



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2014

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Der Denisova-Mensch – weder Neandertaler noch moderner Mensch

- I.1 Erläutern Sie die Bedeutung von Homologie und Analogie für die stammesgeschichtliche Zuordnung von Lebewesen. Ermitteln Sie das Alter des gefundenen Zahnes anhand von Material A. (14 Punkte)
- I.2 Ermitteln Sie den Zeitpunkt der Abspaltung der Entwicklungslinie des Denisova-Menschen von der des *Homo sapiens* (Material B) und zeichnen Sie ihn im Stammbaum (Material A) ein. Begründen und erläutern Sie Ihre Entscheidung anhand der Daten in Tabelle 1 (Material B). Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem der morphologischen Zahnuntersuchungen (Material A). (24 Punkte)
- I.3 Interpretieren Sie die Befunde der Kern-DNA-Vergleiche von Neandertaler und Denisovaner mit heutigen Populationen in Bezug auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse (Material C). Entwickeln Sie mit Hilfe der Daten zur Wanderbewegung eine Hypothese, wie es zu dieser Verteilung genetischen Materials kommen konnte (Material C). Erläutern Sie auf der Basis aller Materialien, ob es sich beim Denisova-Menschen um eine weitere Hominidenart oder eine Unterart handelt. (16 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

## Material A: Der Denisova-Mensch – eine neue Hominidenart?

In der Denisova-Höhle im Altai-Gebirge in Südsibirien wurden Überreste einer bislang unbekannt Menschenform gefunden. Im Jahr 2000 entdeckte man einen Backenzahn von einem jungen Erwachsenen. Es folgte 2008 ein 30.000 – 48.000 Jahre altes Fingerglied, das vermutlich von einem fünf- bis siebenjährigen Kind stammt. 2010 gelang es einem internationalen Forscherteam, die DNA aus dem Fingerknochen zu sequenzieren. Demnach war der Mensch aus Denisova weder Neandertaler noch moderner Mensch, sondern eine neue Hominidenform. Sie wurde nach ihrem Fundort als Denisova-Mensch bezeichnet, auf die Einordnung der Funde als eine neue Art oder Unterart wurde ausdrücklich verzichtet.

Der fast vollständig erhaltene Backenzahn aus dem Oberkiefer des jungen Erwachsenen wurde 2010 aufgrund seiner DNA ebenfalls den Denisova-Menschen zugeordnet. Der Zahn ist außergewöhnlich groß, größer als die Backenzähne des Neandertalers und des modernen Menschen (seit ca. 130.000 Jahren). Ähnlichkeiten mit Zahnfunden mittelpleistozäner Hominiden (vor 780.000 bis 130.000 Jahren) aus China bestehen weder hinsichtlich der Größe noch der Form der Zahnkrone, auch die 350.000 bis 600.000 Jahre alten Zähne aus der Sima de los Huesos, einem berühmten Fundort in Spanien, weisen im Vergleich zu dem Zahnfund des Denisova-Menschen aus dem Altai-Gebirge „modernere“ Merkmale auf.

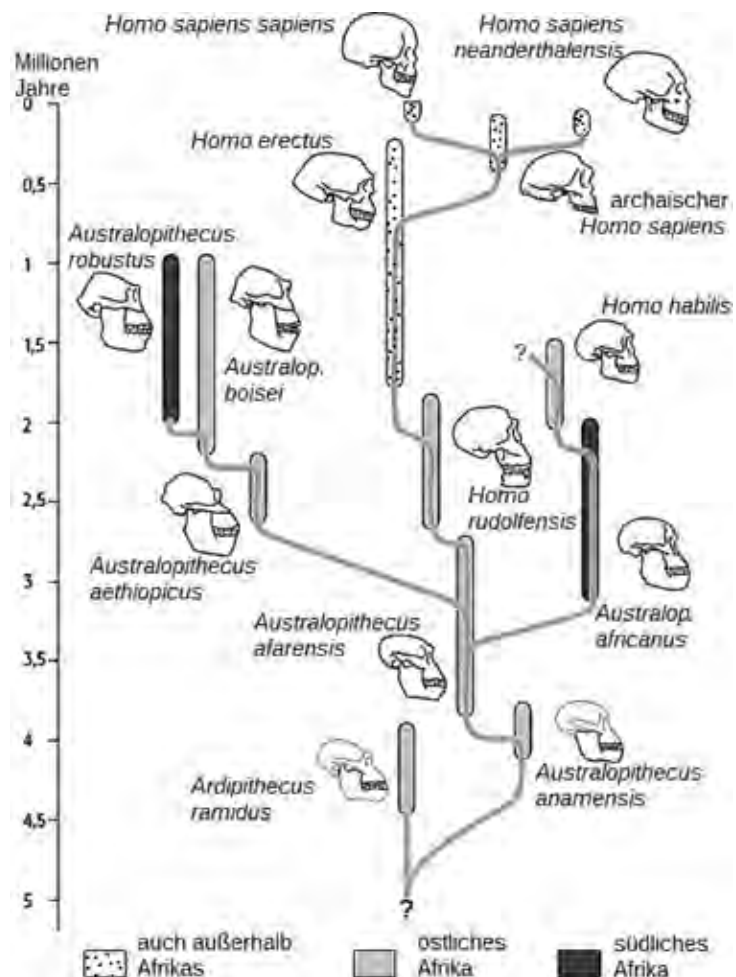


Abbildung 1: Hominidenstammbaum  
(Die Abbildung zeigt eine von mehreren möglichen Darstellungen des Hominidenstammbaums. Bei der Bearbeitung ist von dieser Darstellung auszugehen.)



Name: \_\_\_\_\_

## Material B: DNA-Untersuchung des Denisova-Menschen

Aus 30 Milligramm pulverisierten Materials des gefundenen Fingerknochens konnte genügend mitochondriale DNA (mtDNA) gewonnen werden, um deren vollständige Nukleotidsequenz zu rekonstruieren. Diese mtDNA-Sequenz wurde mit jener von 54 heute lebenden Menschen verglichen. Ferner wurden die mtDNA-Sequenzen von *Homo sapiens sapiens* mit denen von sechs Neandertalern verglichen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ergebnisse der mtDNA-Untersuchungen von *Homo sapiens sapiens* im Vergleich zu Denisovaner und Neandertalern

Hominidenvergleich	Anzahl unterschiedlicher Nukleotidpositionen der mtDNA (Mittelwerte)	abgeschätzte Aufspaltung der Entwicklungslinien
<i>Homo sapiens sapiens</i> – Denisovaner	385	
<i>Homo sapiens sapiens</i> – Neandertaler	202	vor ca. 400.000 Jahren

## Material C: Wanderbewegungen der Hominiden und DNA-Vergleich mit heutigen Populationen

Tabelle 2: Klima- und lebensraumabhängige Wanderbewegungen der Hominiden

Beginn der Wanderbewegungen aus Afrika	Hominidenart	Zuwanderungsgebiet
vor ca. 2 Mio. Jahren	<i>Homo erectus</i>	Asien
vor ca. 800.000 Jahren	<i>Homo erectus</i>	Europa, Asien (einschließlich Melanesien <sup>1</sup> )
vor ca. 100.000 Jahren	<i>Homo sapiens sapiens</i>	gesamte Erde

Kern-DNA-Vergleiche weisen auf eine Aufspaltung der Entwicklungslinien von Neandertaler und *Homo sapiens sapiens* vor etwa 270.000 bis 440.000 Jahren hin. Sie zeigen auch, dass mehr Übereinstimmungen im Genom zwischen dem Neandertaler und den heutigen Menschen in Eurasien bestehen als zwischen dem Neandertaler und den Menschen in Afrika. Nur Nichtafrikaner besitzen etwa 2,5 % des genetischen Materials vom Neandertaler.

Kern-DNA-Vergleiche zwischen dem Denisova-Fossil und heute lebenden ethnischen Gruppen zeigen, dass bei den Melanesiern zusätzlich zum Anteil des Neandertalers 4 – 6 % des untersuchten genetischen Materials vom Denisova-Menschen beigesteuert werden.

<sup>1</sup> **Melanesien** (griech.: *schwarze Inseln*) nennt man die pazifischen Inselgruppen nordöstlich von Australien, die von dunkelhäutigen Menschen besiedelt waren oder werden.



