



Name: _____

Abiturprüfung 2013

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Die Evolution der Eisfische in den antarktischen Gewässern

- I.1 Erläutern Sie die Anpasstheit der Eisfische hinsichtlich der Temperatur und der Sauerstoffversorgung (Material A). *(12 Punkte)*
- I.2 Nennen Sie vier Evolutionsfaktoren und geben Sie jeweils eine Definition an. Erläutern Sie mit Hilfe von Material B und unter Berücksichtigung der hier wirksamen Evolutionsfaktoren die Entstehung der Artenvielfalt bei den Antarktischen (*Notothenioidei*). *(24 Punkte)*
- I.3 Vergleichen Sie das Vorkommen und die Struktur der Globin-Gene von Eisfisch und Felsenbarsch sowie deren DNA-Sequenzen (Material C). Leiten Sie anhand aller Materialien eine mögliche evolutionsbiologische Erklärung für die Veränderungen der Globin-Gene bei den Eisfischen ab. *(18 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Die Biologie der Eisfische

Eisfische leben in den polaren Gewässern der Antarktis mit hohem Sauerstoffgehalt bei Temperaturen zwischen -2 und $+2$ °C. Bei Wassertemperaturen über $+8$ °C sterben die Eisfische. Ein körpereigenes Frostschutzprotein erniedrigt den Gefrierpunkt des Blutes auf $-2,7$ °C. Die Stoffwechselprozesse der Eisfische werden zwar bei den niedrigen Temperaturen verlangsamt, können aber aufgrund des Frostschutzproteins dennoch stattfinden.

Die meisten Fische transportieren wie wir Menschen den Sauerstoff im Blut an das Protein Hämoglobin gebunden, einen Bestandteil der roten Blutkörperchen (Erythrozyten), der auch für die rote Farbe des Blutes verantwortlich ist. So kann in der Blutflüssigkeit deutlich mehr von diesem Gas transportiert werden, als wenn es nur im Serum gelöst ist. Die Eisfische besitzen jedoch keine Erythrozyten, daher ist ihr Blut dünnflüssig und farblos. Eisfische besitzen ein großes Blutvolumen, ein langsam schlagendes Herz mit dennoch hoher Pumpleistung sowie Blutgefäße mit großem Durchmesser. Ihre schuppenlose und daher für gasförmige Stoffe gut durchlässige Haut ist stark durchblutet.

Material B: Die Evolution der Antarktische

Die Familie der Eisfische (*Channichthyidae*) gehört zur Unterordnung der Antarktische (*Notothenioidei*). Alle anderen Familien der Antarktische besitzen ebenfalls Frostschutzproteine, aber im Gegensatz zu den Eisfischen rotes Blut.

Die Antarktische machen etwa 75 % aller Fischarten der Antarktis aus. Man nimmt an, dass die gemeinsame Ursprungsart aller Antarktische im flachen Wasser auf dem Boden lebte und keine Schwimmblase besaß.

Aus ihr entwickelten sich über 100 unterschiedliche Arten, von denen einige durch Fetteinlagerungen und reduzierte Verknöcherung die Auftriebsleistung der fehlenden Schwimmblase kompensieren. Heute findet man die verschiedenen Arten der Antarktische in allen Regionen des Südpolarmeeres. Auch das Nahrungsspektrum ist breit gefächert; so ernähren sich einige Arten von antarktischem Krill, andere lauern bewegungslos am Grund auf Beute.

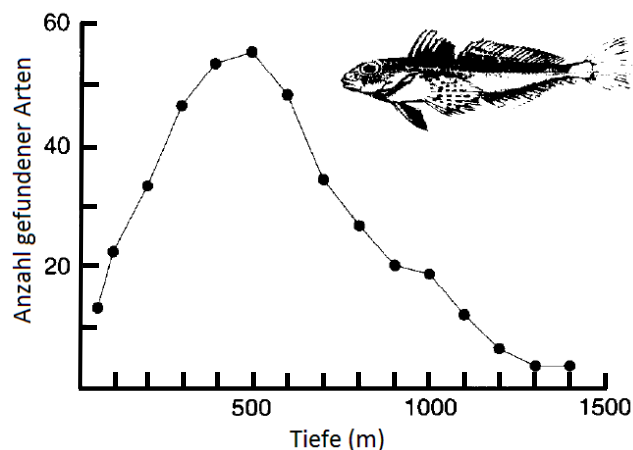


Abbildung 1: Tiefenverteilung der Antarktische

Die Evolution der Antarktische fand während gravierender geographischer und klimatischer Veränderungen auf der Südhalbkugel statt (Abbildung 2).



Name: _____

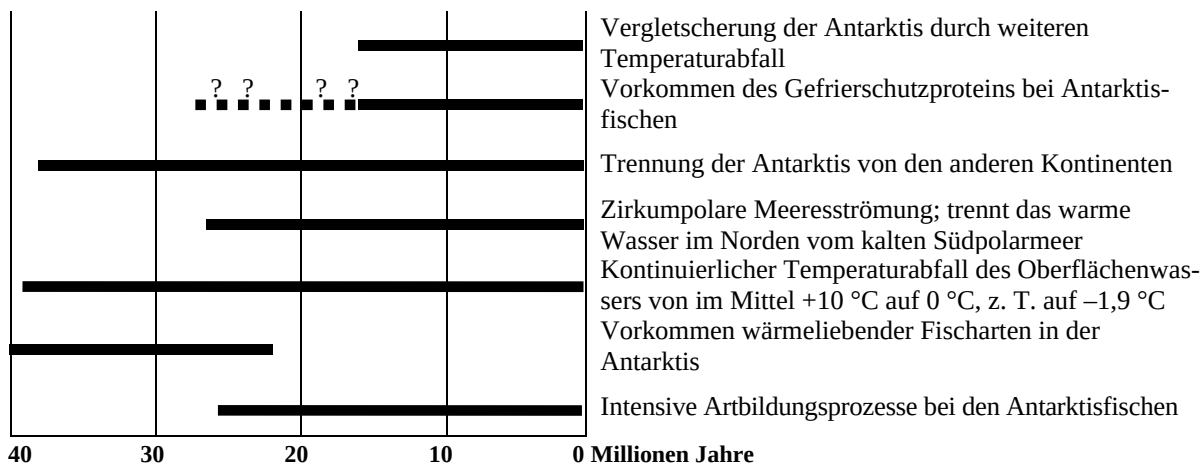
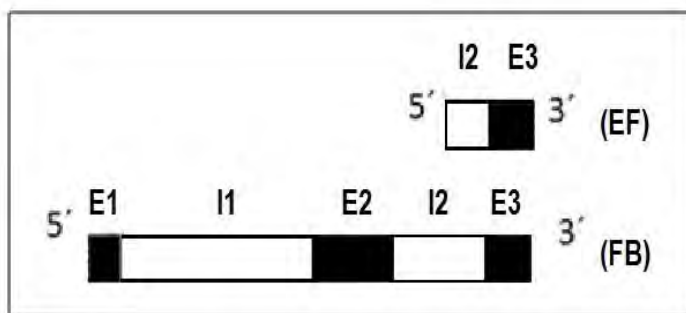


Abbildung 2: Klimatische, geographische und evolutive Prozesse rund um den antarktischen Kontinent in den letzten 40 Millionen Jahren

Material C: Die Globin-Gene der Eisfische

Hämoglobin besteht aus vier Protein-Untereinheiten, zwei identischen α -Globinen und zwei identischen β -Globinen. Nur in dieser Form kann es Sauerstoff (O_2) transportieren. Wissenschaftler untersuchten die Globin-Gene verschiedener Eisfischarten und verglichen sie mit denen des Felsenbarsches (*Notothenia coriiceps*), einem Antarktischen, welcher rotes Blut besitzt. Dabei stellten sie fest, dass das β -Globin-Gen beim Eisfisch fehlt. Ein α -Globin-Gen ist jedoch vorhanden und wurde genauer untersucht (Abbildungen 3 und 4). Die Ergebnisse sind exemplarisch für die Eisfischart *Chaenocephalus aceratus* dargestellt.

