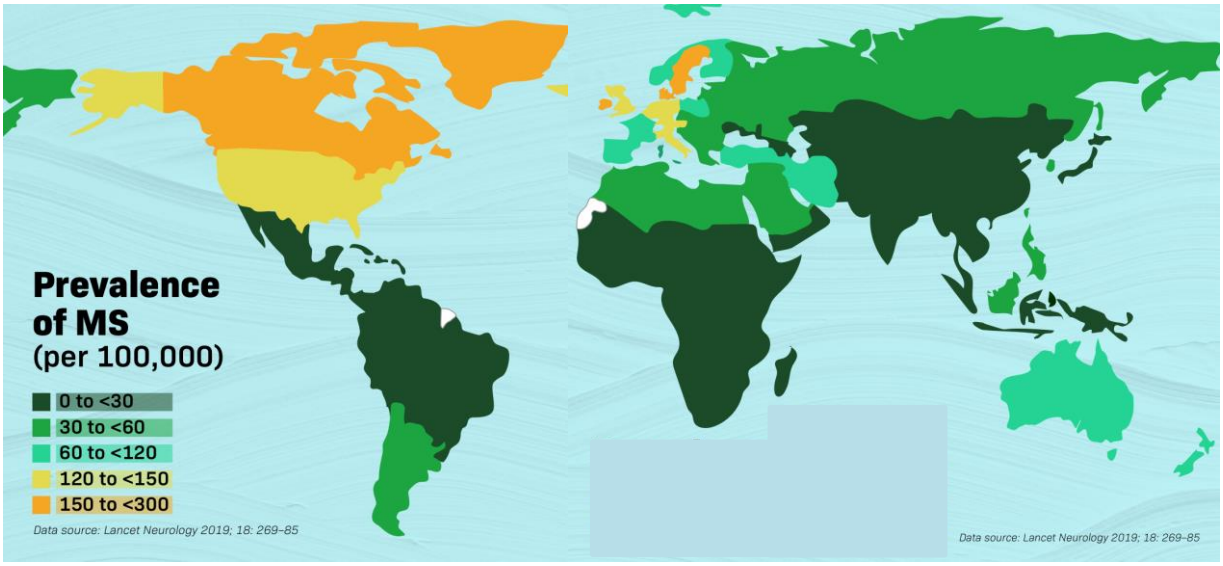


Abbildung 3: Globale Verteilung des Risikos für das Auftreten von Multipler Sklerose, Health Union, LLC, 2019.