Name: \_\_\_\_\_



Abbildung 2: Geografische Lage Melanesiens und der Denisova-Höhle

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

**Thema: Der Denisova-Mensch – weder Neandertaler noch moderner Mensch**

- I.1 Erläutern Sie die Bedeutung von Homologie und Analogie für die stammesgeschichtliche Zuordnung von Lebewesen. Ermitteln Sie das Alter des gefundenen Zahnes anhand von Material A. (14 Punkte)
- I.2 Ermitteln Sie den Zeitpunkt der Abspaltung der Entwicklungslinie des Denisova-Menschen von der des *Homo sapiens* (Material B) und zeichnen Sie ihn im Stammbaum (Material A) ein. Begründen und erläutern Sie Ihre Entscheidung anhand der Daten in Tabelle 1 (Material B). Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem der morphologischen Zahnuntersuchungen (Material A). (24 Punkte)
- I.3 Interpretieren Sie die Befunde der Kern-DNA-Vergleiche von Neandertaler und Denisovaner mit heutigen Populationen in Bezug auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse (Material C). Entwickeln Sie mit Hilfe der Daten zur Wanderbewegung eine Hypothese, wie es zu dieser Verteilung genetischen Materials kommen konnte (Material C). Erläutern Sie auf der Basis aller Materialien, ob es sich beim Denisova-Menschen um eine weitere Hominidenart oder eine Unterart handelt. (16 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material A: Abbildung 1: verändert nach:  
[http://www.geodz.com/deu/d/Primatenentwicklung\\_und\\_Menschwerdung](http://www.geodz.com/deu/d/Primatenentwicklung_und_Menschwerdung)
- Material B: Tabelle 1: selbst erstellt nach:  
Krause *et al.* (2010), S. 2, und Reich *et al.* (2010), S. 2
- Material C: Tabelle 2: selbst erstellt nach:  
<http://www.evolution-mensch.de/thema/siedlung/erectus.php> und  
[http://www.oekosystem-erde.de/html/homo\\_sapiens.html](http://www.oekosystem-erde.de/html/homo_sapiens.html)  
Abbildung 2: verändert nach:  
<http://www.stepmap.de/landkarte/europa-asien-und-afrika-1164633>

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Bahnsen, U. (2010). Der kleine Finger der Evolution. Zeit online Wissen, 24.3.2010  
Verfügbar unter: <http://www.zeit.de/2010/13/N-Finger> (Zugriff 15.04.2013)
- Green, R. E. *et al.* (2010). A Draft Sequence of the Neandertal Genome; *Science* **328**, S. 710 – 722
- Krause, J. *et al.* (2010). The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia, *nature LETTERS* doi:10.1038/nature08976, S. 1 – 4
- Meyer, M. *et al.* (2012). A High-Coverage Genome Sequence from an Archaic Denisovan Individual, *Science* **338**, doi: 10.1126/science.1224344, S. 222 – 226
- Reich, D. *et al.* (2010). Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia. *Nature* 2010, **468**, doi:10.1038/nature09710, S. 1053 – 1060
- Reich, D. *et al.* (2011). Denisova Admixture and the First Modern Human Dispersals into Southeast Asia and Oceania, *The American Journal of Human Genetics* **89**, S. 516 – 528
- Skalli, S. (2010). Das fremde Menschengeschlecht aus dem Altai, Zeit online Wissen, 22.12.2010. Verfügbar unter:  
<http://www.zeit.de/wissen/2010-12/denisova-mensch-neandertaler> (Zugriff: 15.04.2013)
- Stringer, C. <http://antropus.de/artikel.php?id=forschung-denisova-stringer>  
(Zugriff: 15.04.2013)
- <http://www.evolution-mensch.de/thema/siedlung/erectus.php> (Zugriff: 15.04.2013)
- [http://www.oekosystem-erde.de/html/homo\\_sapiens.html](http://www.oekosystem-erde.de/html/homo_sapiens.html) (Zugriff: 15.04.2013)
- [http://www.geodz.com/deu/d/Primatenentwicklung\\_und\\_Menschwerdung](http://www.geodz.com/deu/d/Primatenentwicklung_und_Menschwerdung)  
(Zugriff: 15.04.2013)
- <http://www.stepmap.de/landkarte/europa-asien-und-afrika-1164633> (Zugriff: 14.05.2013)

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

##### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

- Art und Artbildung
- Evolutionshinweise und Evolutionstheorie
  - Rezente und paläontologische Hinweise (Homologie der Wirbeltiergliedmaßen)
  - Systematik und phylogenetischer Stammbaum (Grundlegende Zusammenhänge innerhalb des Wirbeltierstammbaumes)
  - Vergleich und Beurteilung der Ergebnisse unterschiedlicher Analysemethoden; bei der Analyse bzw. Erstellung eines Stammbaumes sind Übereinstimmungen in der DNA-Sequenz und Aminosäure-Sequenz von Proteinen einzubeziehen
  - Synthetische Evolutionstheorie
- Transspezifische Evolution der Primaten
  - Einordnung von fossilen und rezenten Hinweisen zur Evolution des Menschen

##### 2. Medien/Materialien

- entfällt

## 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

## 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

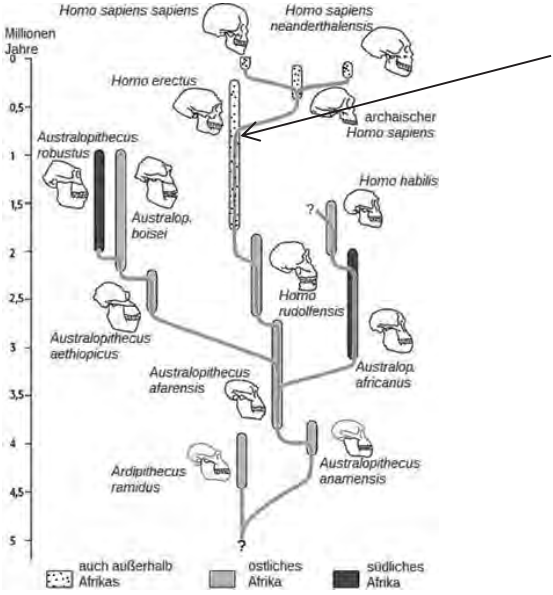
### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

#### Teilaufgabe I.1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>erläutert die Bedeutung von Homologie und Analogie für die stammesgeschichtliche Zuordnung von Lebewesen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur homologe Merkmale können zur Bestimmung von Verwandtschaftsbeziehungen herangezogen werden.</li> <li>• Es gibt drei Homologiekriterien: Kriterium der Lage, der spezifischen Qualität und der Kontinuität.</li> <li>• Je mehr Homologien in den Merkmalen vorliegen, desto enger ist die jeweilige Verwandtschaft.</li> <li>• Analoge Merkmale können nicht für die stammesgeschichtliche Zuordnung von Lebewesen verwendet werden, da sie Anpassungen an gleiche Lebensbedingungen darstellen, ohne einen gemeinsamen genetischen Ursprung zu besitzen.</li> </ul>	8
2	<p>ermittelt das Alter des gefundenen Zahnes anhand von Material A, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vergleich mit den Backenzähnen des Neandertalers und des <i>Homo sapiens sapiens</i> ist der Zahn deutlich größer.</li> <li>• Im Vergleich mit Zahnfunden von Hominiden aus dem Mittelpleistozän (China, Spanien) weist er keine Ähnlichkeiten auf.</li> <li>• Der Zahn müsste also älter als 780.000 Jahre sein.</li> </ul>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe I.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
<b>Der Prüfling</b>		
1	<p>ermittelt den Zeitpunkt der Abspaltung der Entwicklungslinie des Denisova-Menschen von der des <i>Homo sapiens</i> (Material B) und zeichnet ihn im Stammbaum (Material A) ein, z. B.:</p>  <p>(Die für den Ermittlungsprozess notwendigen Begründungen und Erläuterungen folgen in den nächsten beiden Operatoren.)</p>	2
2	<p>begründet und erläutert seine Entscheidung anhand der Daten in Tabelle 1 (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiede in der Basensequenz der mtDNA beruhen auf Mutationen.</li> <li>• Die Anzahl der aufgetretenen Mutationen hängt von der Zeit ab.</li> <li>• Je mehr Unterschiede in der Basensequenz der verschiedenen Organismen vorliegen, desto länger liegt der gemeinsame Ursprung zurück.</li> <li>• Zur Datierung der Funde muss von einer konstanten Mutationsrate ausgegangen werden.</li> </ul>	8
3	<p>begründet und erläutert seine Entscheidung anhand der Daten in Tabelle 1 (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit 202 verschiedenen mtDNA-Nukleotidpositionen hat der Neandertaler weniger Unterschiede zum <i>Homo sapiens sapiens</i> als der Denisovaner mit 385 Unterschieden.</li> <li>• Bei einer abgeschätzten Aufspaltung der Entwicklungslinien vor ca. 400.000 Jahren gibt es zwischen Neandertaler und <i>Homo sapiens sapiens</i> 202 Basen-Unterschiede, 385 Unterschiede sind beinahe doppelt so viele.</li> <li>• Der Denisovaner hat also einen beinahe doppelt so großen evolutionären Abstand zum <i>Homo sapiens sapiens</i>.</li> <li>• Die Entwicklungslinie der Denisovaner sollte sich also vor etwas weniger als 800.000 Jahren von der des modernen Menschen getrennt haben.</li> </ul>	8
4	<p>vergleicht das Ergebnis mit dem der morphologischen Zahnuntersuchungen (Material A), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die morphologischen Befunde des Zahnes deuten auf eine Verwandtschaft mit Hominiden hin, die vor über 780.000 Jahren existierten. Anhand der mtDNA-Sequenzierung gelangt man auf einen Abspaltungszeitraum von etwas weniger als 800.000 Jahren.</li> <li>• Die Ergebnisse der beiden Untersuchungsmethoden stimmen hier also in etwa überein.</li> </ul>	6
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