Abbildung 3:
Struktur des α -Globin-Gens bei der Eisfischart (*Chaenocephalus aceratus*) und dem Felsenbarsch (*Notothenia coriiceps*); entsprechende Regionen werden durch die Färbung bzw. gleiche Nummerierung gekennzeichnet. Introns (I1, I2), Exons (E1, E2, E3).



1100		1110		1120																			
C	A	G	C	A	C	C	A	T	G	T	T	C	C	C	A	A	G	G	A	C	T	T	Felsenbarsch (<i>Notothenia coriiceps</i>)
.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Eisfisch (<i>Chaenocephalus aceratus</i>)

Abbildung 4: Ausschnitt aus Exon 3 des α -Globin-Gens des Felsenbarsches und einer Eisfischart; Punkte bedeuten identische Nukleotide, die Zahlen geben die Position der Nukleotide im Gen an. Die Anzahl der Mutationen ist für ein Exon außergewöhnlich hoch.

Unterlagen für die Lehrkraft**Abiturprüfung 2013****Biologie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹**Thema: Die Evolution der Eisfische in den antarktischen Gewässern**

- I.1 Erläutern Sie die Anpasstheit der Eisfische hinsichtlich der Temperatur und der Sauerstoffversorgung (Material A). (12 Punkte)
- I.2 Nennen Sie vier Evolutionsfaktoren und geben Sie jeweils eine Definition an. Erläutern Sie mit Hilfe von Material B und unter Berücksichtigung der hier wirksamen Evolutionsfaktoren die Entstehung der Artenvielfalt bei den Antarktischen (*Notothenioidei*). (24 Punkte)
- I.3 Vergleichen Sie das Vorkommen und die Struktur der Globin-Gene von Eisfisch und Felsenbarsch sowie deren DNA-Sequenzen (Material C). Leiten Sie anhand aller Materialien eine mögliche evolutionsbiologische Erklärung für die Veränderungen der Globin-Gene bei den Eisfischen ab. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A: nach Kock (2006)
- Material B: nach Eastman (1993) und Matschiner (2011)
Abbildung 1 nach Clarke (1996)
Abbildung 2 kombiniert aus Matschiner (2011), Clarke (1996) und Eastman (1993)
- Material C: Abbildungen 3 und 4 verändert nach Zhao (1998)
- Clarke, A.; Johnston, I.A. (1996). Evolution and adaptive radiation of Antarctic fishes; Trends in ecology and evolution vol. 11, pp. 212 – 218
- Detrich, H. W.; Amemiya, C.T. (2010). Antarctic Notothenioid Fishes: Genomic Resources and Strategies for Analyzing an Adaptive Radiation, in: Integrative and Comparative Biology, volume 50, number 6, pp. 1009 – 1017
- Eastman, J. T. (1993). Antarctic Fish Biology, Academic Press Inc., San Diego
- Kock, K.H. (2006). Eisfische – Fische ohne Blut?
http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dk040331.pdf (Zugriff 06.02.2012)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Matschiner, Michael et. al (2011). On the Origin and Trigger of the Notothenioid Adaptive Radiation; PloS One 6 (4): 18911, doi:10.1371/journal.pone.0018911
- Zhao, Y. et. al. (1998). The Major Adult α -Globin Gene of Antarctic Teleosts and Its Remnants in the Hemoglobinless Icefishes; the journal of biological chemistry Vol. 273, pp. 14745 – 14752

4. Bezüge zu den Vorgaben 2013

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

- Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung
 - Replikation, Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryonten

Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

- Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum
 - Anpassungen an Temperatur und Feuchtigkeit bei Tieren und Pflanzen

Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

- Grundlagen evolutiver Veränderung
 - Genotypische Variabilität von Populationen (keine Modellberechnungen)
- 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

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 Angewandtheit der Eiszische hinsichtlich der Temperatur und der Sauerstoffversorgung (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Gefrierschutzprotein verhindert ein Gefrieren der Zellflüssigkeit und damit auch die Zerstörung der Körperzellen durch Eisbildung. • Die geringe Wassertemperatur bewirkt eine stark verringerte Stoffwechselrate und damit einen geringeren Sauerstoffbedarf. 	5
2	<p>erläutert die Angewandtheit der Eiszische hinsichtlich der Temperatur und der Sauerstoffversorgung (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das sauerstoffreiche kalte Wasser und die schuppenlose, gut durchblutete Haut ermöglichen eine Sauerstoffaufnahme zusätzlich zu den Kiemen. • Das fehlende Hämoglobin erzwingt zwar einen Sauerstofftransport im Blutserum, die fehlenden Erythrozyten machen das Blut aber auch dünnflüssiger. • Dadurch und durch die hohe Pumpleistung des Herzens, die Blutgefäße mit großem Durchmesser und das große Blutvolumen ist eine ausreichende Versorgung der Gewebe mit O₂ gesichert. 	7
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe I.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>nennt vier Evolutionsfaktoren und gibt jeweils eine Definition an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutation ist eine spontane und ungerichtete Veränderung der Erbinformation. • Rekombination ist eine bei der sexuellen Fortpflanzung auftretende und zufällig bedingte Neukombination der genetischen Information. • Selektion ist eine natürliche Auslese vorteilhafter Phänotypen. • Gendrift ist eine zufällige Veränderung der Allelfrequenz innerhalb eines Genpools. • Isolation ist ein Evolutionsfaktor, der zu einer Unterbrechung des Genflusses zwischen Populationen führt. <p><i>(Es können auch andere als die aufgeführten Evolutionsfaktoren genannt werden, für die richtige Nennung und Definition von 4 Faktoren wird die volle Punktzahl vergeben.)</i></p>	8
2	<p>erläutert mit Hilfe von Material B und unter Berücksichtigung der hier wirksamen Evolutionsfaktoren die Entstehung der Artenvielfalt bei den Antarktischen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch den vor ca. 40 Millionen Jahren beginnenden Temperaturabfall in der Antarktis veränderten sich entscheidende Ökofaktoren. • Es ist anzunehmen, dass durch Mutation und Rekombination schon früher als vor 25 Millionen Jahren Fischarten entstanden, die niedrigere Temperaturen tolerierten. • Die Entstehung des Gefrierschutzproteins durch Mutation vor ca. 25 Millionen Jahren sicherte den Antarktischen einen zusätzlichen Selektionsvorteil für das Überleben in kälterem Wasser. 	6

