

# Maturprüfung 2021

## Biologie SPF

<b>Klasse</b>	4b
<b>Anzahl Seiten (ohne Deckblatt)</b>	20
<b>Inhalt</b>	<p>A Kreislauf und Atmung (29.5 P.)</p> <p>B Blut und innere Organe (19 P.)</p> <p>C Infektionskrankheiten und Immunsystem (17 P.)</p> <p>D Klassische Genetik (17 P.)</p> <p>E Molekulargenetik (17 P.)</p> <p>F Evolution, Systematik und Ökologie (18 P.)</p> <p>G Fortpflanzung und Embryologie (8.5 P.)</p> <p>H Hormonsystem, Nervensystem und Auge (20 P.)</p>
<b>Anweisungen/ Erläuterungen</b>	<p>Schreiben/Zeichnen Sie Ihre Lösungen nur dann auf die bedruckten Prüfungsblätter, wenn es <b>explizit verlangt</b> ist. Die übrigen Antworten schreiben Sie auf die mitgelieferten, <b>leeren</b> Blätter. Beginnen Sie dabei <b>für jeden Teil der Prüfung (A–H) eine neue Seite</b>. Jedes dieser Blätter schreiben Sie bitte mit Ihrem Namen und ihrer Klasse an.</p>
<b>Prüfungszeit</b>	
<b>Hilfsmittel</b>	<p>Kugelschreiber oder Tintenfüller</p> <p>Bleistift (nur für Zeichnungen), Radiergummi</p>
<b>Bewertung</b>	<p>Die erreichbaren Punkte sind für jede Teilaufgabe angegeben. Die Gesamtnote ergibt sich aus der Verrechnung der Prüfungsteile A–H. Für die Note 6 ist nicht die Maximalpunktzahl erforderlich.</p>

Bevor Sie mit dem Lösen der Aufgaben beginnen, kontrollieren Sie bitte, ob die Prüfung gemäss obiger Aufstellung vollständig ist. Sollten Sie der Meinung sein, dass etwas fehlt, melden Sie dies bitte **umgehend** der Aufsicht.



# A Kreislauf und Atmung (29.5 P.)

## A1 Herz & Kreislauf (11 P.)

- a) Benennen Sie mit Hilfe der Tabelle 1 die anatomischen Strukturen 1-4 in Abbildung A1. (4 P.)

- 1 .....  
 2 .....  
 3 .....  
 4 .....

- b) Geben Sie bei den Nummern 1-4 in Abbildung A1 die Fließrichtung des Blutes mit einem Pfeil an. (1 P.)

- c) In welcher Phase des Herzzyklus befindet sich das Herz in Abbildung 1A? (1 P.)

- d) Zeichnen Sie die Sauerstoffsättigung [%] im Diagramm in Abbildung A2 entlang der Punkte 1-8 ein. Die Abfolge der Zahlen auf der X-Achse (→) muss der Fließrichtung des Blutes folgen. Geben Sie der Y-Achse eine Skala. (3 P.)

- e) Der Herzfehler einer Person besteht nun darin, dass das *Foramen ovale* nach der Geburt nicht geschlossen wurde. Mit anderen Worten, die beiden Vorhöfe sind durch eine Öffnung miteinander in Verbindung und Blut kann in beiden Richtungen durch das Foramen fließen. Zeichnen Sie die Sauerstoffsättigung [%] dieser Person mit einer anderen Farbe im Diagramm in Abbildung A2 entlang der Punkte 1-8 ein. (2 P.)

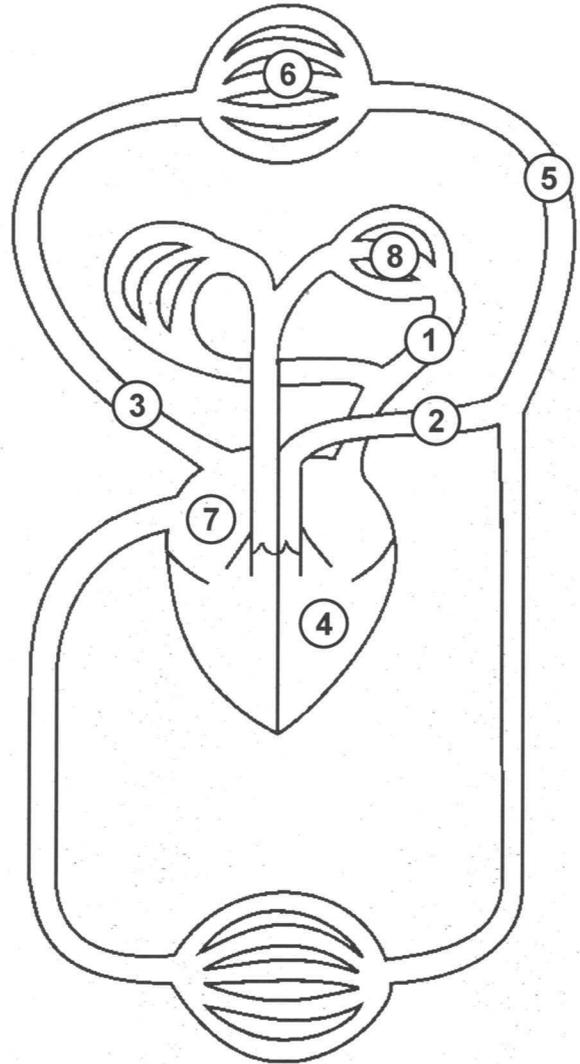


Abb. A1 stark vereinfachte, schematische Darstellung des Herz-Kreislaufsystems des Menschen

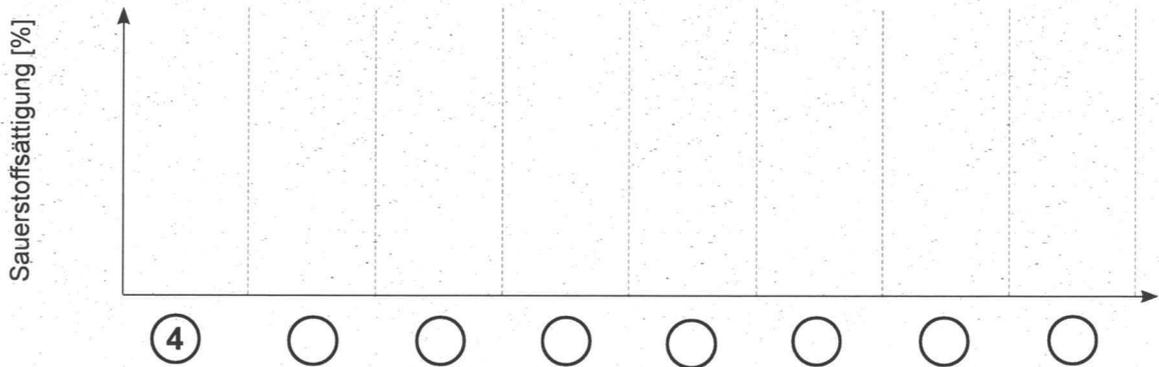


Abb. A2 Die Sauerstoffsättigung des Blutes entlang der Punkte 1-8 in Abb. 1A.