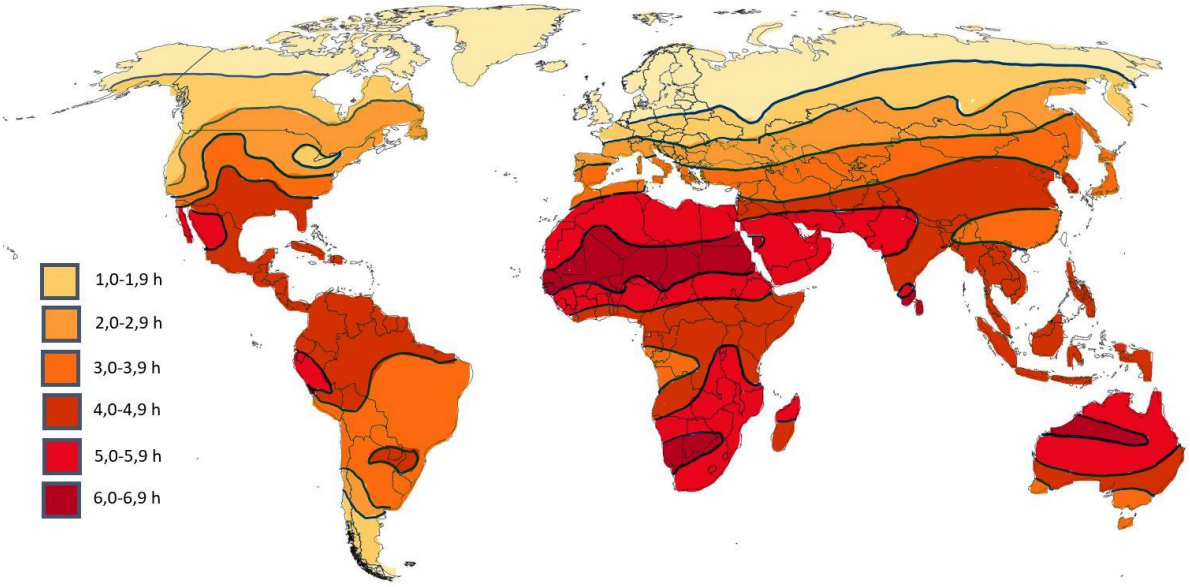


Abbildung 2: Sonnenscheindauer in verschiedenen Teilen der Erde, in Anlehnung an Solar Cell Central.