3	<p>erläutert mit Hilfe von Material B und unter Berücksichtigung der hier wirksamen Evolutionsfaktoren die Entstehung der Artenvielfalt bei den Antarktischen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch die Abspaltung der Antarktis und die entstehende Zirkumpolarströmung wurden die Antarktische isoliert. Dies verhinderte eine Zuwanderung anderer Fischarten, sodass sich die Antarktische ohne Konkurrenz vermehrten. • Die durch den Rückgang der wärmeliebenden Arten frei gewordenen Planstellen konnten neu besetzt werden. So nutzen die Antarktische heute Tiefen von 50 bis 1400 Metern (vgl. Abbildung 1), verschiedenste Nahrung und alle Regionen des Südpolarmeeres. • Diese Einnischung verminderte die intraspezifische (und auch interspezifische) Konkurrenz. 	6
4	<p>erläutert mit Hilfe von Material B und unter Berücksichtigung der hier wirksamen Evolutionsfaktoren die Entstehung der Artenvielfalt bei den Antarktischen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es kam zur Aufspaltung in viele Arten, was sich aus der Intensität der Artenbildung in diesem Zeitraum ableiten lässt; diesen Vorgang bezeichnet man als adaptive Radiation. 	4
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe I.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>vergleicht das Vorkommen und die Struktur der Globin-Gene von Eisfisch und Felsenbarsch sowie deren DNA-Sequenzen (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das β-Globin-Gen fehlt bei den untersuchten Eisfischarten. • Insgesamt ist das α-Globin-Gen der Eisfische stark verkürzt. • Es finden sich Deletionen von Exon 1 und 2 sowie von Intron 1, Intron 2 ist beim Eisfisch deutlich kürzer. • Der Eisfisch zeigt Punktmutationen an den Positionen 1101, 1115 und 1119. 	8
2	<p>leitet anhand aller Materialien eine mögliche evolutionsbiologische Erklärung für die Veränderungen der Globin-Gene bei den Eisfischen ab, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Vorfahren der heutigen Eisfische besaßen Hämoglobin, das durch die α- und β-Globin-Gene kodiert wurde. • Weil die Eisfische die O₂-Versorgung durch andere Anpassungsleistungen sichern konnten (siehe Material A), waren sie nicht auf das Hämoglobin als O₂-bindendes Protein angewiesen. • Zufällige Mutationen in den Globin-Genen wirkten sich daher nicht nachteilig aus. Auch die Deletion des gesamten β-Globin-Gens stellte keinen Selektionsnachteil dar. Die Vielzahl der Mutationen im verbliebenen Teil des α-Globin-Gens zeigt ebenfalls, dass Mutationen hier selektionsneutral sind. <p><i>(Andere sinnvolle Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	10
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe I.1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erläutert die Angepasstheit ...	5			
2	erläutert die Angepasstheit ...	7			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.1 Teilaufgabe	12			

Teilaufgabe I.2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	nennt vier Evolutionsfaktoren ...	8			
2	erläutert mit Hilfe ...	6			
3	erläutert mit Hilfe ...	6			
4	erläutert mit Hilfe ...	4			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.2 Teilaufgabe	24			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe I.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	vergleicht das Vorkommen ...	8			
2	leitet anhand aller ...	10			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe I.3 Teilaufgabe	18			
	Summe der I.1, I.2 und I.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

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

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

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 2013

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Das Hunter-Syndrom

- II.1 Ermitteln Sie anhand des Stammbaums (Material A, Abbildung 1) den Erbgang für das Hunter-Syndrom, indem Sie auch alternative Erbgänge begründet ausschließen. Geben Sie die möglichen Genotypen aller Personen bei diesem Stammbaum an und begründen Sie Ihre Entscheidung. *(20 Punkte)*
- II.2 Erklären Sie das Verfahren der Gelelektrophorese (Material B). Beschreiben Sie das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2 und geben Sie mit Hilfe von Abbildung 3 begründet an, welche Bande dem gesunden Menschen und welche dem Hunter-Patienten zuzuordnen ist (Material C). Erläutern Sie die molekulargenetischen Ursachen für das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2 auf der Grundlage von Abbildung 4 (Material C). *(24 Punkte)*
- II.3 Ermitteln Sie, wofür die drei prä-mRNA-Triplets im mittleren Bereich von Intron 7 codieren (Materialien C und D). Leiten Sie auf der Basis Ihrer Ergebnisse die Konsequenzen für das IDS-Protein bei dem Patienten mit dem Hunter-Syndrom ab und erläutern Sie die Ursache der Symptome (Materialien A und C). *(10 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Symptome und Vererbung des Hunter-Syndroms

Die Stoffwechselkrankheit Mukopolysaccharidose Typ II (MPS Typ II) wurde 1917 von dem Arzt Charles Hunter erstmals beschrieben. Daher nennt man diese Erkrankung auch Hunter-Syndrom. Die Symptome sind z. B. Wachstumsverzögerung, Schwächung des Herzmuskels und geistige Einschränkungen. Bei MPS Typ II liegt die Aminosäurekette eines Enzyms für den Abbau der Mukopolysaccharide, der Iduronat-2-Sulfatase (IDS), stark verändert und damit funktionsunfähig vor. Dadurch lagern sich immer mehr Mukopolysaccharide in den Körperzellen ab, wodurch die Stoffwechselprozesse in den Zellen zunehmend beeinträchtigt werden.

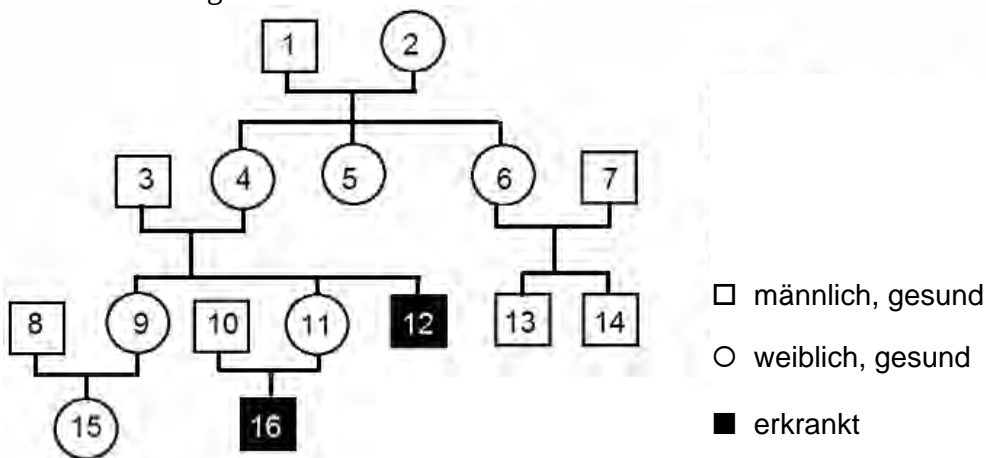


Abbildung 1: Stammbaum einer Familie, in der das Hunter-Syndrom auftritt. In den Familien der eingetragenen Personen (3, 7, 8, 10) ist kein Fall von Hunter-Syndrom bekannt.