## A2 Das schlagende Herz (6.5)

a) Prüfen Sie die folgenden Aussagen auf ihre Richtigkeit und kreuzen Sie in der Tabelle entsprechend [ r ] (richtig) oder [ f ] (falsch) an. Korrigieren Sie falsche Aussagen, indem Sie nur den **fett hervorgehobenen Teil** der Aussage so ersetzen, dass eine sinnvolle und korrekte Aussage entsteht. Eine als richtig erkannte Aussage ergibt einen halben Punkt, eine erkannte und richtig korrigierte Falschaussage ergibt einen ganzen Punkt. Benutzen Sie für Ihre Antworten die nachfolgende Tabelle. (3.5 P.)

- 1 In den Venen herrscht generell ein **niedrigerer** Druck als in den Arterien.
- 2 Der Druck im Lungenkreislauf ist generell **geringer** als im Körperkreislauf.
- 3 Während der Systole ist die Vorhofmuskulatur **entspannt**.
- 4 Während der Systole herrscht in der Aorta ein **höherer** Druck als in der linken Herzkammer.
- 5 Während der Diastole herrscht in den Vorhöfen ein **höherer** Druck als in den entsprechenden Herzkammern.
- 6 Während der Systole herrscht im rechten Vorhof ein **niedrigerer** Druck als in den Hohlvenen (nahe beim Herz).

	korrigierte Textstelle
1 [ r ] [ f ]	
2 [ r ] [ f ]	
3 [ r ] [ f ]	
4 [ r ] [ f ]	
5 [ r ] [ f ]	
6 [ r ] [ f ]	

b) In der Abbildung A3 ist der Druck in der Aorta und im Vorhof dargestellt. Zeichnen Sie den Verlauf der Druckänderungen in der linken Herzkammer mit Bleistift direkt in die Abbildung A3 ein (2 P.). Rahmen Sie das Zeitfenster der Systole mit zwei vertikalen Linien an (1 P.).

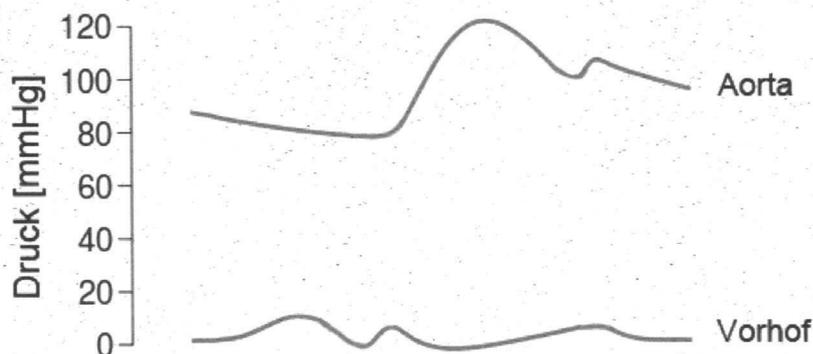


Abb. A3 Druckverlauf in der linken Herzkammer.

### A3 Atmung (12P.)

- a) Prüfen Sie die folgenden Aussagen auf ihre Richtigkeit und kreuzen Sie in der Tabelle entsprechend [ r ] (richtig) oder [ f ] (falsch) an. Korrigieren Sie falsche Aussagen, indem Sie nur den **fett hervorgehobenen Teil** der Aussage so ersetzen, dass eine sinnvolle und korrekte Aussage entsteht. Eine als richtig erkannte Aussage ergibt einen halben Punkt, eine erkannte und richtig korrigierte Falsch-aussage ergibt einen ganzen Punkt. Benutzen Sie für Ihre Antworten die nachfolgende Tabelle.

(5 P.)

- 1 Der Gasaustausch erfolgt in den **Bronchiolen**.
- 2 Durch tieferes und häufigeres Ein- und Ausatmen (Hyperventilation) kann der O<sub>2</sub>-Gehalt im Blut **gesteigert** werden.
- 3 Bei der Bauchatmung wird das Zwerchfell beim Einatmen **angespannt**.
- 4 Jedes Hämoglobinmolekül kann **ein** Sauerstoffmolekül binden.
- 5 Durch tieferes und häufigeres Ein- und Ausatmen (Hyperventilation) **steigt** der pH-Wert des Blutes.
- 6 Im Pleuralspalt ändert sich der Unterdruck während einem Atemzyklus (-500Pa bis -800Pa). Während dem Einatmen beträgt er **-500 Pa**.

	korrigierte Textstelle
1 [ r ] [ f ]	
2 [ r ] [ f ]	
3 [ r ] [ f ]	
4 [ r ] [ f ]	
5 [ r ] [ f ]	
6 [ r ] [ f ]	

- b) Der Gasaustausch zwischen Organismen und deren Umgebung erfolgt auf der Basis der Diffusion. Welche beiden anatomischen Anpassungen zur Optimierung des Gasaustaschs sind in spezialisierten Gasaustauschorganen wie Kiemen und Lungen zu finden? Erklären Sie in jeweils einem Satz, warum die jeweilige Anpassung den Gasaustausch optimiert. (4P.)

- c) In Abbildung A3 sind die unterschiedlichen Atemvolumina dargestellt. Wie verändert sich das Atemvolumen, wenn das Restvolumen erhöht wird? Erklären Sie den Zusammenhang zwischen den beiden Volumina. (3P.)

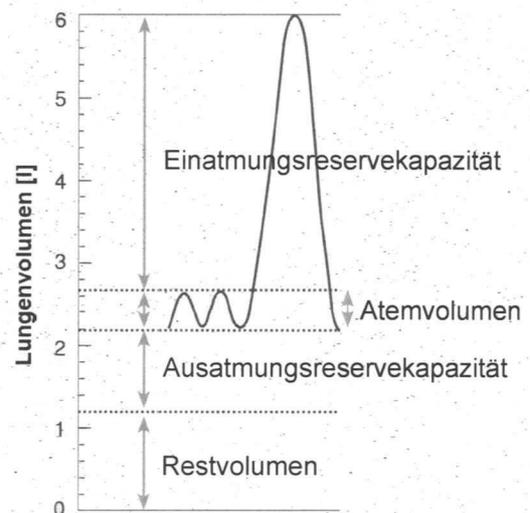


Abb. A3 Atemvolumina

## B Blut und innere Organe (19 P.)

### B1 Multiple Choice zum Thema Blut

Entscheiden Sie, welche der fünf Aussagen **richtig** respektive **am wahrscheinlichsten** ist und füllen Sie die entsprechende Nummer in die **Lösungstabelle** auf der folgenden Seite 5. (10 P.)

1. Die Bildung der Blutzellen ...
  - 1 beginnt im Knochenmark und wird im Blut weitergeführt.
  - 2 startet mit der Differenzierung von omnipotenten Stammzellen im Knochenmark.
  - 3 läuft im Rückenmark ab und wird durch spezielle Hormone gesteuert.
  - 4 ist aufgeteilt in die Bildung der Erythrocyten und der Lymphocyten.
  - 5 läuft ausschliesslich im roten Knochenmark ab.
  
2. Erythrocyten sind für den Sauerstofftransport hoch spezialisiert. Dies zeigt sich ...
  - 1 dadurch, dass sie einen sehr flachen Zellkern haben.
  - 2 dadurch, dass sie fast ausschliesslich mit Hämoglobinmolekülen gefüllt sind.
  - 3 dadurch, dass sie vier Sauerstoffmoleküle binden können.
  - 4 in der grossen Anzahl an Mitochondrien, die aerob ATP bilden.
  - 5 dadurch, dass sie einen besonders grossen Zellkern haben.
  