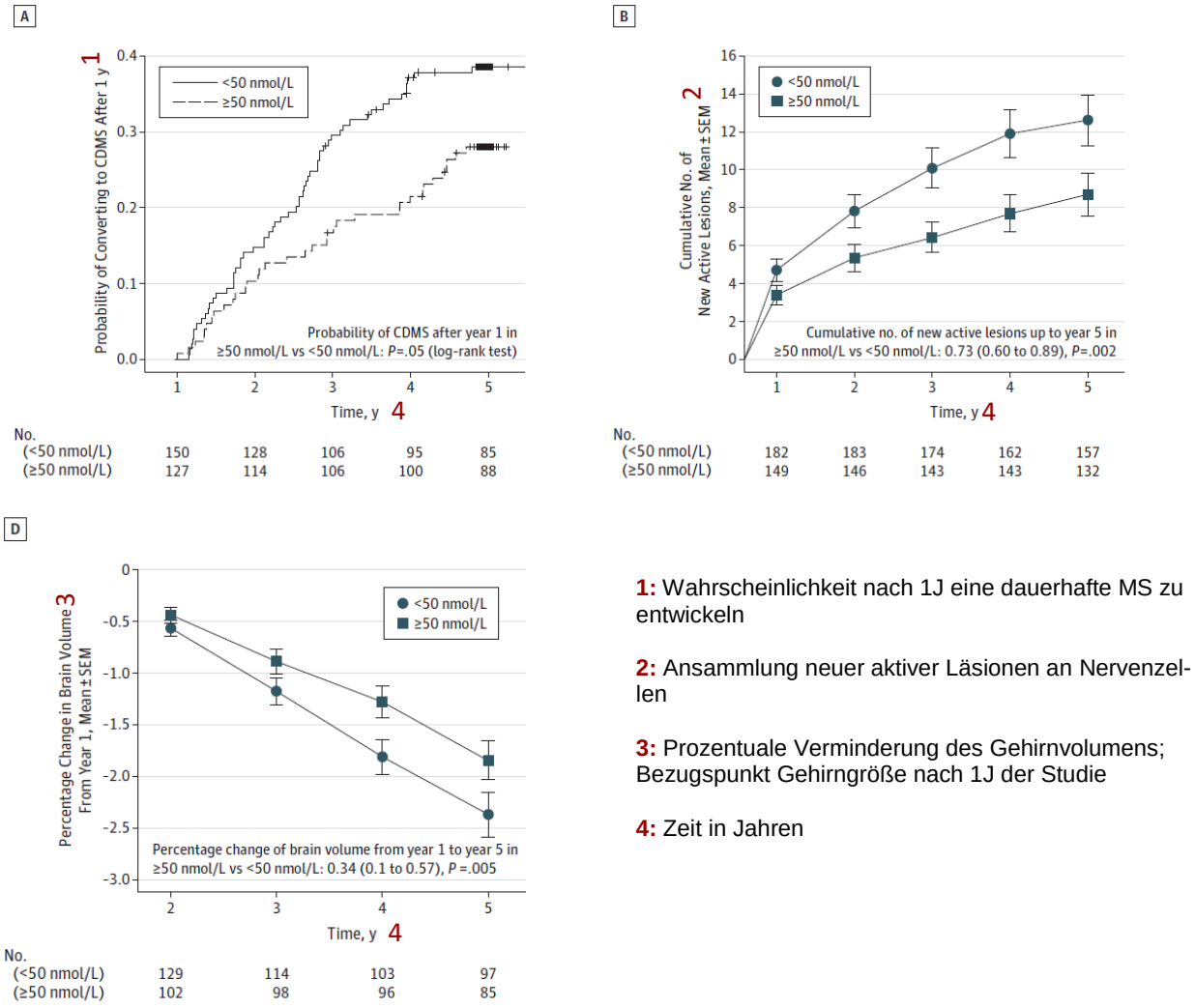
Information: Vitamin D

Unter den Begriff „Vitamin D“ fasst man mehrere fettlösliche Vitamine. Cholecalciferol (Vitamin D3), der physiologisch wichtigste Vertreter, kann vom Körper mithilfe von UV-B-Strahlung selbst hergestellt werden. In der Haut wird es aus 7-Dehydrocholesterol gebildet. Auch über die Nahrung kann man es zu sich nehmen. Es kommt vor allem in Fettfischen vor oder wird Lebensmitteln als Nahrungsergänzungsmittel zugefügt. Es wird im Körper über eine Zwischenstufe zu dem Hormon Calcitriol umgewandelt. Die Vitamine der Gruppe D und darunter auch Vitamin D3 spielen u. a. eine wesentliche Rolle bei der Regulierung des Calcium-Spiegels im Blut, beim Knochenaufbau und beim Aufbau und Erhalt der Zähne. Für eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D3 ist eine ausreichende Sonnen- oder UV-B-Exposition oder andernfalls eine gezielte Zufuhr über die Nahrung notwendig.

Material 4

Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Studie

In einer empirischen Studie wurde untersucht, welche Rolle der Grundversorgungszustand mit Vitamin D für die Entwicklung des Krankheitsverlaufs von Multipler Sklerose spielt. Dazu wurden die Probanden in zwei Gruppen aufgeteilt, die sich in ihrer Ausgangskonzentration von Vitamin D im Blut unterschieden. Beide Gruppen wurden über einen Zeitraum von fünf Jahren hinsichtlich verschiedener Parameter untersucht. Ausgewählte Ergebnisse sind in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt.



1: Wahrscheinlichkeit nach 1J eine dauerhafte MS zu entwickeln

2: Ansammlung neuer aktiver Läsionen an Nervenzellen

3: Prozentuale Verminderung des Gehirnvolumens; Bezugspunkt Gehirngröße nach 1J der Studie

4: Zeit in Jahren

Abbildung 4: Einfluss von Vitamin D auf den Verlauf von Multipler Sklerose, Ascherio et al., 2014.

4 Weiterführendes Material

Lernhilfe 1

Neurophysiologische Grundlagen

Zur Informationsübertragung am Axon sehen Sie sich folgende Abbildung an:

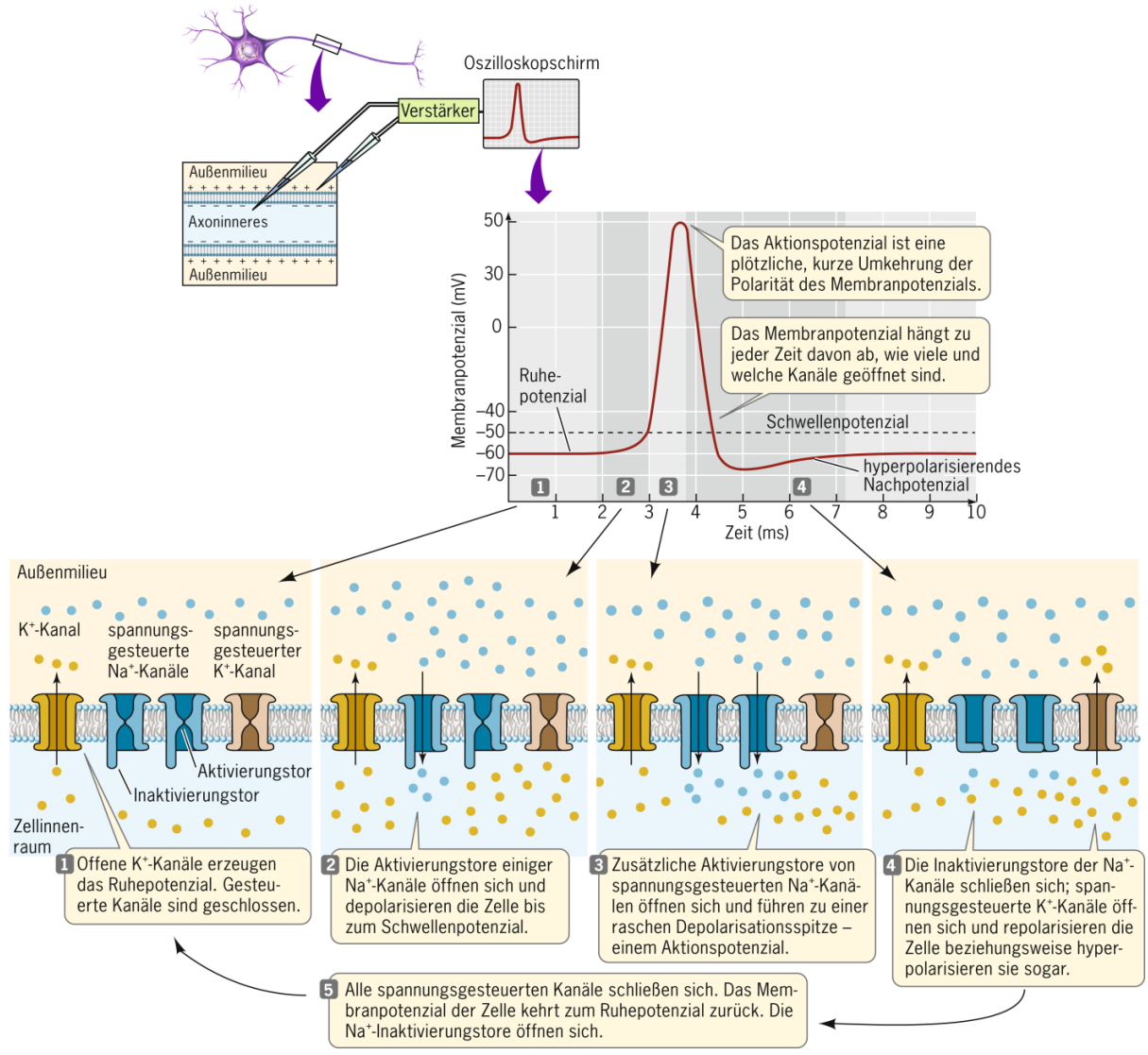


Abbildung 5: Informationsübertragung am Axon, Sadava et al., 2012, S. 1261.

Die Beantwortung folgender Fragen soll Ihnen helfen, Aufgabe 1 zu lösen:

- Wie funktioniert die Informationsübertragung am Axon?
- Welche Rolle kommt den Ionenkanälen und der Markscheide zu?
- Welche Reaktion erwarten Sie, wenn die nachgeschaltete Zelle eine Muskelzelle ist?