Material B: Ergebnis einer Gelelektrophorese

Zur Untersuchung des Hunter-Syndroms wurde die reife mRNA für IDS von einem gesunden und einem erkrankten Menschen zusammen mit einem Marker (M) mit RNA-Fragmenten bekannter Länge gelelektrophoretisch analysiert.

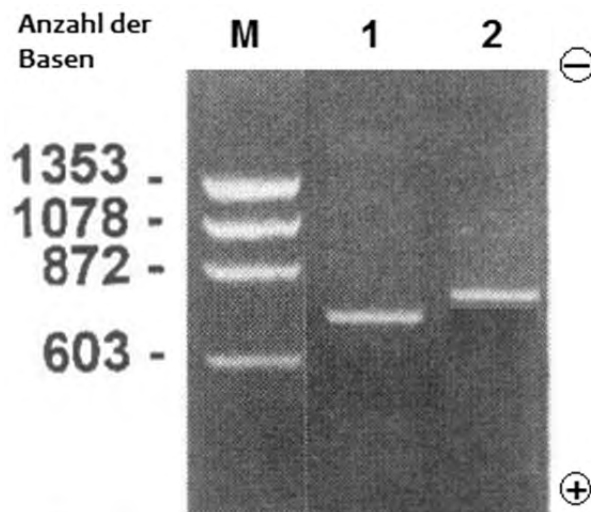


Abbildung 2: Ergebnis der Gelelektrophorese



Name: _____

Material C: Genetische Grundlagen des Hunter-Syndroms

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Abschnitt der reifen mRNA des IDS-Gens bei Gesunden und bei einem Hunter-Patienten (Abbildung 3) sowie einen Abschnitt der prä-mRNA des Hunter-Patienten (Abbildung 4).

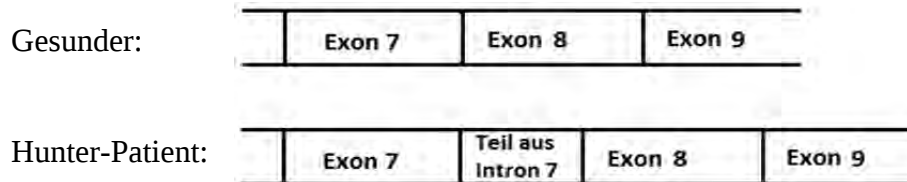
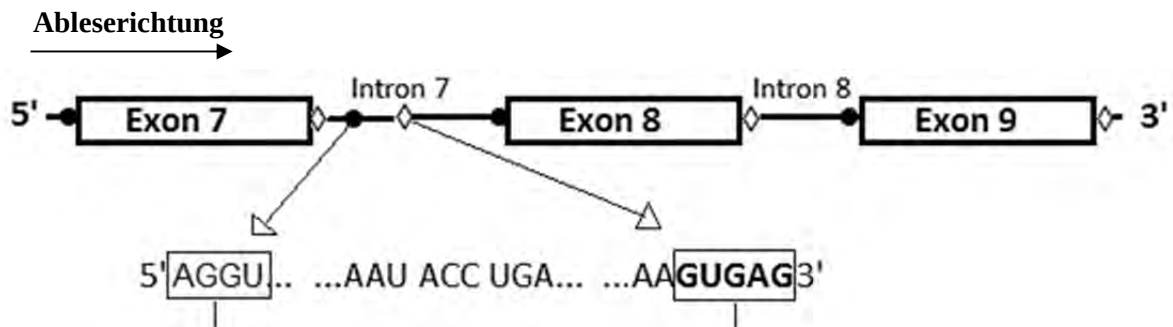


Abbildung 3: Abschnitt der reifen mRNA des IDS-Gens bei einem Gesunden und bei dem Hunter-Patienten



Dieser Splice-Endpunkt wird nur bei Kranken genutzt, bei Gesunden aber ignoriert.

Dieser Splice-Anfangspunkt ist durch einen Basenaustausch beim IDS-Gen des Hunter-Patienten **neu** entstanden.

Abbildung 4: Sequenzausschnitt des IDS-Gen-Transkripts (prä-mRNA) des Hunter-Patienten.

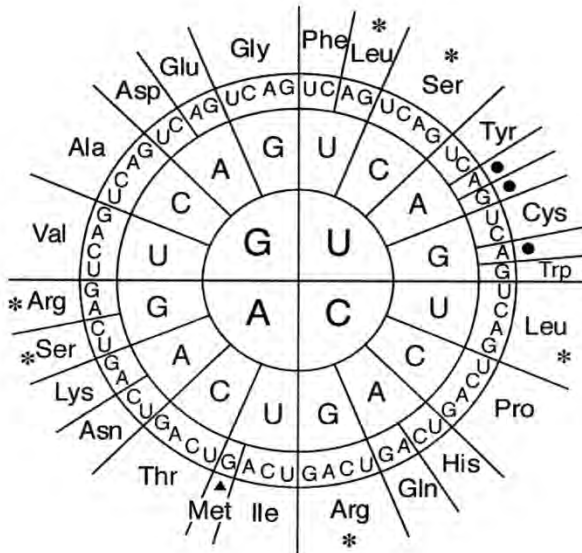
◇ = Splice-Anfangspunkt, ● = Splice-Endpunkt

(Das Ignorieren von Splice-Endpunkten ist kein ungewöhnlicher Vorgang und kommt bei Eukaryonten häufig vor. Die Ursache muss nicht erklärt werden.)



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
	U	C	A	G	
5'					3'
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	Stopp	Stopp	A
	Leu	Ser	Stopp	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met (Start)	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2013

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Das Hunter-Syndrom

- II.1 Ermitteln Sie anhand des Stammbaums (Material A, Abbildung 1) den Erbgang für das Hunter-Syndrom, indem Sie auch alternative Erbgänge begründet ausschließen. Geben Sie die möglichen Genotypen aller Personen bei diesem Stammbaum an und begründen Sie Ihre Entscheidung. *(20 Punkte)*
- II.2 Erklären Sie das Verfahren der Gelelektrophorese (Material B). Beschreiben Sie das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2 und geben Sie mit Hilfe von Abbildung 3 begründet an, welche Bande dem gesunden Menschen und welche dem Hunter-Patienten zuzuordnen ist (Material C). Erläutern Sie die molekulargenetischen Ursachen für das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2 auf der Grundlage von Abbildung 4 (Material C). *(24 Punkte)*
- II.3 Ermitteln Sie, wofür die drei prä-mRNA-Triplets im mittleren Bereich von Intron 7 codieren (Materialien C und D). Leiten Sie auf der Basis Ihrer Ergebnisse die Konsequenzen für das IDS-Protein bei dem Patienten mit dem Hunter-Syndrom ab und erläutern Sie die Ursache der Symptome (Materialien A und C). *(10 Punkte)*