3. Was ist **keine** Aufgabe des Blutes?
  - 1 Transport von Immunzellen
  - 2 Wärmeverteilung
  - 3 Sauerstofftransport
  - 4 Regulation der Erregungsleitung
  - 5 Nährstofftransport
  
4. Hämatokrit ist die Bezeichnung für ...
  - 1 den Anteil der weissen Blutzellen im Blut.
  - 2 den Proteingehalt des Blutes.
  - 3 den Anteil des Blutplasmas im Blut.
  - 4 den Sauerstoffgehalt des Blutes.
  - 5 den Volumenanteil der Blutzellen im Blut.
  
5. Lymphozyten erkennt man unter dem Mikroskop anhand des Zellkerns, der ...
  - 1 nicht vorhanden ist.
  - 2 rund ist und fast die ganze Zelle ausfüllt.
  - 3 stabförmig ist.
  - 4 verschiedene Segmente, die durch Brücken verbunden sind, hat.
  - 5 in Körnchen aufgeteilt ist.
  
6. Welches der folgenden Blutbestandteile hat in einem gesunden Menschen **keinen** Einfluss auf die Blutgerinnung?
  - 1 Vitamin C
  - 2 Plättchenfaktor
  - 3 Vitamin K
  - 4 Thrombin
  - 5 Gerinnungsfaktor 8

7. Nach einem schweren Unfall benötigt eine Patientin dringend eine Blutspende am Unfallort. Auf ihrem Blutspendenausweis kann nur noch gelesen werden, dass die Patientin Blutgruppe A hat. Sie erhält eine Erythrocytenkonserve mit Blutgruppe ...
- 1 AB Rh<sup>+</sup>.
  - 2 A Rh<sup>+</sup>.
  - 3 B rh<sup>-</sup>.
  - 4 0 Rh<sup>+</sup>.
  - 5 A rh<sup>-</sup>.
8. Eine Person, die Blutgruppe 0 hat, ...
- 1 kann Erythrocytenkonserven an allen anderen Menschen spenden.
  - 2 besitzt Erythrocyten mit A- und B-Antigenen auf der Oberfläche.
  - 3 besitzt Blutplasma, welches A- und B-Antigene enthält.
  - 4 kann Plasma an alle anderen Menschen spenden.
  - 5 besitzt Blutplasma mit anti-A- und anti-B-Antikörpern.
9. Blut und Lymphe unterscheiden sich unter anderem dadurch, dass ...
- 1 nur im Blut Abwehrzellen und Antikörper transportiert werden.
  - 2 nur im Blut eine Gerinnung ablaufen kann.
  - 3 in der Lymphe keinerlei Blutzellen vorkommen.
  - 4 die Lymphe keine gelösten Stoffe enthält, das Blut jedoch schon.
  - 5 die Lymphe keine Lymphozyten enthält.
10. Die Bildung neuer Erythrocyten durch das Hormon EPO (Erythropoietin) wird **nicht** ausgelöst durch ...
- 1 eine starke Blutung.
  - 2 Anämie.
  - 3 hohen Flüssigkeitsverlust bei einer Magen-Darmerkrankung.
  - 4 eine Blutspende.
  - 5 den Aufenthalt für mehrere Tage in grosser Höhe.

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antwort										

## B2 Verdauung (9 P.)

a) Vervollständigen Sie mittels der Legende den folgenden Lückentext (4 P.):

Die Verdauung beginnt bereits im Mund. Das Enzym ...**(a)**... zerlegt das Kohlenhydrat ...**(b)**... in Maltose. Im Magen findet der erste Verdauungsschritt für die ...**(c)**... (Stoffklasse) statt. Der Magen ist durch einen Schleimmantel vor der Magensäure und vor dem Enzym ...**(d)**... geschützt. Nach dem Magen gelangt der Nahrungsbrei in den ersten Dünndarmabschnitt, den sogenannten ...**(e)**... . Hier münden der Pankreassaft und ...**(f)**... . Letztere emulgiert Fette und Öle. Im Vergleich zum Magen, ist der pH-Wert in diesem Abschnitt deutlich ...**(g)**... . Im nächsten Dünndarmabschnitt sind die Enterozyten (Zellen, die an das Darmlumen grenzen) mit wurmartigen Ausstülpungen versehen, den sogenannten ...**(h)**... .

- a .....
- b .....
- c .....
- d .....
- e .....
- f .....
- g .....
- h .....

b) Zöliakie ist eine Unverträglichkeit des Dünndarms gegenüber Gluten. Gluten ist ein Sammelbegriff für Proteine (Klebereiweisse), die in bestimmten Getreidesorten enthalten sind. Bei Menschen mit Zöliakie löst der Verzehr von Gluten eine Entzündung der Dünndarmschleimhaut aus. Dadurch sterben mit der Zeit die Zotten des Dünndarmes ab.

In Abbildung B2 sind die morphologischen Veränderungen, die durch die Krankheit hervorgerufen werden, dargestellt. Inwiefern ist die Funktion des Dünndarms bei dieser Krankheit im Vergleich zum Dünndarm einer gesunden Person verändert (2 P.) und welche direkten Folgen haben diese Veränderungen (1 P.)? Nennen Sie vier verschiedene Symptome als Folge dieser Veränderung (2 P.).

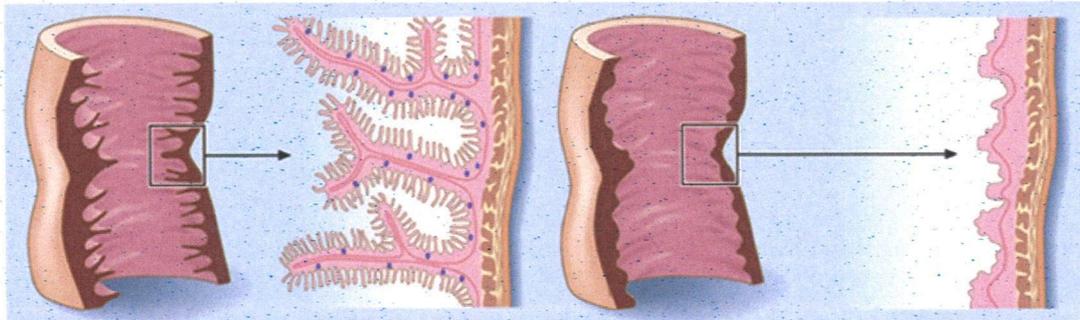


Abb. B2 Veränderung der Dünndarmschleimhaut durch Zöliakie.  
(Quelle: [www.apotheken-umschau.de](http://www.apotheken-umschau.de) / 2020-12-22)

# C Infektionskrankheiten & Immunsystem (17 P.)

## C1 Infektionskrankheiten

a) Kreuzen Sie die Kombination von Eigenschaften einer Infektionskrankheit an, die eine maximale Verbreitung erlauben. Um die beiden Punkte zu erreichen, müssen alle Kreuze richtig gesetzt sein. (2 P.)

