

## Biologie (René Israng)

Name und Vorname: .....

Klasse: .....

Punktzahl:

Note:

### Aufgabe 1

### Biologie

**18 Punkte**

#### Immunbiologie

AIDS ist die häufigste erworbene Immunschwächekrankheit. Sie wird durch das HI-Virus verursacht, welches zu jenen Viren gehört, bei denen das Genom aus RNA aufgebaut ist.

Bei einer Infektion bindet das Virus bestimmte Membranproteine, z. B. das Protein CD4 (vgl. Abbildung 1) seiner Wirtszellen, der Makrophagen und T-Helferzellen und kann so in die Zellen eindringen. Das Virusgenom wird mithilfe eines speziellen Enzyms des Virus, der reversen Transkriptase, in DNA umgeschrieben. Die reverse Transkriptase arbeitet dabei im Vergleich zu unseren DNA-Polymerasen sehr ungenau. So entsteht sehr schnell eine Vielzahl von Varianten der Virus-DNA, die unterschiedliche Oberflächenproteine codieren. Die "Viren-DNA" wird in das Wirtsgenom integriert und bildet dort ein so genanntes Provirus. In diesem Zustand kann das Virus überdauern und wird bei jeder Zellteilung der Wirtszelle weiter gegeben. Der infizierte Mensch ist während dieser Zeit ohne Symptome. Nach etwa 2 bis 12 Jahren beginnt die Wirtszelle, die Virusgene zu transkribieren, und es kommt zur Produktion neuer Viren. Hierdurch werden z. B. die T-Helferzellen so stark geschädigt, dass sie zugrunde gehen. Dies erklärt die verheerenden Folgen dieser Virusinfektion. Sinkt die Anzahl der T-Helferzellen unter einen kritischen Wert, so können bestimmte Krankheiten (z. B. Pilzbefall, Lungenentzündung usw.) beobachtet werden, die allesamt auf eine starke Schwächung des Immunsystems zurückzuführen sind. Die Krankheit AIDS ist dann ausgebrochen.

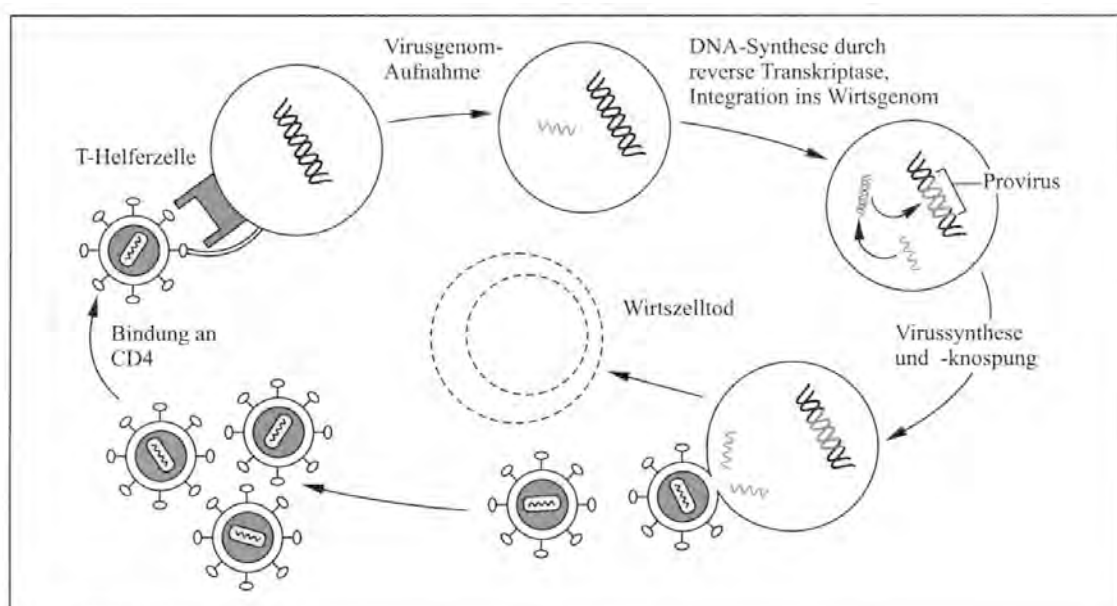


Abb. 1: HIV-Infektion

1. [8] Warum sterben Menschen, die an AIDS erkrankt sind, letztlich an Infektionen, die ein Mensch mit einem intakten Immunsystem normalerweise überlebt?  
Erklären Sie diesen Sachverhalt. Gehen Sie hierbei auf die Störung in der Immunantwort ein.
  