**Teilaufgabe I.3**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>interpretiert die Befunde der Kern-DNA-Vergleiche von Neandertaler und Denisovaner mit heutigen Populationen in Bezug auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da außer bei Afrikanern in allen heutigen Populationen Neandertalerallele gefunden wurden, muss außerhalb von Afrika ein Genfluss zwischen Neandertaler und <i>Homo sapiens sapiens</i> stattgefunden haben.</li> <li>• In Melanesien wurde zusätzlich ein Genfluss zwischen Populationen <i>des Homo sapiens sapiens</i> und den Denisovanern nachgewiesen.</li> <li>• Ein höherer Anteil an genetischem Material der Denisovaner bei den Melanesiern deutet auf einen im Vergleich zum Neandertaler späteren Genfluss mit Denisovanern hin.</li> </ul> <p><i>(Die Begründung des höheren Anteils an genetischem Material der Denisovaner bei den Melanesiern mit stärkerem Genfluss ist ebenfalls zu akzeptieren.)</i></p>	6
2	<p>entwickelt mit Hilfe der Daten zur Wanderbewegung eine Hypothese, wie es zu dieser Verteilung genetischen Materials kommen konnte (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach Auswanderung des <i>Homo erectus</i> aus Afrika entwickelten sich neue Hominidenformen (zuerst Denisovaner im asiatischen Raum, dann Neandertaler in Asien und Europa).</li> <li>• Nach Auswanderung von <i>Homo sapiens sapiens</i> aus Afrika kam es zunächst zum Genfluss zwischen Neandertaler- und <i>Homo sapiens sapiens</i>-Populationen.</li> <li>• Nach weiteren Wanderbewegungen im südostasiatischen Raum kam es auch mit Populationen von Denisovanern zum Genaustausch, so dass hier heute noch genetisches Material der Denisovaner im Genpool der Melanesier zu finden ist.</li> </ul>	6
3	<p>erläutert auf der Basis aller Materialien, ob es sich beim Denisova-Menschen um eine weitere Hominidenart oder eine Unterart handelt, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da ein Genfluss zwischen den Vorfahren der Melanesier und den Denisova-Menschen stattgefunden hat, muss es sich zu dem Zeitpunkt eher um eine Unterart als eine weitere Art gehandelt haben.</li> <li>• Da der Denisova-Fund erst 30.000 bis 48.000 Jahre alt ist, kann es sich zu diesem Zeitpunkt aber auch schon um getrennte Arten gehandelt haben.</li> </ul> <p><i>(Eine Argumentation über die lange Dauer der getrennten Entwicklung und die daraus ggf. resultierende genetische Isolation ist entsprechend zu werten.)</i></p>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**b) Darstellungsleistung**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.</li> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht.</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	6

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe I.1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert die Bedeutung ...	8			
2	ermittelt das Alter ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.1 Teilaufgabe</b>	<b>14</b>			

**Teilaufgabe I.2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	ermittelt den Zeitpunkt ...	2			
2	begründet und erläutert ...	8			
3	begründet und erläutert ...	8			
4	vergleicht das Ergebnis ...	6			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.2 Teilaufgabe</b>	<b>24</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe I.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	interpretiert die Befunde ...	6			
2	entwickelt mit Hilfe ...	6			
3	erläutert auf der ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe I.3 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			
	<b>Summe der I.1, I.2 und I.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken ...</li> <li>• strukturiert seine Darstellung ...</li> <li>• verwendet eine differenzierte ...</li> <li>• gestaltet seine Arbeit ...</li> </ul>	6			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>6</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>120</b>			
<b>aus der Punktzahl resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2014

## Biologie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Thema: Morbus Fabry

- II.1 Fassen Sie anhand von Material A die physiologischen Ursachen von Morbus Fabry zusammen. Nennen Sie den Zweck der Polymerasekettenreaktion (PCR) und beschreiben Sie das PCR-Verfahren (Material B). (16 Punkte)
- II.2 Erläutern Sie mithilfe der Materialien B und D die Art der Mutation und ihre Auswirkungen auf mRNA, Polypeptid und Aktivität der  $\alpha$ -Galaktosidase der Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen.  
Erklären Sie die unterschiedliche Ausprägung und den Verlauf der Krankheit bei Patient 1 und 2. Begründen Sie die Genotypen der Patienten auf der Basis möglicher Genotypen der Eltern und erläutern Sie, ob die Eltern der Patienten ebenfalls an Morbus Fabry erkrankt sein mussten (Materialien A, B und D). (25 Punkte)
- II.3 Erörtern Sie mithilfe von Material B, weshalb neben homozygoten Frauen auch heterozygote Frauen erkranken können, und bewerten Sie, unter welchen Voraussetzungen die Chorionzottenbiopsie als Früherkennung zur Diagnostik von Morbus Fabry sinnvoll erscheint (Materialien A bis C). (13 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Material A: Physiologische Ursachen der Erbkrankheit Morbus Fabry

Morbus Fabry ist eine sehr seltene, rezessiv vererbte Stoffwechselkrankheit, die erstmals 1898 von dem deutschen Hautarzt Johannes Fabry beschrieben wurde.

Morbus Fabry beruht auf einem genetisch bedingten Defekt der  $\alpha$ -Galaktosidase, einem in den Lysosomen gebildeten Enzym. Dieses Enzym ist für den Abbau von zuckerhaltigen Lipiden, den sogenannten Glykosphingolipiden, verantwortlich. Durch die fehlende Aktivität der  $\alpha$ -Galaktosidase kommt es nicht nur zur Anreicherung dieser Lipide in den Lysosomen, sondern auch in den inneren Wandschichten (Endothelien) vieler Gefäße sowie den Deckgeweben (Epithelien) einiger Organe. Insbesondere Muskel- und Nervenzellen sowie die Nieren sind betroffen. Somit handelt es sich bei Morbus Fabry um eine Stoffwechselstörung, die zu einer Multiorganerkrankung führt.

### Material B: Molekulargenetische Ursachen von Morbus Fabry

Als Ursache hat man mehrere Mutationen im  $\alpha$ -Galaktosidase-Gen (*GLA*-Gen) gefunden, das sich auf dem langen Arm des X-Chromosoms befindet. Die Lokalisation des *GLA*-Gens auf dem X-Chromosom ist von besonderer Bedeutung, da in allen weiblichen Körperzellen zufallsbedingt immer nur eines der beiden X-Chromosomen aktiv ist. Die Erkrankung wurde sowohl bei homozygoten als auch bei manchen heterozygoten Frauen festgestellt, bei Letzteren ist sie unterschiedlich stark ausgeprägt.