- Die Pathogenität der Krankheit ist hoch.
- Infizierte sind während der Inkubationszeit infektiös.
- Die Infektiosität ist hoch.
- Die Inkubationszeit dauert lange.
- Die Wirtspopulation weist eine geringe Dichte auf.

b) Beschreiben Sie einen grundlegenden Unterschied zwischen dem Reproduktionszyklus des HI-Virus und dem Reproduktionszyklus des Influenzavirus. (4 P.)

## C2 Grundlagen der Immunbiologie

Prüfen Sie die folgenden Aussagen auf ihre Richtigkeit und kreuzen Sie entsprechend [ r ] (richtig) oder [ f ] (falsch) an. Korrigieren Sie falsche Aussagen, indem Sie nur den **fett hervorgehobenen Teil** der Aussage so ersetzen, dass eine sinnvolle und korrekte Aussage entsteht. Eine als richtig erkannte Aussage ergibt einen halben Punkt, eine erkannte und richtig korrigierte Falschaussage ergibt einen ganzen Punkt. Benutzen Sie für Ihre Antwort die nachfolgende Tabelle. (5 P.)

- 1 T-Zellen reifen im **roten Knochenmark**.
- 2 Alle reifen Lymphozyten, die von derselben Stammzelle abstammen, sind genetisch **identisch**.
- 3 Bei der **passiven** Immunisierung wird eine Immunantwort ausgelöst.
- 4 Die Vielfalt der Lymphozyten-Rezeptoren basiert auf der **selektiven Klonierung**.
- 5 Ohne T-Helferzellen kann der Körper **keine** Antikörper herstellen.
- 6 Nach einer erfolgreichen Immunisierung ist eine Infektion mit dem entsprechenden Krankheitserreger **immer noch** möglich.

	korrigierte Textstelle
1 [ r ] [ f ]	
2 [ r ] [ f ]	
3 [ r ] [ f ]	
4 [ r ] [ f ]	
5 [ r ] [ f ]	
6 [ r ] [ f ]	

### C3 Impfung (6 P.)

Die ersten zugelassenen Impfstoffe gegen das neue Coronavirus sind sogenannte mRNA-Impfstoffe. Die injizierte mRNA enthält den Bauplan für ein Oberflächenprotein des Virus. Die mRNA gelangt in die Zellen in der Umgebung der Einstichstelle. Nach durchlaufener Proteinsynthese wird das Virusprotein von der entsprechenden Zelle an der Zelloberfläche für das Immunsystem «sichtbar».

- a) Skeptiker dieser Impfmethode weisen auf das Risiko hin, dass sich das virale Erbgut in das menschliche Erbgut integrieren könnte. Die Entwickler\*innen der mRNA-Impfstoffe verneinen dieses Risiko, weil dem Impfstoff dazu ein Enzym fehle. Von welchem Enzym ist hier die Rede, was kann dieses Enzym, und warum geht es ohne nicht? (2 P.)
- b) Welches Virus verfügt über das erwähnte Enzym, und welchen Vorteil bei seiner Verbreitung in einer Population verleiht es dem Virus? (2 P.)
- c) Bei der Entwicklung dieser Impfstoffe stand unter anderem die Frage im Raum, wie viel mRNA in einer Dosis enthalten sein muss, um eine ausreichende Immunisierung zu erzielen. Welcher Unterschied zwischen der Immunisierung durch den mRNA-Impfstoff und einer natürlichen Immunisierung durch das Virus rechtfertigen diese Frage? (2 P.)

## D Klassische Genetik (17 Punkte)

### D1 Begriffe

- Erklären Sie „Allel“ im Kontext der klassischen Genetik in einem Satz. (1 P.)
- Erklären Sie den Begriff „haploid“ im Kontext der klassischen Genetik anhand eines konkreten Beispiels. (1 P.)

### D2 Graue Hühner

Ein weisses Huhn hat Nachkommen mit einem schwarzen Hahn. Sämtliche schlüpfende Kücken haben graues Gefieder.

- Was schliessen Sie daraus bezüglich der Vererbung dieses Merkmals (Erbgang)? (1 P.)
- Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass von den gleichen Eltern ein weiteres Huhn mit grauem Gefieder gezeugt wird? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe eines Kreuzungsschemas. (3 P.)

### D3 Stammbaum

Die Abbildung D1 zeigt den Stammbaum einer Familie, in der Glasknochenkrankheit aufgetreten ist. Neumutationen sollen ausgeschlossen sein.

- Ermitteln und begründen Sie anhand des Stammbaums, wie die Krankheit vererbt wird. (5 P.)
- Geben Sie mit geeigneten Symbolen (Legende angeben) die Genotypen der Personen 2, 6 und 18 an. (3 P.)
- Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass zukünftige Kinder der Eltern 5 und 6 an der Glaskrankheit erkranken werden? Begründen Sie Ihre Überlegung. (3 P.)

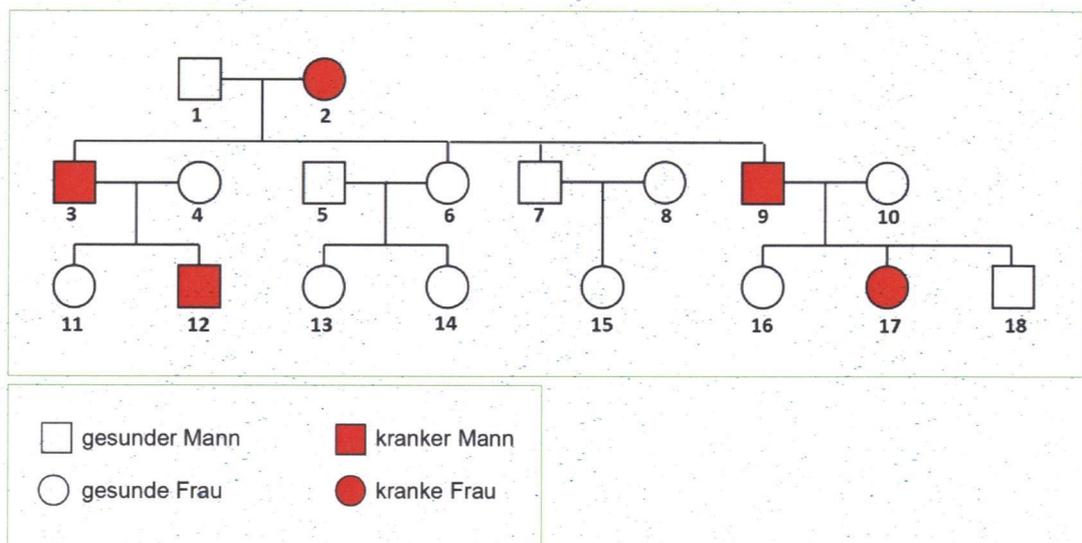
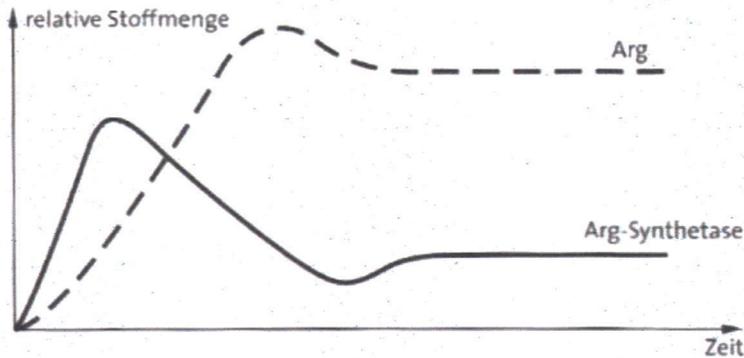


Abb. D1 Stammbaum einer Familie mit Glasknochenkrankheit. Gezeigt sind die Phänotypen.