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

3. Materialgrundlage

- Material A: Abbildung 1 verändert nach: Gesellschaft für Mukopolysaccharidosen e.V. http://www.mps-ev.de/mps/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=79 (Zugriff 09.05.12)
- Material B: Abbildung 2 aus: Rathmann et al. , Am. J. Hum. Genet. 59, S. 1205
- Material C: Abbildungen 3 und 4 verändert nach: Rathmann et al., Am. J. Hum. Genet. 59, S. 1205
- Rathmann, M. et al. (1996). Mucopolysaccharidosis Type 11 (Hunter Syndrome): Mutation “Hot Spots” in the Iduronate-2-Sulfatase Gene, Am. J. Human Genetics, S. 1202 – 1209 (1996) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1914889/> (Zugriff 04.07.12)
- Rogan P. et al. (1998): Information Analysis of Human Splice Site Mutations. HUMAN MUTATION 12: 153 – 171 http://nih.academia.edu/ThomasSchneider/Papers/285185/Information_Analysis_of_Human_Splice_Site_Mutations (Zugriff 09.05.12)
- Gesellschaft für Mukopolysaccharidosen e.V. http://www.mps-ev.de/mps/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=79 (Zugriff 09.05.12)
- http://de.wikipedia.org/wiki/Morbus_Hunter (Zugriff 09.05.12)
- http://www.schattauer.de/fileadmin/assets/zeitschriften/kinder_und_jugendmedizin/partner-cme/0611_BL_KJM_06_2011_S001_S016.pdf (Zugriff 09.05.12)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2013

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

- Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung
 - Replikation, Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryonten
- Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug
 - Stammbaumanalyse und Erbgänge in der humangenetischen Beratung
- Angewandte Genetik
 - Werkzeuge und Verfahrensschritte der Gentechnik am Beispiel der PCR und des genetischen Fingerabdrucks

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>ermittelt anhand des Stammbaums (Material A, Abbildung 1) den Erbgang für das Hunter-Syndrom, indem er auch alternative Erbgänge begründet ausschließt, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Söhne 12 und 16 haben gesunde Eltern. Sie müssen das veränderte IDS-Allel aber von mindestens einem Elternteil bekommen haben. Bei einem dominanten Erbgang wären diese dann aber ebenfalls erkrankt, also muss es sich um einen rezessiven Erbgang handeln. • Das Auftreten nur männlicher Merkmalsträger weist auf einen gonosomalen Erbgang hin. • Bei einer autosomal rezessiven Vererbung müssten die Söhne 12 und 16 auch ein mutiertes Allel von ihren Vätern erhalten haben; in deren Familien sind aber keine Hunter-Fälle bekannt. • Es muss sich also um einen x-chromosomal-rezessiven Erbgang handeln. 	8
2	<p>gibt die möglichen Genotypen aller Personen bei diesem Erbgang an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Allele werden z. B. mit X^a für das rezessive veränderte IDS-Allel und X^A für das normale, dominante Allel bezeichnet. Das Y-Chromosom besitzt kein entsprechendes Allel (Y). • 12 und 16 X^aY • alle anderen Männer X^AY (1, 3, 7, 8, 10, 13, 14) • 2, 4, 11 X^AX^a • alle übrigen Frauen X^AX^a oder X^AX^A 	6
3	<p>begründet seine Entscheidung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die erkrankten Männer müssen bezogen auf das veränderte IDS-Allel hemizygot sein, sonst wären sie nicht erkrankt. • Alle gesunden Männer müssen dementsprechend hemizygot das normale Allel besitzen. • Die Mütter 2, 4 und 11 müssen Konduktorinnen sein, da sie das veränderte IDS-Allel an ihre Söhne bzw. Enkelsöhne weitergeben. • Alle anderen Frauen können sowohl homo- als auch heterozygot sein. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe II.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt das Verfahren der Gelelektrophorese (Material B), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Es handelt sich um ein Verfahren zur Trennung von Molekülen, hier der mRNA, aufgrund ihrer Molekülgröße. • Die zu untersuchenden Proben werden in ein Gel gegeben und einem elektrischen Feld ausgesetzt. • Negativ geladene Moleküle wie die mRNA wandern vom Minus- zum Pluspol. • Die Trennung beruht auf der unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeit der geladenen Moleküle in dem angelegten elektrischen Feld. • Das verwendete Gel wirkt wie ein engmaschiges Netz und sortiert die Moleküle nach Größe. • Je kleiner die Moleküle sind, desto weiter wandern sie innerhalb der Elektrophoresedauer in dem Gel. Gleich große Moleküle bilden eine Bande. 	10
2	beschreibt das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • In Spur 1 wandern die untersuchten mRNA-Moleküle weiter und ihre Bande liegt etwa in der Mitte zwischen den Banden der beiden kürzeren Fragmente des Markers. • In Spur 2 wandert die mRNA weniger weit als in Spur 1. Sie liegt näher an der Bande mit einer Länge von 872 Basen des Markers. 	6
3	gibt mit Hilfe von Abbildung 3 begründet an, welche Bande dem gesunden Menschen und welche dem Hunter-Patienten zuzuordnen ist (Material C), sinngemäß z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die mRNA des Hunter-Patienten ist etwas länger, da ein Teil von Intron 7 nicht ausgeschnitten wurde. • Daher ist die mRNA-Bande in Spur 2 dem Hunter-Patienten zuzuordnen, denn die längere mRNA wandert nicht so weit im Gel wie die kürzere mRNA des gesunden Menschen in Spur 1. 	4
4	erläutert die molekulargenetischen Ursachen für das Ergebnis der Gelelektrophorese in Abbildung 2 auf der Grundlage von Abbildung 4 (Material C), sinngemäß z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Ursache für die unterschiedlich langen Varianten der mRNA muss der durch Mutation neu entstandene Splice-Anfang in Intron 7 sein. • Dadurch bleibt der Abschnitt zwischen dem nur bei Kranken genutzten Endpunkt und dem neu entstandenen Splice-Anfangspunkt zwischen Exon 7 und Exon 8 erhalten, was zur Verlängerung der reifen mRNA führt. 	4
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	ermittelt, wofür die drei prä-mRNA-Triplets im mittleren Bereich von Intron 7 codieren (Materialien C und D): <ul style="list-style-type: none"> • prä-mRNA: AAU ACC UGA • Aminosäuren: Asn Thr Stopp 	4
2	leitet auf der Basis seiner Ergebnisse die Konsequenzen für das IDS-Protein bei dem Patienten mit dem Hunter-Syndrom (Materialien A und C) ab, sinngemäß z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Mit dem nicht ausgeschnittenen Bereich aus Intron 7 ist in dem nun zusätzlich codierenden Abschnitt ein Stopp-Signal vorhanden, das zu einem verfrühten Abbruch der Translation führt. • Aufgrund dieses verfrühten Abbruchs ist das IDS-Protein des am Hunter-Syndrom Erkrankten wesentlich kleiner als das eines Gesunden. 	4
3	erläutert die Ursache der Symptome (Materialien A und C), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Das verkürzte IDS-Protein kann seine Funktion nicht ausüben. • Die Folge davon ist die zunehmende Ablagerung von Mukopolysacchariden in den Zellen. 	2
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe II.1