2. [6] Unser Immunsystem ist nicht in der Lage, das HI-Virus effektiv zu bekämpfen. Im Text werden hierfür einige Gründe angeführt.  
Erklären Sie drei davon genauer.
  
3. [4] Etwa 1 % der europäischen Bevölkerung ist resistent gegen AIDS. Diese Personen erkranken trotz einer HIV-Infektion nicht an dieser Krankheit. Nach intensiven Forschungen stellte man fest, dass der Grund in einem mutierten Gen zu finden ist, welches ein Membranprotein der T-Helferzellen und der Makrophagen codiert.  
Entwickeln Sie eine Hypothese, die diese Form der AIDS-Resistenz erklärt.

**Aufgabe 2****Biologie****16 Punkte****Ausscheidung***Wie kommt es zum Durst?*

Jeder weiss aus eigener Erfahrung, wie erquickend an heissen Tagen ein erfrischender Wassertrunk ist. Der Mund ist ausgetrocknet, und wir haben kräftig geschwitzt. Das "Trockenheitsgefühl" im Mund wird dem Durstzentrum im Gehirn zugeleitet - eigentlich, so denkt man, würde es nun genügen, den Mund zu befeuchten. Wie man ebenfalls bestens weiss, reicht das allerdings nicht, um den Durst zu löschen, denn wir haben durch das Schwitzen neben Salzen vor allem Flüssigkeit verloren, die ersetzt werden muss. Einerseits ist dadurch die Salzkonzentration im Blut angestiegen. Andererseits hat sich das zirkulierende Blutvolumen, das notwendig ist, um das Herz immer mit der ausreichenden Füllmenge zu versorgen, vermindert. Diese beiden lebenswichtigen Signale, "Flüssigkeitsmangel" und "zu salziges Blut", werden unverzüglich ins Durstzentrum im Gehirn geleitet. Zusammen mit dem Signal "Mundtrockenheit" empfinden wir diese Informationen subjektiv als Durst - und trinken. Reicht auch das nicht aus, um das Gleichgewicht wiederherzustellen, erfährt auch die Niere vom Volumenmangel. Und sofort erhöht sie die Rückgewinnung von Wasser, der Urin wird entsprechend konzentrierter. Aber nicht nur die Haut, auch der Darm "schwitzt". So kann beispielsweise bei Durchfall gefährlich viel Flüssigkeit verloren gehen, so dass wir Gefahr laufen "auszutrocknen". Auch diese Signale werden dem zentralen Durstzentrum und den Nieren übermittelt, worauf die oben beschriebenen Mechanismen in Gang gesetzt werden: Wieder meldet sich der Durst, und die Nieren konzentrieren den Urin stärker.

1. [4] Täglich werden die Nieren von mehr als 1000 Liter Blut durchspült.  
Nenne Sie die wesentlichen Aufgaben, welche die Nieren zu erfüllen haben.
2. [7] In der Tabelle sind die Stoffmengen angegeben, die während eines Tages durch die Nieren fließen.

<b>Stoffmengen während eines Tages</b>			
<b>Stoff</b>	<b>im Blut</b>	<b>im Primärharn</b>	<b>im Endharn</b>
Wasser	1000 l	150 l	1,5 l
Natrium	7500 g	1500 g	5,0 g
Harnstoff	250 g	50 g	30,0 g
Glucose	900 g	180 g	Spuren

Vergleichen Sie die in der Tabelle angegebenen Stoffmengen, die während eines Tages durch die Nieren fließen. Geben Sie an, welche Mechanismen der Nierenfunktion hieran zu erkennen sind.

3. [5] Auf dem Meer treibt in einem Rettungsboot ein Schiffbrüchiger. Bereits am zweiten Tag wird er von starkem Durst gequält. Am dritten Tag ist dieser so heftig geworden, dass der Schiffbrüchige Meerwasser trinkt. Aber dadurch wird der Durst noch unerträglicher. Kurz darauf bekommt er Fieber, beginnt zu phantasieren und wird schliesslich bewusstlos.  
Weshalb steigt der Durst nach dem Trinken von Meerwasser?

**Aufgabe 3****Biologie****19 Punkte****Gasaustausch und Hämoglobin**

1. [3] Der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* im Foto unten ist nur etwa 1 mm lang und 0,08 mm dick. Er besitzt weder einen Blutkreislauf noch Atmungsorgane.

Erklären Sie, durch welchen grundlegenden Prozess die etwa 2000 Körperzellen dieses Fadenwurms mit dem notwendigen Sauerstoff versorgt werden. Warum sind bei diesem Wurm keine Hilfsstrukturen wie Herz oder Lunge notwendig?