Zur Rolle der Markscheide sehen Sie sich folgende Abbildung an:

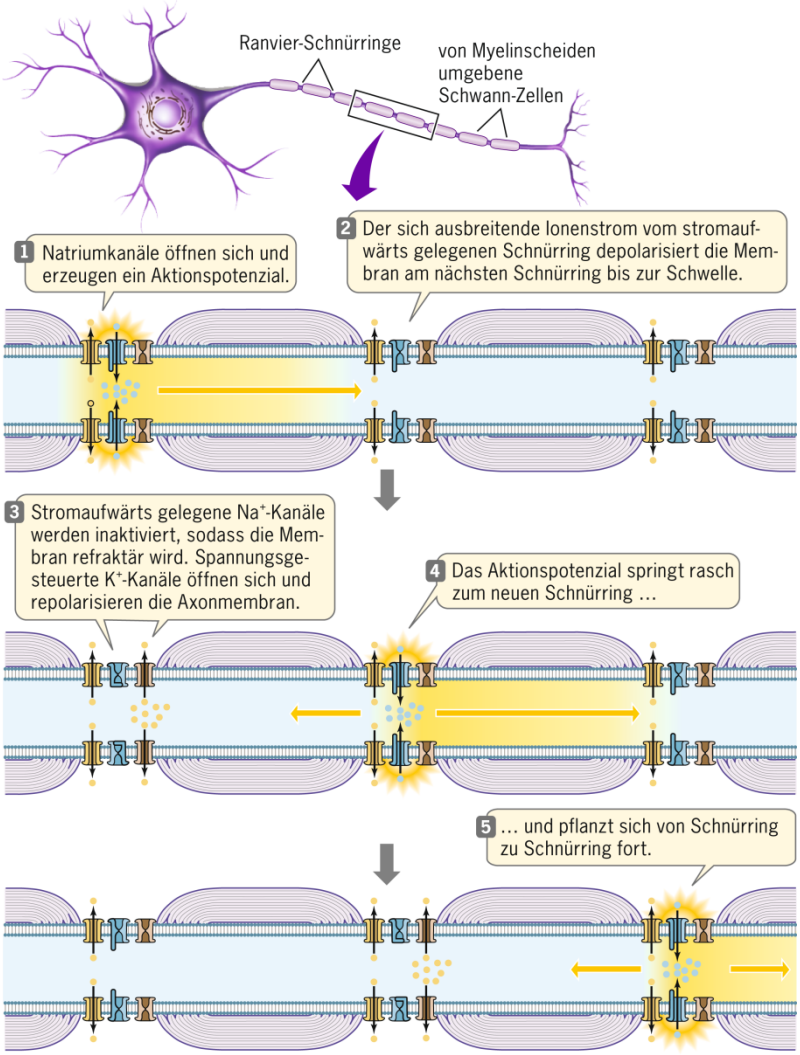


Abbildung 6: Rolle der Markscheide, Sadava et al., 2012, S. 1263.

Lernhilfe 2

Was ist eine Hypothese und wie stelle ich eine gute Hypothese auf?

Wissenschaftliche Hypothesen

Im Alltag stellen wir uns unter einer Hypothese zumeist eine etwas unsichere oder spekulative Vermutung zu einem Sachverhalt vor.

Eine naturwissenschaftliche Hypothese ist jedoch alles andere als eine „zweifelnde“ Aussage. Eine Hypothese ist eine auf Vorwissen begründete Vermutung über einen fachlichen Sachverhalt.

Gute Hypothesen genügen folgenden Kriterien:

Überprüfbarkeit: Die aufgestellte Hypothese muss mithilfe eines Experimentes überprüft werden können.

Bedingungen: Üblicherweise werden die Bedingungen angegeben, unter denen die Hypothese gültig sein soll. Daher nutzt man zur Formulierung Konditionalsätze (z. B. „Wenn, ..., dann ...“ oder „Je ..., desto ...“)

Fazit: Hypothesen sind keine unsicheren Annahmen, sondern theoretisch fundierte Aussagen, die auf Basis von Erkenntnissen gewonnen werden.