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	ermittelt anhand des ...	8			
2	gibt die möglichen ...	6			
3	begründet seine Entscheidung ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe II.1 Teilaufgabe	20			

Teilaufgabe II.2

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erklärt das Verfahren ...	10			
2	beschreibt das Ergebnis ...	6			
3	gibt mit Hilfe ...	4			
4	erläutert die molekulargenetischen ...	4			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe II.2 Teilaufgabe	24			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe II.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	ermittelt, wofür die ...	4			
2	leitet auf der ...	4			
3	erläutert die Ursache ...	2			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe II.3 Teilaufgabe	10			
	Summe der II.1, II.2 und II.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

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

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

ggf. arithmetisches Mittel der Punktschümen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenschümeile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenschüfung)

Für die Zuordnung der Notenschüfen 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 2013

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Ökologie der Kannenpflanzen

- III.1 Skizzieren Sie den Stickstoffkreislauf für ein Ökosystem und nennen Sie die bei Kannenpflanzen zur Sicherstellung der Stickstoffversorgung auftretenden Besonderheiten (Material A). Erklären Sie die Funktion der in der Kannenflüssigkeit nachgewiesenen Enzyme für die Pflanze (Material A). (18 Punkte)
- III.2 Erläutern Sie die Besonderheiten der Lebensgemeinschaft der Kannenpflanze *Nepenthes bicalcarata* und der Ameisenart *Camponotus schmitzi* (Material B). Werten Sie in diesem Kontext das Experiment zur Lauffähigkeit von *Camponotus schmitzi* auf dem Peristom von *Nepenthes bicalcarata* aus (Material B). (26 Punkte)
- III.3 Stellen Sie eine Hypothese zur evolutiven Entstehung der speziellen Lebensgemeinschaft von *Nepenthes bicalcarata* und *Camponotus schmitzi* auf und erläutern Sie Ihre Hypothese an drei Merkmalen (Material B). Bewerten Sie zusammenfassend die Entwicklungsschritte vor dem Hintergrund der speziellen Lebensraumbedingungen der Kannenpflanzen (Material A). (10 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Die Kannenpflanzen – karnivore Pflanzen

Karnivore Pflanzen ergänzen ihre Mineralstoffaufnahme durch das Fangen von Tieren. Dies stellt eine wichtige Quelle für Stickstoffverbindungen und Phosphat insbesondere auf mineralstoffarmen Böden dar. Kannenpflanzen der Gattung *Nepenthes* verfügen über zu Kannen umgebildete Blätter, in denen sie ihre Beutetiere fangen (Abbildung 1).

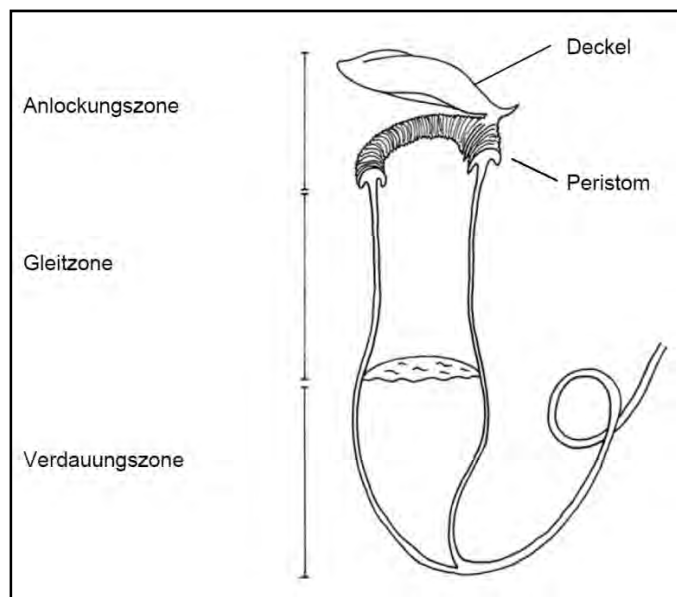


Abbildung 1: Aufbau einer *Nepenthes*-Kanne

Die *Nepenthes*-Arten sind im Normalfall nicht auf bestimmte Beutetiere spezialisiert und nutzen ein breites Spektrum an Arthropoden¹, wobei Ameisen mit bis zu 90 % den hauptsächlichen Teil ausmachen. Die potenziellen Beutetiere werden dabei durch spezielle Mechanismen angelockt: Der Kannenrand (Peristom) und der Deckel sind auffällig gefärbt, oft sondern am Kannenrand befindliche Drüsen Nektar ab. Die innere Kannenwand ist bei vielen *Nepenthes*-Arten mit sehr glatten Wachskristallen ausgekleidet.

In der Flüssigkeit im unteren Teil der Kanne befinden sich neben Stoffen, die die Oberflächenspannung der wässrigen Lösung herabsetzen, auch zahlreiche Enzyme: Peptidasen, die Peptidbindungen aufbrechen, Ribonukleasen, die Nukleinsäuren zerlegen, sowie Chitinasen, die das chitinhaltige Außenskelett von Insekten und anderen Gliederfüßern auflösen.

¹ Gliederfüßer



Name: _____

Material B: Die karnivore Ameisenpflanze *Nepenthes bicalcarata*

Nepenthes bicalcarata ist im Tiefland von Nordwest-Borneo die vorherrschende *Nepenthes*-Art. Auffällig ist, dass sich an der Innenseite ihrer Kannen keine Wachskristalle befinden. Die Verdauungsflüssigkeit ist weniger sauer als bei anderen Arten und enthält eine geringere Konzentration an Verdauungsenzymen.

Die Ameisenart *Camponotus schmitzi* lebt ausschließlich auf *Nepenthes bicalcarata*. Sie nistet in Hohlräumen der Pflanze, und im Gegensatz zu anderen Ameisenarten ist sie in der Lage, auf allen Teilen der Kannen mühelos umherzulaufen, ohne abzurutschen. Diese Ameisen decken ihren Kohlenhydratbedarf zum Teil an den zahlreichen Nektardrüsen von *Nepenthes bicalcarata*.

Ferner besitzt *Camponotus schmitzi* die außergewöhnliche Fähigkeit, in der Kannenflüssigkeit Futter zu sammeln: Die Ameisen tauchen zu allen Teilen der Kanne. Sobald sie auf ein Beutestück treffen, packen sie es und ziehen es aus der Flüssigkeit. Die Ameisen holen ausschließlich große Beutestücke aus der Flüssigkeit. Dies geschieht je nach Umfang (Größe) des Beutestücks unter Beteiligung mehrerer Ameisen. Unter dem Rand des Peristoms wird es zerlegt und verspeist. Die Überreste sowie Fäkalien lassen sie in die Kanne fallen.

Es ist beobachtet worden, wie *Camponotus schmitzi* verhindert, dass andere Besucher wieder aus der Kanne flüchten. So greift sie aus dem Hinterhalt des Peristoms die potenzielle Beute an und stößt die Insekten in die Verdauungsflüssigkeit.

Die Lauffähigkeit auf dem Peristom einer lebenden *Nepenthes bicalcarata*-Kanne hat man im Freiland an Ameisen der Art *Camponotus schmitzi* untersucht (Abbildung 2), deren Tarsen („Zehnglieder“ der Beine) auf unterschiedliche Weise manipuliert wurden, z. B. durch Entfernung der Krallen oder der als Arolien bezeichneten Haftpolster.