Ein betroffener 32-jähriger Mann (Patient 1) leidet seit seinem zehnten Lebensjahr unter anderem an Empfindungsstörungen der Gliedmaßen, Hautveränderungen und einer Hornhauttrübung. Außerdem wurde eine abnormale Vergrößerung des Herzmuskels festgestellt. Bei ihm konnte keine Aktivität des Enzyms  $\alpha$ -Galaktosidase gefunden werden. Bei einem 60 Jahre alten Mann (Patient 2) mit Verdacht auf Morbus Fabry zeigten sich im Rahmen eines Diagnoseverfahrens eine abnormale Vergrößerung des Herzmuskels und eine deutlich verringerte Aktivität der  $\alpha$ -Galaktosidase.

Bei beiden Patienten wurde das *GLA*-Gen nach einer PCR sequenziert mit folgenden Ergebnissen:

Nicht Betroffener:	5' ... CCT ACC ATG GGC TGG CTG CAC TGG GAG ... 3'
Morbus Fabry-Patient 1:	5' ... CCT ACC ATG GGC TAG CTG CAC TGG GAG ... 3'
Nicht Betroffener:	5' ... CTT CAG GCA GAC CCT CAG CGC TTT CCT ... 3'
Morbus Fabry-Patient 2:	5' ... CTT CAG GCA GAC CCT CAG CGC CTT CCT ... 3'

Abbildung 1: Ausschnitte aus den Nucleotidsequenzen der **nicht-codogenen** Stränge der Morbus Fabry-Patienten 1 und 2 im Vergleich mit entsprechenden Nucleotidsequenzen eines nicht Betroffenen.



Name: \_\_\_\_\_

### **Material C: Diagnostik von Morbus Fabry mittels Chorionzottenbiopsie**

Morbus Fabry kann bereits bei Ungeborenen zwischen der 10. und 13. Schwangerschaftswoche mit einer Chorionzottenbiopsie diagnostiziert werden. Dafür entnimmt man durch die Bauchdecke unter Ultraschallsicht eine Probe aus einem bestimmten Gewebe der Plazenta, den Chorionzotten (Abbildung 2). In den gewonnenen Zellen mit dem genetischen Muster des Ungeborenen wird dann die Konzentration der  $\alpha$ -Galaktosidase untersucht.

Die Chorionzottenbiopsie ist nicht ohne Risiko. So kommt es nach dem Eingriff bei etwa 0,5 – 2 % der Frauen zu einer Fehlgeburt. Auch deshalb sollte zur Diagnostik von Erbkrankheiten vor dem Eingriff eine genetische Beratung der Eltern stattfinden.

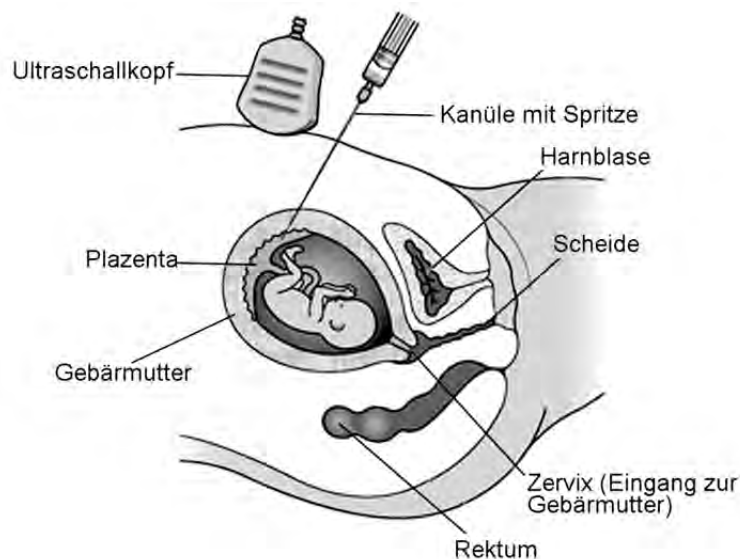
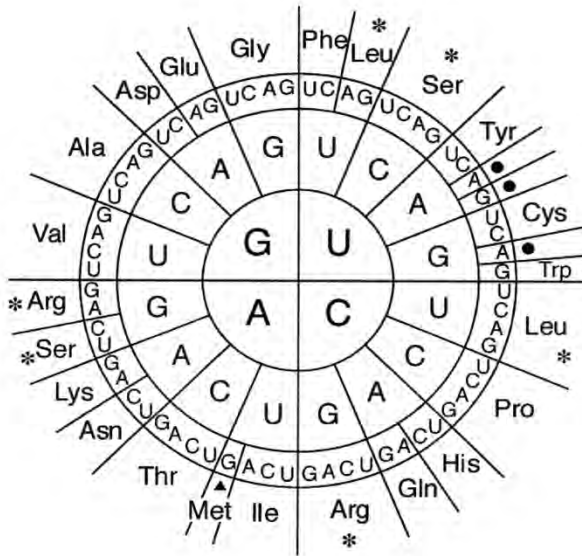


Abbildung 2: Ablauf einer Chorionzottenbiopsie mit Gewebeentnahme durch die Bauchdecke



Name: \_\_\_\_\_

**Material D: Codesonne und Tabelle zum genetischen Code**



- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Ala Alanin        | Arg Arginin        |
| Asn Asparagin     | Asp Asparaginsäure |
| Cys Cystein       | Gln Glutamin       |
| Glu Glutaminsäure | Gly Glycin         |
| His Histidin      | Ile Isoleucin      |
| Leu Leucin        | Lys Lysin          |
| Met Methionin     | Phe Phenylalanin   |
| Pro Prolin        | Ser Serin          |
| Thr Threonin      | Trp Tryptophan     |
| Tyr Tyrosin       | Val Valin          |

- \* zweimal auftretende Aminosäure
- Stopp-Codon
- ▲ Start-Codon

Erste Base	Zweite Base				Dritte Base
5'	U	C	A	G	3'
<b>U</b>	Phe	Ser	Tyr	Cys	<b>U</b>
	Phe	Ser	Tyr	Cys	<b>C</b>
	Leu	Ser	Stopp	Stopp	<b>A</b>
	Leu	Ser	Stopp	Trp	<b>G</b>
<b>C</b>	Leu	Pro	His	Arg	<b>U</b>
	Leu	Pro	His	Arg	<b>C</b>
	Leu	Pro	Gln	Arg	<b>A</b>
	Leu	Pro	Gln	Arg	<b>G</b>
<b>A</b>	Ile	Thr	Asn	Ser	<b>U</b>
	Ile	Thr	Asn	Ser	<b>C</b>
	Ile	Thr	Lys	Arg	<b>A</b>
	Met (Start)	Thr	Lys	Arg	<b>G</b>
<b>G</b>	Val	Ala	Asp	Gly	<b>U</b>
	Val	Ala	Asp	Gly	<b>C</b>
	Val	Ala	Glu	Gly	<b>A</b>
	Val	Ala	Glu	Gly	<b>G</b>



## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

**Thema: Morbus Fabry**

II.1 Fassen Sie anhand von Material A die physiologischen Ursachen von Morbus Fabry zusammen. Nennen Sie den Zweck der Polymerasekettenreaktion (PCR) und beschreiben Sie das PCR-Verfahren (Material B). *(16 Punkte)*

II.2 Erläutern Sie mithilfe der Materialien B und D die Art der Mutation und ihre Auswirkungen auf mRNA, Polypeptid und Aktivität der  $\alpha$ -Galaktosidase der Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen.  
Erklären Sie die unterschiedliche Ausprägung und den Verlauf der Krankheit bei Patient 1 und 2. Begründen Sie die Genotypen der Patienten auf der Basis möglicher Genotypen der Eltern und erläutern Sie, ob die Eltern der Patienten ebenfalls an Morbus Fabry erkrankt sein mussten (Materialien A, B und D). *(25 Punkte)*

II.3 Erörtern Sie mithilfe von Material B, weshalb neben homozygoten Frauen auch heterozygote Frauen erkranken können, und bewerten Sie, unter welchen Voraussetzungen die Chorionzottenbiopsie als Früherkennung zur Diagnostik von Morbus Fabry sinnvoll erscheint (Materialien A bis C). *(13 Punkte)*