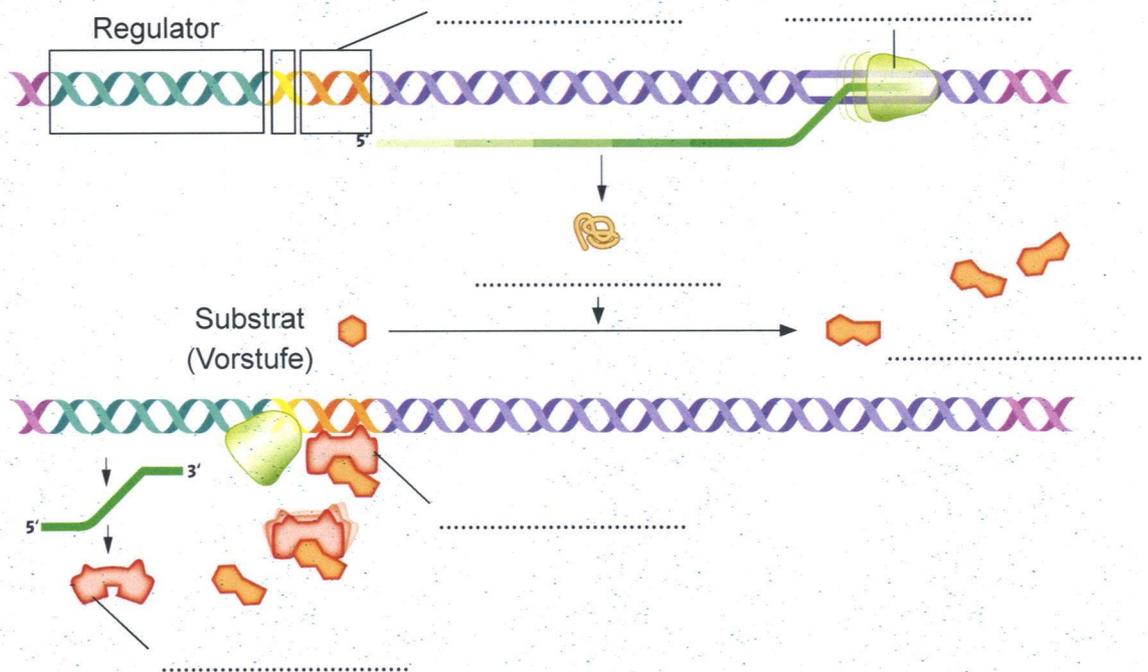
# E Molekulargenetik (17 Punkte)

## E1 Genregulation

Arginin ist eine Aminosäure, die *Escherichia coli* (*E. coli*) bei Bedarf selbst herstellen kann. Dazu wird unter anderem das Enzym Arginin-Synthetase gebraucht. Wenn man in einem Experiment *E.-coli*-Bakterien auf einen Arginin-freien Nährboden ausbringt, und ab dann die **Produktion** der Arginin-Synthetase sowie die Produktion des Arginins aufzeichnet, erhält man folgendes Ergebnis:



- a) Vervollständigen Sie (...) die Beschriftung des abgebildeten Modells der Genregulation, welches den Verlauf der beiden Produktionskurven erklären kann (3 P.).

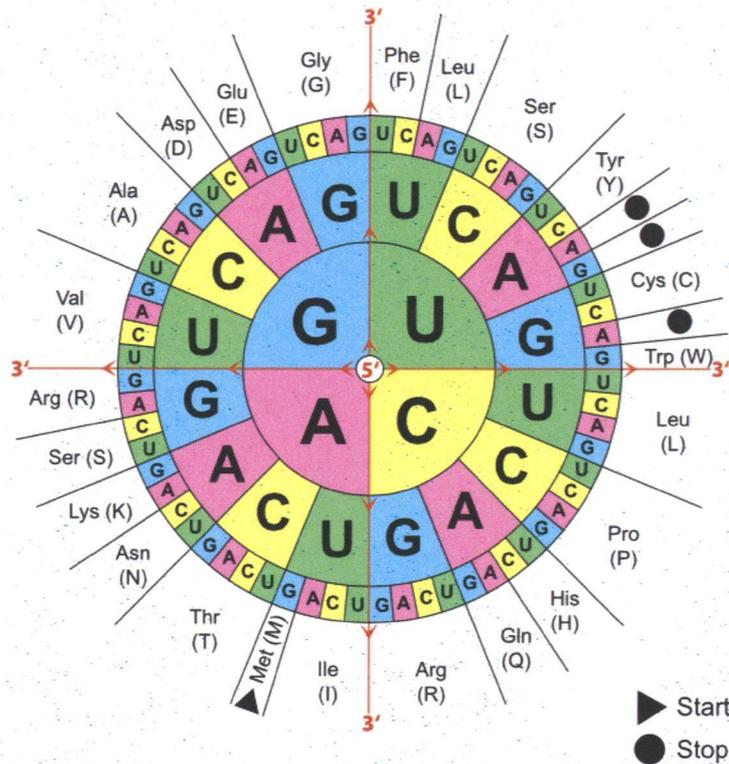


- b) Nennen Sie diese Art der Genregulation (1 P.) und beschreiben Sie mit ein bis zwei Sätzen deren Mechanismus. (1 P.)

## E2 Hüllproteine

- a) Die abgebildete Sequenz zeigt den **codogenen** Strang einer Phagen-DNA, der den Code für ein kurzes Peptid enthält. Notieren Sie das Genprodukt in der korrekten Reihenfolge (von links nach rechts). Zeigen Sie die Zwischenschritte bei Ihrem Vorgehen nachvollziehbar auf und benennen Sie die involvierten Prozesse. (4 P.)

5' CTAATTAAGGAGAAATACATTTGCC 3'



- b) Nehmen Sie am o. g. codogenen Strang eine Insertion vor, welche das Genprodukt um eine Aminosäure kürzt. Geben Sie die Insertionsstelle und die inserierte Base gut erkennbar an. (2 P.)
- c) Phagen sind hochspezifisch bezüglich ihres Wirtsbakteriums. Wie kann eine Mutation diese Spezifität auflösen und welche Folgen für das Virus resultieren daraus? (2 P.)