2. [5] Bei grösseren Vielzellern hat sich in fast allen Tiergruppen ein Blutkreislaufsystem entwickelt.

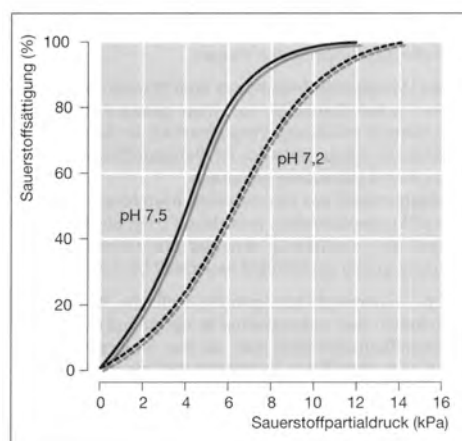
Erläutern Sie anhand einer Skizze in groben Zügen, wie das Herz-Lungen-Kreislaufsystem von Säugetieren aufgebaut ist.

3. [5] Erythrozyten (rote Blutzellen) der Säugetiere enthalten keinen Zellkern und keine anderen Zellorganellen. Diese Zellbestandteile wurden im Verlaufe der Evolution der Wirbeltiere zugunsten eines hohen Hämoglobingehaltes zurückgebildet. Ausserdem nimmt mit steigender Organisationshöhe die Anzahl der Erythrozyten zu: Frosch 0,4 Mio/ $\mu$ l, Eidechse 1,4 Mio/ $\mu$ l, Krähe 2,5 Mio/ $\mu$ l, Ziege 18,5 Mio/ $\mu$ l. Gleichzeitig nimmt die Grösse der roten Blutzellen mit der höheren Entwicklung ab: gleichwarme Tiere wie Vögel und Säuger haben die kleinsten Erythrozyten.

Erläutern Sie die Vorteile der beschriebenen Entwicklung der Erythrozyten während der Evolution der Wirbeltiere.

4. [6] Der Sauerstoff wird im Blut nicht in gelöster Form transportiert. Stattdessen gibt es für Sauerstoff ein spezielles Transportmolekül, das Hämoglobin. In der Grafik sind die Sauerstoffbindungskurven für zwei verschiedene Bedingungen aufgetragen worden.

Beschreiben Sie, welche Einflussgrösse untersucht wurde und wie sie die Bindungseigenschaften des Sauerstoffs beeinflusst. Inwiefern trägt dieser Effekt dazu bei, die Sauerstoffabgabe in Geweben mit hohem Sauerstoffbedarf zu erleichtern?



**Aufgabe 4****Biologie****24 Punkte****Stoffwechsel**

Glühwürmchen (*Lampyris spec.*) treten in Juni- und Julinächten sichtbar in Erscheinung. Die flugunfähigen Weibchen sitzen im Gebüsch und locken die fliegenden Männchen durch Aussenden von Leuchtsignalen an.

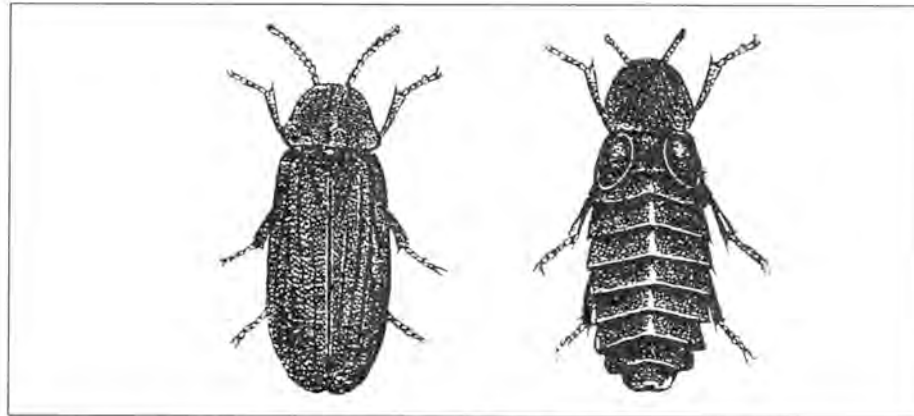


Abb. 1: *Lampyris spec.*; links Männchen, rechts Weibchen. (Abbildung aus Brehms Tierleben von 1872)

In den Leuchtzellen der Weibchen liegen die Stoffe Luziferin, ATP und das Enzym Luziferase zunächst getrennt nebeneinander vor:

Das Luziferin befindet sich in den Peroxisomen (Vesikeln), die im Zentrum der Leuchtzellen liegen. Das ATP wird in den peripher gelegenen Mitochondrien gebildet und die Luziferase in den Golgi-Vesikeln.