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

### 3. Materialgrundlage

- Material B:  
Abbildung 1: verändert nach:  
Germain, D. P. (2010), Figure 27, und Sakuraba *et al.* (1990), S. 787
- Material C:  
Abbildung 2: online unter:  
<http://www.eurogentest.org/index.php?id=364> (Zugriff: 21.01.2014)
- Germain, D. P. (2010). Fabry disease, Review. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, **5**, S. 30 – 78
- Beck, M., Whybra, C., Kriegsmann, J. (2001). Morbus Fabry: Aktuelle therapeutische Perspektiven. *Deutsches Ärzteblatt* **98**, S. 466 – 468
- Fabry, J. (1898). Ein Beitrag zur Kenntnis der Purpura haemorrhagica nodularis (Purpura papulosa haemorrhagica Hebrae). *Archiv für Dermatologie und Syphilis*, **43**, S. 187 – 200
- Sakuraba, H. *et al.* (1990). Identification of Point Mutations in the  $\alpha$ -Galactosidase A Gene in Classical and Atypical Hemizygoten with Fabry Disease. *American Journal of Human Genetics*, **47**, S. 784 – 789

### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

#### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

- Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung
  - Replikation, Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryonten, Mutagene und Mutationen
- Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug
  - Stammbaumanalyse und Erbgänge
  - Humangenetische Beratung
- Angewandte Genetik
  - Werkzeuge und Verfahrensschritte der Gentechnik (PCR und genetischer Fingerabdruck)

#### 2. Medien/Materialien

- entfällt

### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

## 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

### Teilleistungen – Kriterien

#### a) inhaltliche Leistung

#### Teilaufgabe II.1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>fasst anhand von Material A die physiologischen Ursachen von Morbus Fabry zusammen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursache ist eine genetisch bedingte Stoffwechselstörung.</li> <li>• Das Enzym <math>\alpha</math>-Galaktosidase ist defekt, so dass zuckerhaltige Lipide (Glykosphingolipide) nicht abgebaut werden können und sich in verschiedenen Geweben und Organen ansammeln.</li> <li>• Da sich Glykosphingolipide unter anderem in den inneren Wandschichten (Endothelien) vieler Gefäße sowie den Deckgeweben (Epithelien) einiger Organe finden, sind insbesondere Muskel- und Nervenzellen sowie die Nieren betroffen, und in diesen Zelltypen kommt es zur Ablagerung der Lipide.</li> </ul>	4
2	<p>nennt den Zweck der Polymerasenkettenreaktion (PCR), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Verfahren der PCR oder Polymerasekettenreaktion dient der Vervielfältigung von bestimmten DNA-Fragmenten.</li> </ul>	2
3	<p>beschreibt das PCR-Verfahren (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der DNA-Denaturierung bei 94 °C wird die doppelsträngige DNA aufgetrennt.</li> <li>• Bei der Primer-Hybridisierung lagern sich spezifische DNA-Primer bei ca. 60 °C komplementär an die zu vervielfältigende DNA-Sequenz.</li> <li>• Die Verdoppelung der DNA erfolgt mit einer hitzebeständigen DNA-Polymerase bei 72 °C.</li> <li>• Die drei Schritte werden 25- bis 35-mal wiederholt, bis eine ausreichende Menge an DNA hergestellt ist.</li> </ul> <p><i>(Die Angaben der Temperaturen während der PCR können gemäß den verschiedenen Angaben in der Literatur etwas abweichen.)</i></p>	10
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe II.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert mithilfe der Materialien B und D die Art der Mutation und ihre Auswirkungen auf mRNA, Polypeptid und Aktivität der <math>\alpha</math>-Galaktosidase der Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei <b>Patient 1</b> liegt eine Punktmutation (Substitution) vor: Guanin wurde an Position 131 durch Adenin ersetzt.</li> <li>• Es handelt sich bei <b>Patient 2</b> um eine Punktmutation (Substitution) an Position 337: Thymin wurde durch Cytosin ersetzt.</li> </ul>	2
2	<p>erläutert mithilfe der Materialien B und D die Art der Mutation und ihre Auswirkungen auf mRNA, Polypeptid und Aktivität der <math>\alpha</math>-Galaktosidase der Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Patient 1:</b> nicht-codogener Strang: TAG, mRNA: UAG, Stopp-Codon</li> <li>• Nicht Betroffener: nicht-codogener Strang: TGG, mRNA: UGG, Aminosäure: Tryptophan</li> <li>• Die Translation des Polypeptids (<math>\alpha</math>-Galaktosidase) wird abgebrochen, weil durch die Substitution ein Stopp-Codon entsteht. Es handelt sich deshalb um eine Nonsense-Mutation.</li> <li>• Das entstandene Polypeptid ist stark verkürzt und daher nicht funktionstüchtig. Deshalb konnte keine Aktivität der <math>\alpha</math>-Galaktosidase nachgewiesen werden.</li> </ul>	5
3	<p>erläutert mithilfe der Materialien B und D die Art der Mutationen und ihre Auswirkungen auf mRNA, Polypeptid und Aktivität der <math>\alpha</math>-Galaktosidase der Patienten im Vergleich zu nicht Betroffenen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Patient 2:</b> nicht-codogener Strang: CTT, mRNA: CUU, Aminosäure: Leucin</li> <li>• Nicht Betroffener: nicht-codogener Strang: TTT, mRNA: UUU, Aminosäure: Phenylalanin</li> <li>• Das Polypeptid (<math>\alpha</math>-Galaktosidase) unterscheidet sich in einer Aminosäure. Es handelt sich deshalb um eine Missense-Mutation.</li> <li>• Der Austausch einer Aminosäure führt wahrscheinlich zu einer räumlichen Veränderung der <math>\alpha</math>-Galaktosidase und damit zu einer eingeschränkten Funktion, insbesondere, wenn das aktive Zentrum des Enzyms betroffen ist. Deshalb wurde eine verringerte Aktivität der <math>\alpha</math>-Galaktosidase nachgewiesen.</li> </ul>	5
4	<p>erklärt die unterschiedliche Ausprägung und den Verlauf der Krankheit bei Patient 1 und 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Patient 1</b> besitzt keine funktionsfähige <math>\alpha</math>-Galaktosidase. Deshalb lagern sich in seinen Zellen besonders viele zuckerhaltige Lipide ab, die bereits im jüngeren Alter zu den beschriebenen Symptomen führen.</li> <li>• <b>Patient 2</b> besitzt <math>\alpha</math>-Galaktosidase mit einer eingeschränkten Funktion. Deshalb wirkt sich die insgesamt geringere Ablagerung der zuckerhaltigen Lipide zunächst gar nicht bzw. kaum aus. Trotzdem treten später, wenn auch erst im höheren Lebensalter, durch die zunehmende Akkumulation typische Symptome auf.</li> </ul>	5