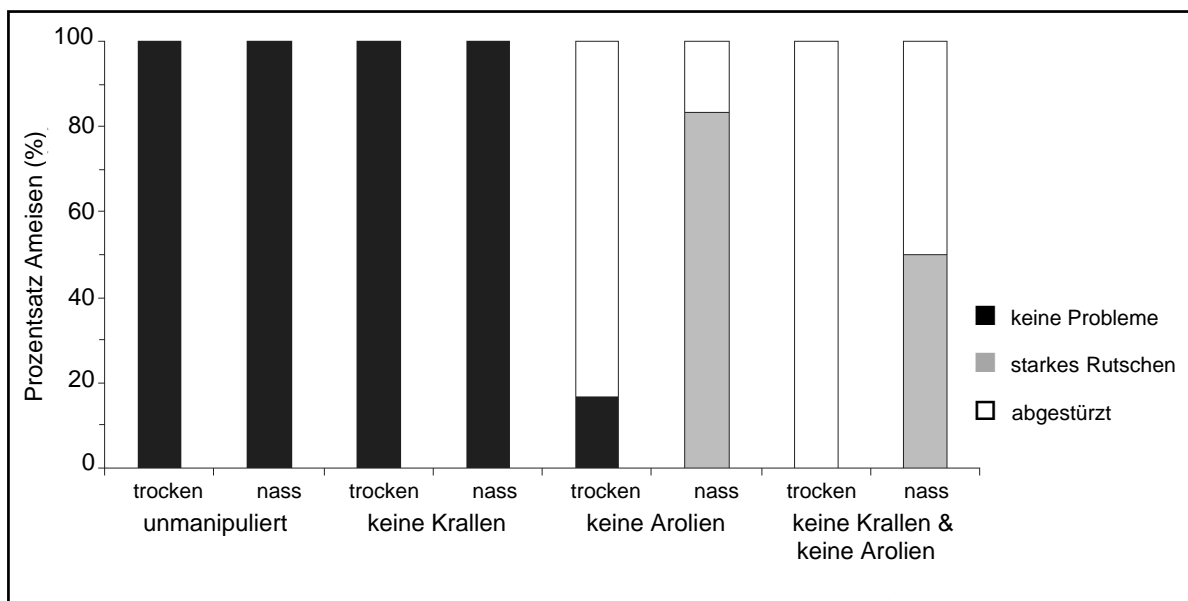


Abbildung 2: Einfluss der Manipulation an den Tarsen auf die Lauffähigkeit von Ameisen der Art *Camponotus schmitzi* auf dem Peristom einer lebenden *Nepenthes bicalcarata*-Kanne. Die Lauffähigkeit wurde auf trockenem und nassem Peristom untersucht.

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2013

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Ökologie der Kannenpflanzen

- III.1 Skizzieren Sie den Stickstoffkreislauf für ein Ökosystem und nennen Sie die bei Kannenpflanzen zur Sicherstellung der Stickstoffversorgung auftretenden Besonderheiten (Material A). Erklären Sie die Funktion der in der Kannenflüssigkeit nachgewiesenen Enzyme für die Pflanze (Material A). (18 Punkte)
- III.2 Erläutern Sie die Besonderheiten der Lebensgemeinschaft der Kannenpflanze *Nepenthes bicalcarata* und der Ameisenart *Camponotus schmitzi* (Material B). Werten Sie in diesem Kontext das Experiment zur Lauffähigkeit von *Camponotus schmitzi* auf dem Peristom von *Nepenthes bicalcarata* aus (Material B). (26 Punkte)
- III.3 Stellen Sie eine Hypothese zur evolutiven Entstehung der speziellen Lebensgemeinschaft von *Nepenthes bicalcarata* und *Camponotus schmitzi* auf und erläutern Sie Ihre Hypothese an drei Merkmalen (Material B). Bewerten Sie zusammenfassend die Entwicklungsschritte vor dem Hintergrund der speziellen Lebensraumbedingungen der Kannenpflanzen (Material A). (10 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A:
Abbildung 1 verändert nach Rembold 2006
- Material B:
Abbildung 2 aus Bohn 2007
- Rembold, K. (2006). *Zur Ökologie der karnivoren Nepenthes madagascariensis*, Diplomarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn
- Bohn, H.F. (2007). *Biomechanik von Insekten-Pflanzen-Interaktionen bei Nepenthes-Kannenpflanzen*. Dissertation, Bayerische Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Bonhomme, V., Gounand, I., Alaux, C., Jusselin, E., Barthélémy, D. and Gaume, L. (2011). *The plant-ant Camponotus schmitzi helps its carnivorous host-plant Nepenthes bicalcarata to catch its prey*. *Journal of Tropical Ecology* 27, 15 – 16 (24)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2013

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfache Beziehungen zwischen Organismengruppen und abiotischen Habitatfaktoren <ul style="list-style-type: none"> – Anpassungen an Temperatur und Feuchtigkeit bei Tieren und Pflanzen • Wechselbeziehungen, Populationsdynamik <ul style="list-style-type: none"> – Beziehungen zwischen Populationen: LOTKA-VOLTERRA-Regeln, Konkurrenz, Koexistenz – Verflechtungen in Lebensgemeinschaften • Biomasseproduktion, Trophieebenen, Energiefluss • Biogeochemischer Kreislauf am Beispiel des Stickstoffkreislaufs <p>Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung <ul style="list-style-type: none"> – Genotypische Variabilität von Populationen (keine Modellberechnungen) • Art und Artbildung <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt
--

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe III.1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>skizziert den Stickstoffkreislauf für ein Ökosystem, sinngemäß:</p> <p>Legende: [N] bezeichnet organisch gebundenen Stickstoff. (Die Angabe der Namen der Metaboliten statt der Summenformeln wird akzeptiert.)</p>	10