Vorgehensweise beim Aufstellen einer Hypothese

1. Fassen Sie den Sachverhalt zusammen.
2. Überlegen Sie, welche Sachverhalte zusammenhängen könnten.
3. Formulieren Sie die dabei offensichtlich werdende Frage.
4. Stellen Sie nun eine Hypothese auf, die eine mögliche Antwort auf diese Frage liefert.

Bei komplexeren Sachverhalten müssen manchmal mehrere Fragen und Hypothesen formuliert werden.

Lernhilfe 3

Hilfe zur Beurteilung geeigneter Quellen

Man kann viele Informationen, die man benötigt, online finden. Allerdings ist es oftmals nicht einfach herauszufinden, welche Informationen wirklich zuverlässig und vertrauenswürdig sind.

Darauf sollten Sie beim Lesen achten:

1. Gibt es einen Autor, der namentlich am Anfang oder am Ende genannt wird?

2. Wie sind die Informationen dargestellt? / Wie ist der Sprachstil? – objektiv, fachsprachlich präzise oder einfach, beeinflussend?

3. Woher kommen die genannten Informationen? Werden Quellen ausgewiesen?

4. Welches Interesse verfolgt der Autor mit dem Artikel? Ist z. B. Werbung geschaltet?

5 Lösungshinweise und Bezug zu den Standards

Es werden folgende Abkürzungen verwandt:

- S 1 – 8 Standards der Sachkompetenz (erste Spalte)
- E 1 – 17 Standards der Erkenntnisgewinnungskompetenz (zweite Spalte),
- K 1 – 14 Standards der Kommunikationskompetenz (dritte Spalte),
- B 1 – 12 Standards der Bewertungskompetenz (vierte Spalte).

1	Erläutern Sie auf zellulärer und molekularer Ebene anhand von Material 2 die neurophysiologischen Ursachen der für Multiple Sklerose typischen Taubheitsgefühle.	S 2 6	E	K	B

Erst Abbau der Myelinscheiden, dann Zerstörung der Axone durch das Immunsystem. Wenn das passiert, werden die Nervenimpulse aus dem Gehirn an die Muskeln erst sehr viel langsamer, später gar nicht mehr weitergeleitet, wodurch es zu Lähmungen kommt.

2	Beschreiben Sie den in den Abbildungen von Material 3 erkennbaren Zusammenhang. Entwickeln Sie unter Berücksichtigung aller Informationen aus Material 3 eine Hypothese, die diesen erklären kann.	S 1 4	E 2	K 2 11	B

Die Abbildungen verdeutlichen, dass das Risiko, an MS zu erkranken, vom Äquator zu den Polen hin zunimmt und dass die Sonnenscheindauer damit korreliert. Daraus ergibt sich die Fragestellung, ob die Sonnenscheindauer und die damit verbundene Vitamin D-Produktion etwas mit dem Auftreten von MS zu tun haben. Eine mögliche Hypothese wäre: Da die im Sonnenlicht enthaltene UV-B-Strahlung die körpereigene Vitamin-D3-Produktion anregt, ist das Risiko an MS zu erkranken umso geringer, je länger die Sonnenscheindauer ist.

3	Beschreiben und interpretieren Sie die Ergebnisse von Material M 4 vor dem Hintergrund der Fragestellung der Untersuchung.	S 1 2	E 9	K 5	B

Es wurde untersucht, wie verschiedene Parameter mit dem Vitamin-D-Blutspiegel korrelieren. Die Probanden wurden gemäß ihres Vitamin-D-Blutspiegels in zwei Gruppen eingeteilt, die erstere wies einen Anfangsspiegel von weniger als 50nmol/L, die zweite von mehr als oder genau 50 nmol/L auf. Die erste Gruppe entwickelte im Laufe der Jahre eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, eine gravierendere Form der MS zu entwickeln. Auch nahm die Zahl der neuen Läsionen dieser Gruppe im 5-Jahreszeitraum der Studie mehr zu, als das bei der Gruppe mit dem höheren Vitamin-D-Blutspiegel der Fall war. Auch das Hirnvolumen nahm in der ersten Gruppe im Durchschnitt um ein Prozent mehr ab als in der anderen Gruppe.
Die Annahme, dass ein höherer Vitamin-D-Spiegel einen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit hat, wird mit diesen Ergebnissen bekräftigt.