5	<p>begründet die Genotypen der Patienten auf der Basis möglicher Genotypen der Eltern (Materialien A, B und D), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Patienten haben in Bezug auf die Vererbung der Krankheit Morbus Fabry den Genotyp <math>X^aY</math>, wobei <math>X^a</math> für das X-Chromosom mit dem mutierten <i>GLA</i>-Allel steht (a: mutiertes <i>GLA</i>-Allel, das rezessiv vererbt wird).</li> <li>• Die Genotypen der Väter können <math>X^aY</math> oder <math>X^AY</math> sein, da vom Vater nur ein Y-Chromosom ohne das entsprechende <i>GLA</i>-Gen an den Sohn weitergegeben wird.</li> <li>• Die Mütter können homozygot (<math>X^a X^a</math>) oder heterozygot (<math>X^A X^a</math>) sein, müssen aber ein X-Chromosom mit dem mutierten <i>GLA</i>-Allel an den Sohn weitergegeben haben.</li> </ul>	5
6	<p>erläutert, ob die Eltern der Patienten ebenfalls an Morbus Fabry erkrankt sein mussten (Materialien A, B und D), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Vater war erkrankt, wenn er ein mutiertes <i>GLA</i>-Allel auf seinem X-Chromosom besaß.</li> <li>• Die Mutter war nur dann zwangsläufig erkrankt, wenn sie homozygote Merkmalsträgerin war.</li> </ul>	3
7	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erörtert mithilfe von Material B, weshalb neben homozygoten Frauen auch heterozygote Frauen erkranken können, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homozygote Frauen (<math>X^aX^a</math>) erkranken zwangsläufig, da sie im Gegensatz zu heterozygoten Frauen, aber genau wie erkrankte Männer kein intaktes Allel zur Expression der <math>\alpha</math>-Galaktosidase besitzen.</li> <li>• Bei Frauen ist in jeder Körperzelle immer nur ein X-Chromosom aktiv, so dass heterozygot betroffene Frauen in einem Teil ihrer Körperzellen das nicht mutierte Allel <math>X^A</math> aufweisen, in anderen Bereichen das Morbus Fabry-Allel <math>X^a</math>. Dadurch ergibt sich hier eine Mosaiksituation und je nach Verteilung eine unterschiedliche Schwere, d. h. Ausprägungsgrad, der Krankheit.</li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	5
2	<p>bewertet, unter welchen Voraussetzungen die Chorionzottenbiopsie als Früherkennung zur Diagnostik von Morbus Fabry sinnvoll erscheint (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Morbus Fabry ist eine sehr seltene Krankheit. Eine standardmäßige Vorsorgeuntersuchung erscheint daher nicht sinnvoll.</li> <li>• Bei einer Chorionzottenbiopsie kann es zu einer Fehlgeburt kommen. Der Eingriff muss also im Verhältnis zum Verdacht stehen, das Kind könne erkranken.</li> </ul>	3
3	<p>bewertet, unter welchen Voraussetzungen die Chorionzottenbiopsie als Früherkennung zur Diagnostik von Morbus Fabry sinnvoll erscheint (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Chorionzottenbiopsie zur Diagnostik von Morbus Fabry ist daher nur sinnvoll, wenn die Eltern nicht bereit sind, ein an Morbus Fabry erkranktes Kind auszutragen und die Konsequenzen der Erkrankung anzunehmen (Bereitschaft zum Schwangerschaftsabbruch), und <ul style="list-style-type: none"> <li>– der Vater an Morbus Fabry erkrankt ist und ein Mädchen erwartet wird (das Mädchen könnte dann Symptome aufweisen) oder</li> <li>– in der Familie der Mutter Morbus Fabry vorkommt, also die Mutter das Allel besitzen könnte; insbesondere bei einem Jungen wäre dann die Wahrscheinlichkeit zu erkranken hoch.</li> </ul> </li> </ul> <p><i>(Vergleichbare, fachlich sinnvolle Argumente sind zu akzeptieren.)</i></p>	5
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.</li> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht.</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	6

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe II.1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	fasst anhand von ...	4			
2	nennt den Zweck ...	2			
3	beschreibt das PCR-Verfahren ...	10			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.1 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			

**Teilaufgabe II.2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert mithilfe der ...	2			
2	erläutert mithilfe der ...	5			
3	erläutert mithilfe der ...	5			
4	erklärt die unterschiedliche ...	5			
5	begründet die Genotypen ...	5			
6	erläutert, ob die ...	3			
7	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.2 Teilaufgabe</b>	<b>25</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe II.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erörtert mithilfe von ...	5			
2	bewertet, unter welchen ...	3			
3	bewertet, unter welchen ...	5			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe II.3 Teilaufgabe</b>	<b>13</b>			
	<b>Summe der II.1, II.2 und II.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken ...</li> <li>• strukturiert seine Darstellung ...</li> <li>• verwendet eine differenzierte ...</li> <li>• gestaltet seine Arbeit ...</li> </ul>	6			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>6</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>120</b>			
<b>aus der Punktzahl resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				



ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2014

## *Biologie, Grundkurs*

---

### **Aufgabenstellung:**

#### **Thema: Schädlinge in Kakaoplantagen**

- III.1 Skizzieren Sie für die beschriebene Lebensgemeinschaft in der Kakaoplantage ein Nahrungsnetz und erläutern Sie die unterschiedlichen Trophieebenen und die Formen interspezifischer Wechselwirkung in diesem Ökosystem (Material A). (16 Punkte)
- III.2 Beschreiben Sie die in Material B dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen. Erläutern Sie auch mithilfe der Informationen in Material A die Ergebnisse. (22 Punkte)
- III.3 Begründen Sie, ob der Einsatz von Insektiziden zur Reduzierung des Befalls durch die Kakao-Miniermotte führt, und diskutieren Sie, ob es sich bei der Kakao-Wanze um einen Schädling des Kakaobaums handelt (Materialien A und B). (16 Punkte)

### **Zugelassene Hilfsmittel:**

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Material A: Lebensgemeinschaft im Agrarökosystem Kakaopflanze

Der Kakaobaum (*Theobroma cacao*) gedeiht ausschließlich in den Tropen. An ihm wachsen jährlich etwa 50 Kakaoschoten, die je 20 bis 50 von Fruchtfleisch umgebene Kakaobohnen enthalten (Abbildungen 1a – 1c). Aus ihnen wird der Kakao gewonnen.

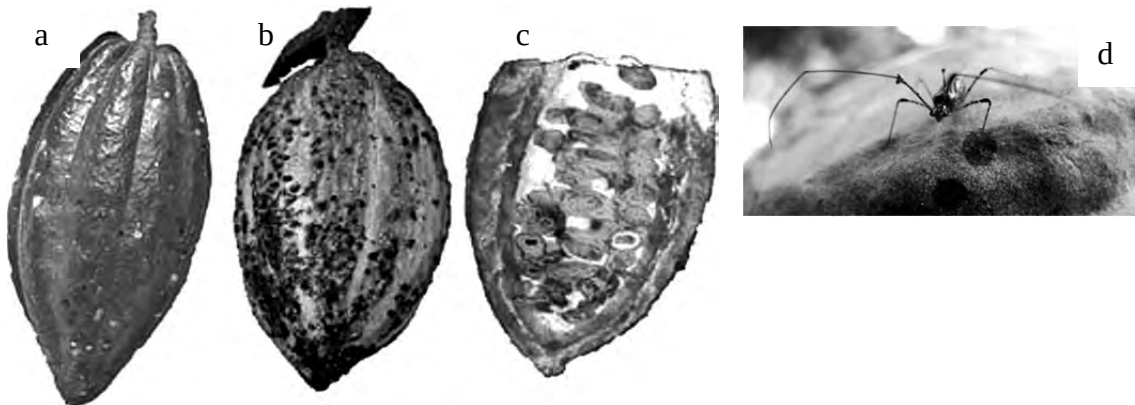


Abbildung 1: **a** Kakaoschote, **b** durch Kakao-Wanzen vernarbte Schote, **c** halbierte Frucht mit Fraßschäden durch Larven der Kakao-Miniermotte (nur helle Bereiche sind nicht geschädigt), **d** Kakao-Wanze

An den Kakaoschoten fressen oder saugen zahlreiche Schädlinge. Sie behindern damit deren Wachstum oder bringen sie zum Absterben und verringern so die Ernteerträge.

Die Kakao-Miniermotte (*Conopomorpha cramerella*) ist der Hauptschädling des Kakaobaums in Südostasien. Kakao-Miniermotten legen ihre Eier auf den Kakaoschoten ab. Sobald ihre Larven schlüpfen, bohren diese Tunnel in die Kakaoschoten und fressen das Fruchtfleisch (Abbildung 1c). In den befallenen Kakaoschoten entwickeln sich weniger Kakaobohnen, und diese haben eine schlechte Kakaoqualität.

Die Kakao-Wanze (*Helopeltis sulawesi*) (Abbildung 1d) tritt bereits drei Monate vor der Eiablage der Kakao-Miniermotte auf. Kakao-Wanzen legen ihre Eier auf den Kakaoschoten ab. Die Tiere saugen an Kakaoschoten, wodurch deren Oberfläche vernarbt und verhärtet (Abbildung 1b). Die Kakaobohnen in der Schote werden nicht geschädigt. Kakao-Wanzen und Kakao-Miniermotten können auf einer Schote zur gleichen Zeit zusammenleben.

Schadinsekten an Kakaoschoten werden mit Insektiziden bekämpft. Dies geschieht in einem frühen Entwicklungsstadium der Früchte, sobald erste Kakao-Wanzen auf den Kakaoschoten entdeckt werden.