- d) Das Bundesamt für Gesundheit informiert wie folgt: „Mit Antibiotikaresistenz wird die Fähigkeit einiger Bakterien bezeichnet, der Wirkung von Antibiotika zu widerstehen. Resistent werden also nicht die Personen, sondern Bakterien. Resistente Bakterien können sich vermehren und sich von einer Person auf andere übertragen. Solche Krankheitserreger können die Behandlung einer Infektion erschweren, verlängern oder im schlimmsten Fall sogar verunmöglichen. (...) Antibiotikaresistenzen sind rund um den Globus festzustellen. Da sich das Problem verschärft, handelt es sich um eine der grössten Herausforderungen für die globale Gesundheit. So sind beispielsweise 3,5 Prozent der weltweit festgestellten neuen Tuberkulosefälle auf multiresistente Erreger zurückzuführen. Diese Entwicklung beschleunigt sich wegen unsachgemäsem Antibiotikagebrauch, ungeeigneter oder fehlender Programme, radikaler Bekämpfung von Infektionen, qualitativ schlechter Medikamente, geringer Laborkapazitäten, mangelhafter Überwachung und unzureichender Reglementierung der Antibiotikaverwendung.“ (Quelle: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch))

Chemische Antibiotika erreichen offenbar eine Grenze und die Suche nach weiteren Heilmitteln ist in vollem Gange. In Georgien z. B. forscht man seit etwa 100 Jahren an Bakteriophagen als Heilmittel und nutzt sie auch als solche. In der Schweiz sind sie derzeit nicht zugelassen.

Nennen und begründen Sie zwei Vorteile des Einsatzes von Bakteriophagen gegenüber herkömmlichen Antibiotika gegen bakterielle Infektionen aus evolutionsbiologischer und molekularer Sicht. Verwenden Sie dabei die passenden Fach- und Schlüsselbegriffe. (4 P.)

# F Evolution, Systematik (18 P.)

## F1 Begriffe

- a) Definieren Sie den Begriff ‚adaptive Radiation‘ (im Kontext der Evolution) in einem Satz. (2 P.)
- b) Nennen Sie ein Beispiel für adaptive Radiation bei Vögeln. (1 P.)
- c) Halbinsel Yucatán schlug vor rund 60 Mio. Jahren ein Meteorit ein. Die führte zu einer massiven Staubentwicklung, die die Atmosphäre verdunkelte. Versuchen Sie daraus abzuleiten, wie sich die dadurch veränderten Umweltbedingungen auf das Fortbestehen und die Weiterentwicklung der damals vorhandenen Tiergruppen auswirkten. (2 P.)

## F2 Schlange, Gift und Gene

Als giftigste Schlange der Welt gilt der australische Inland-Taipan (*Oxyuranus microlepidotus*). Ein einziger Tropfen seines Giftes würde ausreichen, um etwa 100 Menschen zu töten. Neben dem Inland-Taipan gibt es in Australien zwei weitere Taipan-Arten, den Küsten-Taipan (*Oxyuranus scutellanus*) und die erst 2007 entdeckte Art *Oxyuranus temporalis*. Alle drei extrem giftigen Schlangenarten haben sich im Laufe der Evolution aus einer weniger giftigen Stammart entwickelt.

Evolutive Veränderungen wurden in den letzten 200 Jahren unterschiedlich erklärt. Ein erster Erklärungsansatz für die Veränderlichkeit der Arten stammte von Jean Baptiste Lamarck. Er hätte die Veränderung der Giftigkeit der *Oxyuranus*-Schlangen beispielsweise wie folgt formuliert:

*„Durch zunehmende Jagd verblieben im Lebensraum der Schlangen vorwiegend wehrhafte Beutetiere. Die Schlangen versuchten auch diese zu erbeuten, ohne dabei selbst verletzt zu werden. Durch häufigen Gebrauch ihres Giftapparates entwickelten sie die Fähigkeit, immer mehr und stärkeres Gift zu produzieren, das die Beutetiere schnell tötete. Diese Fähigkeit vererbten sie an ihre Nachkommen.“*

- a) Führen Sie aus, was man Lamarck aus heutiger Sicht auf die Evolutionsbiologie entgegenhalten würde und erläutern Sie die Veränderung der Giftigkeit der *Oxyuranus*-Schlangen aus heutiger evolutionsbiologischer Sicht. (4 P.)

Die drei heute lebenden *Oxyuranus*-Arten müssen durch zwei aufeinanderfolgende Artaufspaltungen aus einer gemeinsamen Stammart entstanden sein. Dafür gibt es drei mögliche Verwandtschaftshypothesen (siehe Abb. F 2.1). Um zwischen diesen Hypothesen zu entscheiden, werden ausgewählte homologe DNA-Sequenzen der drei Arten miteinander verglichen. Ausserdem liegen entsprechende DNA-Sequenzen anderer Schlangenarten vor. Ein kleiner Ausschnitt von 15 Basen ist in Abbildung F 2.2 gegeben.

- b) Vergleichen Sie die DNA-Sequenzen der drei *Oxyuranus*-Arten mit denen anderer Schlangen. Begründen Sie anhand der Basensequenzen (Abb. F 2.2), welche der drei Hypothesen (Abb. F 2.1) zutreffend ist. (4 P.)

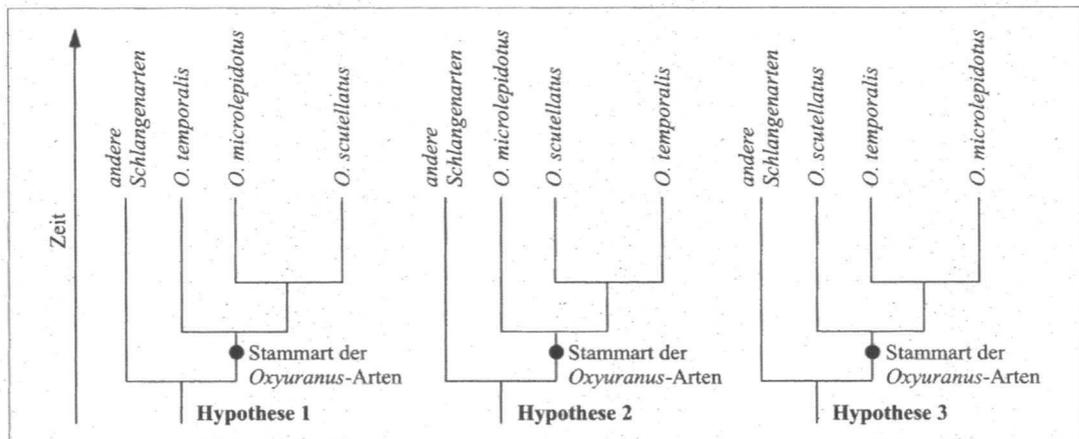


Abb. F 2.1: Mögliche Hypothesen zur Verwandtschaft der drei *Oxyuranus*-Arten

Art	Basensequenzen														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
andere Schlangenarten	C	A	T	T	C	G	T	T	T	A	T	C	C	C	A
<i>Oxyuranus scutellatus</i> (Küsten-Taipan)	T	A	T	C	C	G	C	C	T	A	T	C	T	C	A
<i>Oxyuranus temporalis</i>	T	A	T	C	C	G	C	C	T	A	T	C	C	C	A
<i>Oxyuranus microlepidotus</i> (Inland-Taipan)	T	A	T	C	C	G	C	C	T	A	T	C	T	C	A

Abb. F 2.2: Homologe Basensequenzen bei verschiedenen Schlangenarten

### F3 Bunte Barsche in Afrika

In den grossen afrikanischen Süsswasserseen gibt es eine Fülle an endemischen Arten aus der Familie der Buntbarsche. Die Buntbarsche sind ursprünglich wenig spezialisierte, räuberische Fleischfresser und stammen aus Flüssen, die in die Seen münden. Die einzelnen Arten besiedeln heute die verschiedensten Lebensräume bis zu 200 m Tiefe.