2	<p>nennt die bei Kannenpflanzen zur Sicherstellung der Stickstoffversorgung auftretenden Besonderheiten (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnehmen und Verdauen von Gliederfüßern, • zu Kannen umgebildete Blätter, • auffällig gefärbter Deckel und Kannenrand (Peristom), • Nektardrüsen am Kannenrand, • sehr glatte Wachskristalle an der inneren Kannenwand, • die Oberflächenspannung herabsetzende Stoffe in der Kannenflüssigkeit, • Enzyme in der Kannenflüssigkeit. <p>(Für die Vergabe der vollen Punktzahl werden mindestens fünf Aspekte erwartet.)</p>	4
3	<p>erklärt die Funktion der in der Kannenflüssigkeit nachgewiesenen Enzyme für die Pflanze (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Enzyme katalysieren den Abbau verschiedener Bestandteile der Beutetiere zu für die Kannenpflanze verwertbaren Bausteinen. • Bei Peptiden und Nukleinsäuren handelt es sich um stickstoffhaltige Metaboliten, aus denen die Kannenpflanze Stickstoffverbindungen gewinnen kann. <p>(Die Einordnung von Chitin in die stickstoffhaltigen Metaboliten wird nicht vorausgesetzt und stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</p>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe III.2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert die Besonderheiten der Lebensgemeinschaft der Kannenpflanze <i>Nepenthes bicalcarata</i> und der Ameisenart <i>Camponotus schmitzi</i>, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Ameise profitiert von den Anlockungsmechanismen der Kannenpflanze und nutzt die von der Pflanze gefangenen Insekten als Nahrung. • <i>Camponotus schmitzi</i> nutzt die Pflanze als Schutz- und Nistraum sowie den Nektar als kohlenhydratreiche Nahrung. • Bei Anwesenheit von <i>Camponotus schmitzi</i> erbeutet die Kannenpflanze mehr Insekten, da die Ameise eine Flucht der Beutetiere aus der Kanne verhindert. • <i>Nepenthes bicalcarata</i> nutzt Nahrungsüberreste und Fäkalien der Ameise als Mineralstoffquelle. • Der Pflanze entstehen energetische Kosten für die Nektarproduktion, dem stehen Einsparungen bei der Produktion von Wachskristallen und Verdauungsenzymen gegenüber. • Die Wechselbeziehung von <i>Nepenthes bicalcarata</i> und <i>Camponotus schmitzi</i> stellt eine Lebensgemeinschaft zum beiderseitigen Vorteil (Symbiose, Mutualismus) dar. <p>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl muss die Wechselbeziehung als Symbiose oder Mutualismus erkannt werden.)</p>	10
2	<p>wertet in diesem Kontext das Experiment zur Lauffähigkeit von <i>Camponotus schmitzi</i> auf dem Peristom von <i>Nepenthes bicalcarata</i> aus (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Lauffähigkeit von <i>Camponotus schmitzi</i> wurde an unmanipulierten (Kontrolle) und manipulierten Ameisen auf dem Peristom einer lebenden <i>Nepenthes bicalcarata</i>-Kanne untersucht. • Im Versuch wurden entweder die Krallen oder die als Arolien bezeichneten Haftpolster oder beide Strukturen entfernt; die Untersuchung fand vergleichend auf trockenem und nassem Peristom statt. 	2

3	<p>wertet in diesem Kontext das Experiment zur Lauffähigkeit von <i>Camponotus schmitzi</i> auf dem Peristom von <i>Nepenthes bicalcarata</i> aus (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei allen Ameisen der Kontrollgruppe (unmanipuliert) sowie in der Gruppe ohne Krallen treten keine Probleme bei der Lauffähigkeit auf, unabhängig von der Feuchtigkeit des Peristoms. • Ohne Arolien stürzen auf trockenem Peristom etwa 83 % der Ameisen ab, auf nassem Peristom etwa 17 %, die übrigen zeigen auf nassem Peristom starkes Rutschen. • Ohne Arolien und ohne Krallen stürzen auf trockenem Peristom alle Ameisen ab, auf nassem Peristom etwa 50 %, die übrigen zeigen auf nassem Peristom starkes Rutschen. 	6
4	<p>wertet in diesem Kontext das Experiment zur Lauffähigkeit von <i>Camponotus schmitzi</i> auf dem Peristom von <i>Nepenthes bicalcarata</i> aus (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Krallen sind offenbar allein keine notwendige Voraussetzung für die Lauffähigkeit. • Die Entfernung der Arolien führt zu einem starken Einbruch der Lauffähigkeit sowohl auf nassem wie auf trockenem Peristom. • Auffällig ist, dass durch das Fehlen der Arolien die Lauffähigkeit insbesondere auf trockenem Peristom eingeschränkt wird. • Bei Entfernung von Arolien und Krallen wird der beim Fehlen der Arolien beobachtete Effekt weiter verstärkt: Auf trockenem Peristom stürzen nun alle Versuchstiere ab, auf nassem Peristom zumindest etwa 50 %. • In der Hauptsache sind die Arolien für die Anpasstheit der Ameisenart <i>Camponotus schmitzi</i> an das Leben auf <i>Nepenthes bicalcarata</i> verantwortlich, die Krallen vermögen bei fehlenden Arolien einen Teil der Haftwirkung zu kompensieren. 	8
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe III.3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>stellt eine Hypothese zur evolutiven Entstehung der Merkmale der speziellen Lebensgemeinschaft von <i>Nepenthes bicalcarata</i> und <i>Camponotus schmitzi</i> auf, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spontane Mutationen, die sich in vorteilhafteren Anpassungen äußern, führen zu einem Selektionsvorteil ihrer Träger und in der Folge zur Anreicherung dieser Allele im Genpool der Population. Ein paralleler Prozess läuft beim anderen Partner in der Lebensgemeinschaft ab. Hier liegen jeweils wechselseitig verzahnte Anpassungen vor, die vermutlich durch Koevolution entstanden sind. <p>(Vergleichbare Herleitungen sind zu akzeptieren.)</p>	5
2	<p>erläutert seine Hypothese an drei Merkmalen (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechsel von <i>Nepenthes bicalcarata</i>, da geringere Mengen an Verdauungsenzymen hergestellt und sezerniert werden. • Morphologie von <i>Nepenthes bicalcarata</i>, da keine Wachskristalle gebildet werden. • Morphologie von <i>Camponotus schmitzi</i>, da ein Schutz gegenüber den Verdauungsenzymen in der Kannenflüssigkeit vorliegen muss. • Morphologie von <i>Camponotus schmitzi</i>, da Arolien eine bessere Haftfähigkeit ermöglichen. • Verhalten von <i>Camponotus schmitzi</i>, da das Tauchen nach Beute in der Kannenflüssigkeit eine neue, vorteilhafte Verhaltensweise darstellt. • Verhalten von <i>Camponotus schmitzi</i>, da zusätzliche Gliedertiere in die Verdauungsflüssigkeit befördert werden. <p>(Von den Beispielen müssen drei für das Erreichen der vollen Punktzahl genannt werden.)</p>	3
3	<p>bewertet zusammenfassend die Entwicklungsschritte vor dem Hintergrund der speziellen Lebensraumbedingungen der Kannenpflanzen (Material A), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle Entwicklungsschritte führen durch die dauerhafte Lebensgemeinschaft zu einer besseren Anpassung der Kannenpflanze <i>Nepenthes bicalcarata</i> an den mineralstoffarmen Boden ihres Lebensraums und machen sie so konkurrenzstärker im Vergleich zu anderen Pflanzen. 	2
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe III.1

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	skizziert den Stickstoffkreislauf ...	10			
2	nennt die bei ...	4			
3	erklärt die Funktion ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.1 Teilaufgabe	18			

Teilaufgabe III.2

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert die Besonderheiten ...	10			
2	wertet in diesem ...	2			
3	wertet in diesem ...	6			
4	wertet in diesem ...	8			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.2 Teilaufgabe	26			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe III.3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	stellt eine Hypothese ...	5			
2	erläutert seine Hypothese ...	3			
3	bewertet zusammenfassend die ...	2			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe III.3 Teilaufgabe	10			
	Summe der III.1, III.2 und III.3 Teilaufgabe	54			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	60			
--	---	-----------	--	--	--

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

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

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