Auch Ratten sind ernst zu nehmende Schädlinge in Kakaopflanzungen. Sie ernähren sich dort vor allem von Kakaoschoten und können bis zu 90 % der Ernte einer Plantage zerstören, wie Untersuchungen in Malaysia belegen.

Die Vogelarten in Kakaopflanzungen zeigen vielfältige Ernährungsweisen. Carnivore Vögel erbeuten häufig kleine Säugetiere. Neben Insektivoren findet man auch Nektarivoren, also Vögel, die sich vom Blütennektar der zahlreichen Blüten der Kakaobäume ernähren.



Name: \_\_\_\_\_

## Material B: Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen

Im Verlauf einer Ernteperiode wurde auf Untersuchungsflächen in 43 indonesischen Kakaoplantagen der Befall geernteter Kakaoschoten durch Kakao-Wanzen und Kakao-Miniermotten ermittelt (Abbildung 2). Dafür wurden im Abstand von etwa zwei Wochen die zu diesem Zeitpunkt reifen Kakaoschoten auf den Untersuchungsflächen geerntet. Auch das Trockengewicht absatzfähiger Kakaobohnen wurde aufgenommen (Tabelle 1).

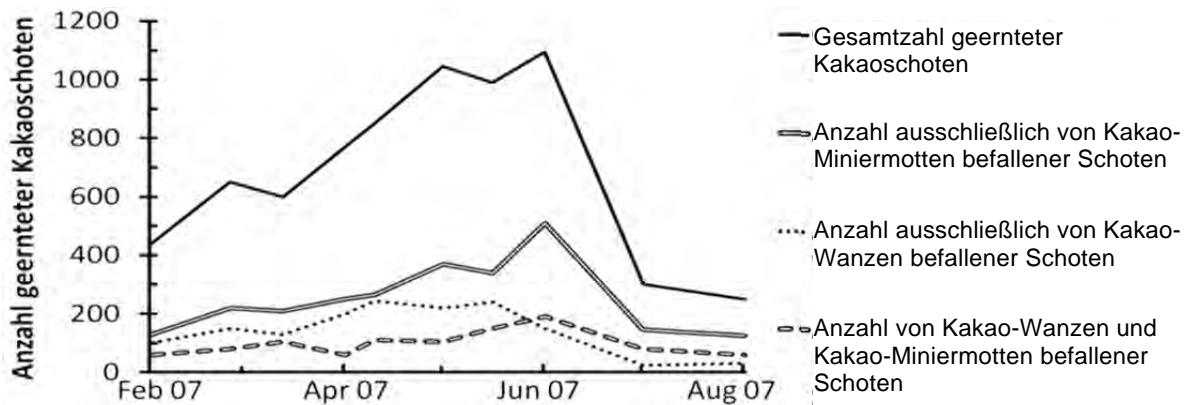


Abbildung 2: Geerntete Kakaoschoten der ersten Ernteperiode 2007

Tabelle 1: Trockengewicht absatzfähiger Kakaobohnen

untersuchte Kategorie	durchschnittliches Gesamt-Trockengewicht aller absatzfähigen Kakaobohnen pro Kakaoschote
nicht befallen	32,5 g
durch Kakao-Wanzen befallen	32,3 g
durch Kakao-Miniermotten befallen	21,5 g

In weiterführenden Laborexperimenten wurde untersucht, ob Kakao-Miniermotten ihre Eier auf Kakaoschoten ablegen, die schon von Kakao-Wanzen befallen waren. Zu diesem Zweck hängte man in eine Experimentierbox zwei Kakaoschoten. Eine Kakaoschote war durch den Befall mit Kakao-Wanzen vernarbt. Die Kakao-Wanzen und deren Eier wurden jedoch vor dem Versuch entfernt. Die andere Schote war weder befallen noch vernarbt. Anschließend gab man jeweils ein Weibchen und ein Männchen der Kakao-Miniermotte hinzu. Nach fünf Tagen wurden deren Eier auf der Oberfläche der beiden Schoten gezählt. Der Versuch wurde 38-mal erfolgreich wiederholt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse der Laborexperimente

untersuchte Kategorie	Anzahl der Kakaoschoten mit Befall durch Kakao-Miniermotten	durchschnittliche Anzahl an Eiern der Kakao-Miniermotte pro Kakaoschote
nicht von Kakao-Wanzen befallene Schoten	38 von 38	14
von Kakao-Wanzen befallene Schoten	25 von 38	4

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Biologie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

#### Thema: Schädlinge in Kakaoplantagen

- III.1 Skizzieren Sie für die beschriebene Lebensgemeinschaft in der Kakaoplantage ein Nahrungsnetz und erläutern Sie die unterschiedlichen Trophieebenen und die Formen interspezifischer Wechselwirkung in diesem Ökosystem (Material A). (16 Punkte)
- III.2 Beschreiben Sie die in Material B dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen. Erläutern Sie auch mithilfe der Informationen in Material A die Ergebnisse. (22 Punkte)
- III.3 Begründen Sie, ob der Einsatz von Insektiziden zur Reduzierung des Befalls durch die Kakao-Miniermotte führt, und diskutieren Sie, ob es sich bei der Kakao-Wanze um einen Schädling des Kakaobaums handelt (Materialien A und B). (16 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Material A:  
Abbildung 1a bis 1c: verändert nach Wielgoss *et al.* 2012  
Abbildung 1d: verändert nach: <http://www.uni-goettingen.de/de/3240.html?cid=4322>
- Material B:  
Abbildung 2, Tabelle 1 und 2: verändert nach Wielgoss *et al.* 2012
- Clough, Y., Putra, D. D., Pitopang, R. & Tschardtke, T. (2009). Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. *Biological Conservation* **142**, S. 1032 – 1041
- Freudig, D. (2004): Lexikon der Biologie. Heidelberg: Spektrum, Akademischer Verlag
- See, Y. A. & Khoo, K. C. (1996). Influence of *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) on cocoa pod damage by *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Malaysia. *Bulletin of Entomological Research* **86**, S. 467 – 474
- Wielgoss, A. C., Clough, Y., Fiala, B., Rumede, A. & Tschardtke, T. (2012). A minor pest reduces yield losses by a major pest: plant-mediated herbivore interactions in Indonesian cacao. *Journal of Applied Ecology* **49**, S. 465 – 473
- <http://www.uni-goettingen.de/de/3240.html?cid=4322> (Zugriff 21.01.2014)

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

**4. Bezüge zu den Vorgaben 2014**

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>                  Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Beziehungen zwischen Organismengruppen und abiotischen Habitatfaktoren                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– Angepasstheiten an Temperatur und Feuchtigkeit bei Tieren und Pflanzen</li> <li>– Toleranzbereich, physiologisches und ökologisches Optimum</li> </ul> </li> <li>• Wechselbeziehungen, Populationsdynamik                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beziehungen zwischen Populationen: LOTKA-VOLTERRA-Regeln, Konkurrenz, Koexistenz</li> </ul> </li> <li>• Verflechtungen in Lebensgemeinschaften                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– Biomasseproduktion, Trophieebenen, Energiefluss</li> </ul> </li> <li>• Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nachhaltige Bewirtschaftung (chemische Schädlingsbekämpfung, biologischer Pflanzenschutz)</li> </ul> </li> </ul> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
--

**5. Zugelassene Hilfsmittel**

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

**6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen**

**Teilleistungen – Kriterien**

a) inhaltliche Leistung

**Teilaufgabe III.1**

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
1	<p>skizziert für die beschriebene Lebensgemeinschaft in der Kakaopflanzung ein Nahrungsnetz (Material A), z. B.:</p> <pre>                 graph TD                     Kakaobaum --&gt; Ratten                     Kakaobaum --&gt; KakaoMiniermotten[Kakao-Miniermotten]                     Kakaobaum --&gt; KakaoWanzen[Kakao-Wanzen]                     Kakaobaum --&gt; NektarivoreVogel[Nektarivore Vögel]                     Ratten --&gt; CarnivoreVogel[Carnivore Vögel]                     KakaoMiniermotten --&gt; InsektivoreVogel[Insektivore Vögel]                     KakaoWanzen --&gt; InsektivoreVogel                     NektarivoreVogel --&gt; InsektivoreVogel                     </pre> <p>bedeutet: wird gefressen von</p> <p><i>(Eine andere fachlich richtige Darstellung wird entsprechend gewertet.)</i></p>	6