Deuten Sie unter Einbeziehung von drei der vier Abbildungen (Abb. F3) die Entstehung der unterschiedlichen Buntbarscharten. (3 P.)

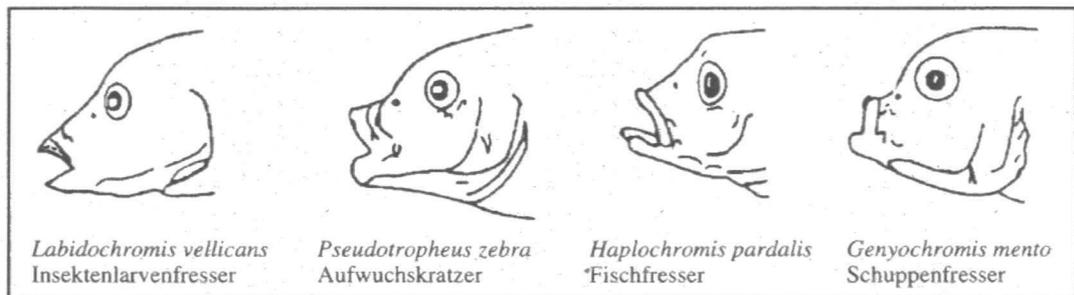


Abb. F3: Charakterische Ausprägung der Koppartie bei verschiedenen Buntbarscharten

### F4 Winterschlaf

Einer neuen Studie zufolge könnten frühe Menschen Winterschlaf gehalten haben. Während wir dieses Verhalten heute nur von einigen Tieren wie beispielsweise Bären kennen, fanden Forscher nun Hinweise auf menschlichen Winterschlaf in Skelettresten. Die Hominiden-Knochen sind rund 430000 Jahre alt und wurden in der spanischen Höhle Sima de los Huesos gefunden.

Es waren strukturelle Merkmale der gefundenen Knochen, die das Forscherteam haben schliessen lassen, dass diese hominiden Vorfahren Winterschlaf hielten.

Welche beiden Vergleiche musste das Forscherteam anstellen, und was hatten sie dabei festgestellt, um den genannten Schluss zu ziehen? Formulieren Sie beiden vergleichenden Feststellungen in je einem Satz. (2 P.)

## G Embryologie (8.5 Punkte)

### G1 Begriffe

Erläutern Sie in wenigen treffenden Sätzen die folgenden Begriffe.

- Keimblätter (1 P.)
- Chorion (1 P.)

### G2 Embryonalhüllen

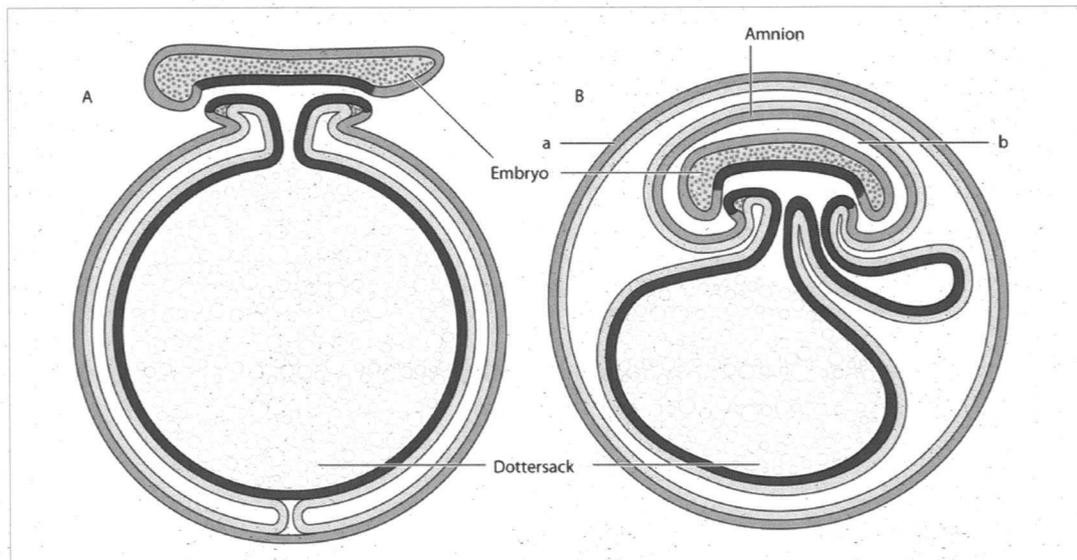


Abb. G2: Die Bilder A und B zeigen im schematischen Längsschnitt zwei Wirbeltierembryonen (Vogel und Fisch) zu Beginn der Organdifferenzierung.

- Nennen Sie die Prozesse der Embryonalentwicklung, die bei Wirbeltieren dem abgebildeten Stadium vorausgehen. (1.5 P.)
- Ordnen Sie zu, welches der Bilder A und B die Entwicklung des Fischkeims und welche die des Vogelkeims zeigt. Begründen Sie Ihre Zuordnung, indem Sie die Ausbildung der Embryonalhüllen vergleichen. (2 P.)
- Erklären Sie, welche Funktion der Dottersack für einen Vogelembryo hat und warum er bei Säugetieren dotterfrei ausgebildet ist. (3 P.)

# H Hormone und Neurobiologie (23 Punkte)

## H1 Hormone

Insulin wird in den beta-Zellen, produziert und über das Blut zu den Körperzellen transportiert. Die Wirkung des Insulins auf die Körperzellen ist in Abbildung H1 dargestellt. Lesen Sie zuerst alle Teilfragen durch, bevor Sie mit der Beantwortung der einzelnen Teilfragen beginnen.

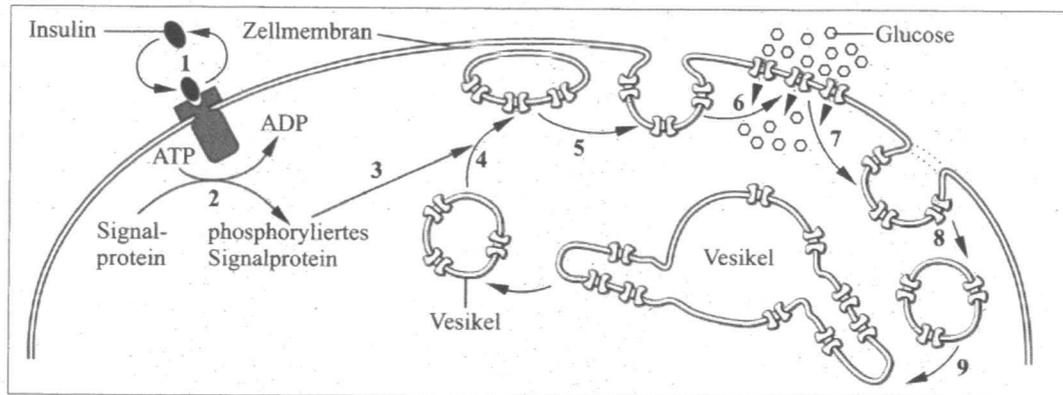


Abb. H1: Wirkung von Insulin an einer Zielzelle

- Wo befinden sich die erwähnten beta-Zellen genau (Gewebe, Organ)? (1 P.)
- Beschreiben Sie in wenigen treffenden Sätzen und unter Bezugnahme auf Abb. H1 was die Aufgabe von Insulin ist und wie Insulin dieser Aufgabe **in einem ersten** Schritt nachkommt. (3 P.)
- Insulin wirkt auf verschiedene Zelltypen im Körper. Worin unterscheiden sich die durch Insulin induzierten Stoffwechselprozesse in Leber- und Muskelzellen und worin sind sie sich gleich? (2 P.)