4	Recherchieren Sie unterschiedliche Therapiemöglichkeiten für Multiple Sklerose, die aktuell diskutiert werden.	E	E	K 1 2 3	B

Wenn die Lernenden online recherchieren, werden sie sicherlich auf Kortison- und Interferonbehandlung bei ihren Recherchen treffen, da diese häufig sind. Allerdings gibt es auch Seiten, die alternative Behandlungen – u. a. mit Vitamin D – anpreisen und gleichzeitig Werbung für Vitaminpräparate schalten.

5	Nennen Sie drei Ihrer dabei verwendeten Quellen, ordnen Sie diese nach ihrer Qualität/Vertrauenswürdigkeit und begründen Sie Ihre Anordnung.	S	E	K 4 12	B 5

Bei der Anordnung sollte darauf geachtet werden, dass die vertrauenswürdigsten Quellen einen Autor auf- sowie auf Quellen verweisen. Fachsprache und Stil sollten analysiert und es sollte eruiert werden, ob es monetäre Gründe für die Schaltung des Artikels gab.

6 Quellenangaben

- Material 1, Text:
  Jung, K. & Jung, D. (2014). Fallbeispiel zu Multiple Sklerose. *Handbuch zur Somatovitaltherapie Teil II: Studien und Praxiserfahrungen.* Monsenstein und Vannerdat. Verfügbar unter: https://www.airnergy-schweiz.ch/einsatzbereiche/fallbeispiele-zu-multiple-sklerose.html (Zugriff am 29.04.2020)

- Material 2, Abbildung 1:
  Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an Tagesanzeiger (2010, 24. August). Neue Therapie gegen multiple Sklerose. *Tagesanzeiger.* Verfügbar unter: https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/medizin-und-psychologie/Neue-Therapie-gegen-multiple-Sklerose-/story/25795033 (Zugriff am 29.04.2020)

- Material 3, Abbildung 2:
  Health Union, LLC. (2019). *MS Statistics*: Figure 1 Multiple sclerosis rates around the world [Grafik]. Verfügbar unter https://multiplesclerosis.net/what-is-ms/statistics/ (Zugriff am 29.04.2020)

- Material 3, Abbildung 3:
  Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an Solar Cell Central. World Solar Radiation Map. Verfügbar unter: https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/neurologie/pdf_downloads/MS_PatientenTag_2017/Patiententag_MS_2017_Viehoever.pdf (Zugriff am 11.09.2018)

- Material 3, Informationen zu Vitamin D:
  Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung Wikipedia. Vitamin D. *Wikipedia, die freie Enzyklopädie.* Verfügbar von: https://de.wikipedia.org/wiki/Vitamin_D (Zugriff am 11.09.2018)

- Material 4, Abbildung 4:
  Ascherio, A. et al. (2014). Figure 1: Multiple Sclerosis Outcomes According to Dichotomous Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels (A, B, D). Vitamin D as an Early Predictor of Multiple Sclerosis Activity and Progression. *JAMA Neurology, 71*(3). doi:10.1001/jamaneurol.2013.5993

- Lernhilfe 1, Abbildung 5:
  Sadava, D., Hillis, D., Heller, H. C. & Berenbaum, M.R. (2012). *Biologie* (9. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 1261.

- Lernhilfe 1, Abbildung 6:
  Sadava, D., Hillis, D., Heller, H. C. & Berenbaum, M.R. (2012). *Biologie* (9. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 1263.