2	<p>erläutert die unterschiedlichen Trophieebenen in diesem Ökosystem (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Kakaobäume sind die Produzenten des Ökosystems.</li> <li>• Kakao-Miniermotten, Kakao-Wanzen und Ratten ernähren sich als Primärkonsumenten von den Kakaoschoten. Nektarivore Vögel sind Primärkonsumenten, die sich von Blütennektar ernähren.</li> <li>• Insektivore und carnivore Vögel sind Sekundärkonsumenten, da sie sich von Primärkonsumenten ernähren.</li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	4
3	<p>erläutert die Formen interspezifischer Wechselwirkung in diesem Ökosystem (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carnivore Vögel und Ratten sowie insektivore Vögel und Insekten (Kakao-Miniermotten, Kakao-Wanzen) stehen in einem Räuber-Beute-Verhältnis zueinander.</li> <li>• Kakao-Wanzen und Kakao-Miniermotten sind Parasiten des Kakaobaumes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sie sind kleiner als ihr Wirt und stehen mit ihm im direkten, permanenten Kontakt.</li> <li>– Sie saugen bzw. fressen an der Pflanze und entziehen ihr so Nährstoffe.</li> <li>– Die Insektenarten schädigen ihre Wirtspflanze, bringen sie aber nicht zum Absterben.</li> </ul> </li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe III.2**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>beschreibt die in Material B (<i>Abbildung 2</i>) dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Anzahl geernteter Kakaoschoten steigt von Februar bis Juni an und fällt dann wieder ab.</li> <li>• Die Anzahl der Kakaoschoten, die nur von der Kakao-Miniermotte befallen wurden, ist größer als die Anzahl derer, die nur von der Kakao-Wanze befallen wurden.</li> <li>• Es konnte im Vergleich hierzu nur eine geringe Anzahl von Kakaoschoten festgestellt werden, die von beiden Arten befallen waren.</li> <li>• Von Februar bis Juni sind weniger Schoten von beiden Schädlingen gleichzeitig als von der Kakao-Wanze allein befallen. Danach sind mehr Schoten von beiden als nur von der Kakao-Wanze befallen.</li> </ul>	4
2	<p>beschreibt die in Material B (<i>Tabelle 1</i>) dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das durchschnittliche Gesamt-Trockengewicht der Kakaobohnen pro Kakaoschote aus nicht befallenen Kakaoschoten und aus Kakaoschoten, die von der Kakao-Wanze befallen waren, unterscheidet sich nur gering (32,5 g im Vergleich zu 32,3 g).</li> <li>• Im Gegensatz dazu ist das durchschnittliche Gesamt-Trockengewicht der Bohnen pro Kakaoschote aus Kakaoschoten, die von der Kakao-Miniermotte befallen waren, wesentlich geringer (nur 21,5 g).</li> </ul>	3

3	<p>beschreibt die in Material B (<i>Tabelle 2</i>) dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen mit Kakao-Miniermotten und Kakao-Wanzen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle nicht von Kakao-Wanzen befallenen Kakaoschoten werden im Experiment durch Kakao-Miniermotten befallen.</li> <li>• Ist die Kakaoschote bereits von Kakao-Wanzen befallen, werden nur 25 von 38 Schoten durch Kakao-Miniermotten befallen, und die Kakao-Miniermotten legen deutlich weniger Eier auf den Schoten ab.</li> </ul>	3
4	<p>erläutert auch mithilfe der Informationen in Material A die Ergebnisse, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Kakao-Miniermotte ist der Hauptschädling der Kakaobohnen, da ihre Larven mehr Schoten befallen als die Kakao-Wanzen und dadurch das Gesamt-Trockengewicht der Bohnen um etwa ein Drittel senken.</li> <li>• Der Befall durch Kakao-Miniermotten hat eine wesentlich stärkere Auswirkung auf das Gesamt-Trockengewicht der Bohnen pro Kakaoschote, da sie Fruchtfleisch fressen und so die Anzahl und Qualität der Kakaobohnen verringern.</li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	6
5	<p>erläutert auch mithilfe der Informationen in Material A die Ergebnisse, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Befall durch die Kakao-Wanze allein hat auf das Gesamt-Trockengewicht der Kakaobohnen pro Kakaoschote nur einen geringen Einfluss: Es wird nur die Schale der Schoten beeinträchtigt, aber nicht die Bohnen selbst.</li> <li>• Die Kakao-Miniermotte legt wahrscheinlich deshalb weniger Eier auf den durch Kakao-Wanzen befallenen Schoten ab, weil deren Oberfläche vernarbt und verhärtet ist, sodass die Larven schlechter durch die verhärtete Schale ins Fruchtfleisch eindringen können.</li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	6
6	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe III.3**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>begründet, ob der Einsatz von Insektiziden zur Reduzierung des Befalls durch die Kakao-Miniermotte führt (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Schädlingsbekämpfung führt nicht zur Reduzierung des Befalls, weil: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Insektizide die Larven der Kakao-Miniermotten im Fruchtfleisch der Kakaobohnen wahrscheinlich nicht erreichen.</li> <li>– Insektizide eingesetzt werden, sobald erste Kakao-Wanzen auf den Kakaoschoten sichtbar sind. Dies geschieht aber vor der Eiablage der Kakao-Miniermotten.</li> <li>– Insektizide die Kakao-Wanzen auf den Kakaoschoten abtöten. Dies hat zur Folge, dass die Oberfläche der Kakaoschoten weniger vernarbt und die Kakao-Miniermotten besser in die Kakaoschoten eindringen können.</li> </ul> </li> </ul> <p><i>(Andere fachlich richtige Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	6
2	<p>diskutiert, ob es sich bei der Kakao-Wanze um einen Schädling des Kakaobaums handelt (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es handelt sich um Schädlinge, da die Kakao-Wanzen an den Früchten saugen und ihnen Inhaltsstoffe entziehen. Außerdem vernarbt die Oberfläche der Früchte.</li> </ul> <p><i>(Andere sinnvolle Lösungen mit vergleichbarem Umfang werden entsprechend gewertet.)</i></p>	2



3	<p>diskutiert, ob es sich bei der Kakao-Wanze um einen Schädling des Kakaobaums handelt (Materialien A und B), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es handelt sich nicht um Schädlinge, da sie das Gesamt-Trockengewicht der Kakaobohnen kaum reduzieren und durch ihr Saugen die Bäume nicht oder kaum in ihrem Wachstum behindern oder diese sogar zum Absterben bringen. Sie reduzieren also nicht den Ernteertrag an Kakaobohnen.</li> <li>• Es handelt sich in gewisser Weise sogar um Nützlinge, da sie den Befall des Hauptschädlings, der Kakao-Miniermotte, deutlich reduzieren und damit den Ernteertrag erhöhen.</li> <li>• Kakao-Wanzen dienen somit dem biologischen Pflanzenschutz.</li> </ul> <p><i>(Andere sinnvolle Lösungen mit vergleichbarem Umfang werden entsprechend gewertet.)</i></p>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.</li> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht.</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	6

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe III.1**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	skizziert für die ...	6			
2	erläutert die unterschiedlichen ...	4			
3	erläutert die Formen ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.1 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			

**Teilaufgabe III.2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	beschreibt die in ...	4			
2	beschreibt die in ...	3			
3	beschreibt die in ...	3			
4	erläutert auch mithilfe ...	6			
5	erläutert auch mithilfe ...	6			
6	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.2 Teilaufgabe</b>	<b>22</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe III.3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	begründet, ob der ...	6			
2	diskutiert, ob es ...	2			
3	diskutiert, ob es ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe III.3 Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			
	<b>Summe der III.1, III.2 und III.3 Teilaufgabe</b>	<b>54</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt seine Gedanken ...</li> <li>• strukturiert seine Darstellung ...</li> <li>• verwendet eine differenzierte ...</li> <li>• gestaltet seine Arbeit ...</li> </ul>	6			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>6</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>60</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>60</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>120</b>			
<b>aus der Punktzahl resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 47
mangelhaft plus	3	46 – 39
mangelhaft	2	38 – 32
mangelhaft minus	1	31 – 24
ungenügend	0	23 – 0