## H2 Neurobiologie

- a) Benennen Sie in der Tabelle die in Abb. H2 mit den Ziffern 1 - 8 gekennzeichneten Strukturen. (2 P.)

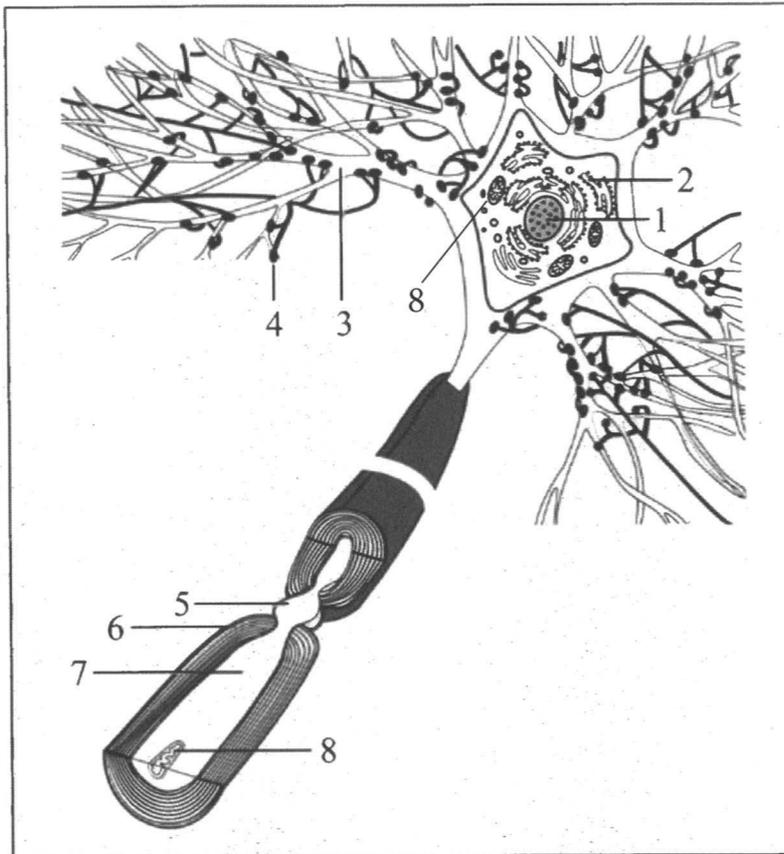


Abb. H2: Neuron

#	Name
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- b) Beschreiben Sie die Vorgänge bei der Erregungsleitung und deren Richtung in einem unmyelinisierten Axon. (4 P.)
- c) Erläutern Sie die Unterschiede in der Leitungsgeschwindigkeit (Tab. H1). Die Umgebungstemperatur bezieht sich auf den Lebensraum.
- 1) zwischen Neuronen von Qualle und Küchenschabe. (1 P.)
  - 2) zwischen Neuronen von Frosch und Katze bei einer Aussentemperatur von 10°C. (1 P.)

Tab. H1: Geschwindigkeit der Erregungsleitung bei verschiedenen Tieren

	Tier	Nervenfasertyp	Durchmesser der Nervenfaser ( $\mu\text{m}$ )	Geschwindigkeit (m/s) bei 10° Celsius Umgebungstemperatur
1	Qualle	nicht myelinisiert	9	0,5
2	Küchenschabe	nicht myelinisiert	50	7
3	Tintenfisch	nicht myelinisiert	650	25
4	Frosch	myelinisiert	19	42
5	Katze	myelinisiert	21	120

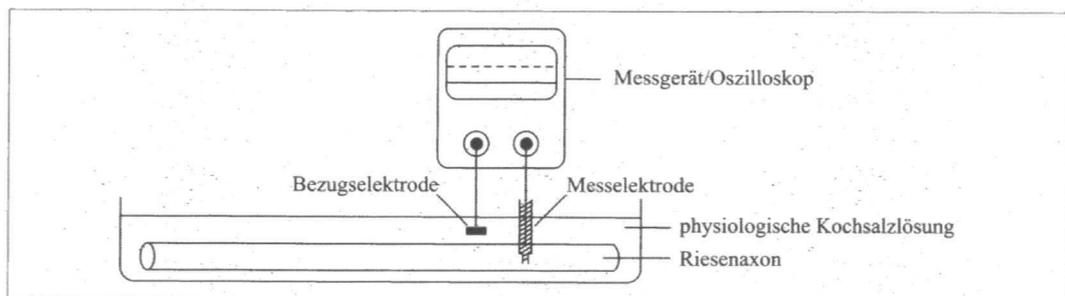


Abb. H3: Versuchsanordnung zur Messung von Membranspannungen

- d) Abbildung H3 zeigt eine Versuchsanordnung zur Messung von Membranspannungen (Membranpotenzialen). Da Messungen am lebenden Tier sehr kompliziert sind, führt man diese meist an frei präparierten Axonen in physiologischer Kochsalzlösung durch.

Begründen Sie die Notwendigkeit der Verwendung physiologischer Kochsalzlösung. (zwei Angaben). (2 P.)

- e) Übertragen Sie die Skizze der Versuchsanordnung (Abb. H3) in Ihre Reinschrift (Grösse mindestens 1/2 Seite). Ergänzen Sie Ihre Skizze so, dass mit Ihrer Versuchsanordnung die Geschwindigkeit der Erregungsleitung am Axon ermittelt werden kann. Erläutern Sie, wie man mit Ihrem Versuchsaufbau die Geschwindigkeit der Erregungsleitung bestimmt. (3 P.)

Die Multiple Sklerose (MS) ist eine chronisch-entzündliche Autoimmunerkrankung. Bei ihr werden die Markscheiden (Schwannzellen), die elektrisch isolierende äussere Schicht der Nervenfasern im Zentralnervensystem (ZNS), vom Immunsystem angegriffen und geschädigt. Die Schädigung des Nervensystems bei Patienten mit MS hat unterschiedliche Auswirkungen. Neben Entzündungsreaktionen zählen unter anderem Koordinationsstörungen zu den typischen Symptomen.

- f) Erklären Sie die Entstehung der Koordinationsstörungen unter Berücksichtigung der neurophysiologischen Veränderungen bei Multipler Sklerose. (2 P.)

Ein weiteres Symptom der MS ist eine Erkrankung von sensorischen Gesichtsnerven, die Nervensignale aus dem Bereich des Gesichts an das Gehirn übermitteln. Da Entzündungen dieser Nerven sehr schmerzhaft sind, bekommen viele MS-Patienten schmerzlindernde Medikamente, wie z. B. Carbamazepin und Pregabalin. Carbamazepin entfaltet seine Wirkung an den Axonen, während Pregabalin an der Synapse wirkt.

- g) Beschreiben Sie je einen möglichen Wirkungsmechanismus für die beiden schmerzlindernden Medikamente. (2 P.)