Beim Leuchtprozess reagiert das Luziferin mit Sauerstoff bei Anwesenheit von Magnesium-Ionen und ATP in mehreren Zwischenschritten unter Aussendung von Licht.

1. [5] Für die Leuchtreaktion ist ATP notwendig.  
Erläutern Sie das Prinzip der energetischen Kopplung am Beispiel von ATP. Beschreiben Sie einen weiteren Vorgang, bei dem ATP gebraucht wird.
2. [7] Erklären Sie, wie in den Mitochondrien ATP gebildet wird.
3. [6] Beschreiben Sie den grundlegenden Aufbau und die Wirkungsweise von Enzymen.
4. [6] Die Leuchtreaktion, die bei den Glühwürmchen in den Leuchtzellen stattfindet, lässt sich auch künstlich im Reagenzglas erzeugen.  
Entwerfen Sie eine Versuchsreihe, die die Abhängigkeit der Luziferase-Aktivität von der Temperatur untersucht. Geben Sie an, welche Ergebnisse Sie erwarten und begründen Sie Ihre Erwartung.

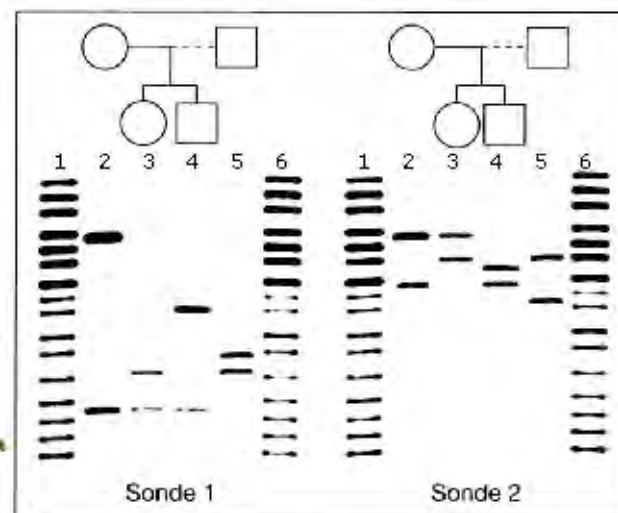
**Aufgabe 5****Biologie****23 Punkte****Gentechnologie**

Im Juni 1998 kam es zu einer bis zu diesem Zeitpunkt beispiellosen Polizeiaktion, um einen Sexualverbrecher zu ermitteln. 15 000 Männer im Alter zwischen 18 und 30 Jahren waren in der Gegend von Cloppenburg zur Abgabe von Speichelproben aufgerufen worden. Die meisten kamen dem Aufruf freiwillig nach, auch der mutmassliche Täter Ronny R. Die Proben wurden mit dem genetischen Fingerabdruck des Täters verglichen, den er an der Leiche hinterlassen hatte. Es reicht dazu ein Tropfen Speichel, Blut oder Sperma, ein Haar oder Hautspuren, um einen Täter zu identifizieren.

(FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG, 2. Juni 1998, leicht verändert)

1. [6] Für einen genetischen Fingerabdruck sind nur kleinste Mengen an Proben nötig. Das genetische Material wird zur Untersuchung vorher vervielfältigt.  
Beschreiben Sie ein Verfahren zur Vervielfachung eines DNA-Doppelstrangs.
2. [7] Welche Abschnitte des menschlichen Genoms eignen sich besonders gut für diese Untersuchung. Begründen Sie Ihre Antwort.
3. [3] Warum werden beim genetischen Fingerabdruck routinemässig bis zu fünf Regionen analysiert?
4. [7] Neben der Verbrechensbekämpfung wird die Methode des genetischen Fingerabdrucks auch zur Überprüfung einer Vaterschaft angewendet.

Die Abbildung zeigt das Ergebnis einer DNA-Profilanalyse auf RFLP-Basis (Restriktionsfragment-Längenpolymorphismus) in einem Fall bestrittener Vaterschaft: Ein Mann bezweifelt der Vater beider Kinder seiner Frau zu sein. Das Gericht lässt von allen Familienmitgliedern einen genetischen Fingerabdruck anfertigen. Interpretieren Sie das Ergebnis.



Nummern:	1,6	Längenmarker
	2	Mutter
	3	Tochter
	4	Sohn
	5	Vater?