

## I. Erläuterungen

### Aufgabenart

materialgebundene Aufgabenstellung

### Voraussetzungen gemäß Lehrplan und Erlass „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im Landesabitur 2013“ vom 20. Juni 2011

1. Zellatmung: Gesamtsummengleichung, Ausgangsstoffe und Produkte der Teilabschnitte
2. siehe 1; Fotosynthese: Schema der Elektronentransportkette, Modell des Protonengradienten
3. siehe 2; Prinzip der Katalyse
4. siehe 2; Strukturierung von Ökosystemen: Übersicht über biotische und abiotische Faktoren, Konkurrenz; Kosten-Nutzen-Analyse (Ökonomieprinzip)

## II. Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE			
		I	II	III	Σ
1	<u>Unterrichtsbezogen</u> sollen die Summengleichung sowie die Ausgangsstoffe und Produkte der Teilabschnitte angegeben werden: Summengleichung: $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 + 6 H_2O \rightarrow 6 CO_2 + 12 H_2O$ – Glykolyse: Aus Glukose, $NAD^+$ und $ADP+P$ entstehen Pyruvat sowie ATP und $NADH (+H^+)$ . – Oxidative Decarboxilierung: aus Pyruvat (und CoA sowie $NAD^+$ ) entstehen $CO_2$ und Acetyl-CoA sowie $NADH (+H^+)$ . – Citratzyklus: Aus Acetyl-CoA und $H_2O$ (sowie $NAD^+$ , FAD) entstehen $CO_2$ (und CoA) sowie $NADH (+H^+)$ , $FADH_2$ und ATP (bzw. GTP). – Endoxidation: Aus $NADH (+H^+)$ , $FADH_2$ , $ADP+P$ und $O_2$ entstehen $H_2O$ , $NAD^+$ , FAD und ATP.	2			
		2			
		2			
		2			
		2			
		2			10
2	<u>Phase I:</u> <u>Beschreibung:</u> Ohne Sauerstoffzufuhr sind die pH-Werte in der Matrix und im Intermembranraum gleich, der ATP-Gehalt ist minimal und bleibt konstant. <u>Materialbezogene Interpretation:</u> Da kein Akzeptor für die Elektronen am Ende der Endoxidation vorhanden ist, können $NADH$ und $FADH_2$ die Elektronen aus dem Abbau von Pyruvat nicht auf Komplex I bzw. II übertragen. Alternativ: Isolierte Mitochondrien können bei Sauerstoffmangel Pyruvat nicht verwerten, da durch „Rückstau“ kein $NAD^+$ für die ersten Schritte der Zellatmung zur Verfügung steht. Somit können keine Elektronen auf Komplex I bzw. II übertragen werden. Ohne Elektronenfluss wird kein $H^+$ -Gradient an Komplex I, III und IV aufgebaut, der zur ATP-Produktion an der ATP-Synthase nötig ist.	1			
			2		

Aufg.	erwartete Leistungen	BE			
		I	II	III	Σ
2	<u>Phase 2:</u> <u>Beschreibung:</u> Bei Sauerstoffzufuhr steigt der pH-Wert in der Matrix an und sinkt im Intermembranraum ab, der ATP-Gehalt steigt. <u>Interpretation:</u> Die Endoxidation kann ablaufen: NADH und FADH <sub>2</sub> aus dem Abbau von Pyruvat übertragen ihre Elektronen auf Komplex I bzw. II, die Elektronen fließen über weitere Komponenten bis zum Komplex IV, wo sie an O <sub>2</sub> abgegeben werden. Dabei werden an den Komplexen I, III und IV H <sup>+</sup> -Ionen aus der Matrix in den Intermembranraum gepumpt, wodurch der pH-Wert in der Matrix ansteigt und der Intermembranraum stärker sauer wird. Die energiereiche Ungleichverteilung der Protonen ermöglicht die ATP-Synthese durch das Enzym ATP-Synthase.	2			
			6		
		2			
	<u>Phase 3:</u> <u>Beschreibung:</u> Bei Sauerstoffmangel wird die pH-Differenz zwischen Matrix und Intermembranraum wieder geringer, der ATP-Gehalt sinkt nach kurzzeitigem Anstieg ab. <u>Interpretation:</u> Wie in Phase 1 kann kein Elektronenfluss stattfinden, deshalb wird der pH-Gradient nicht weiter aufgebaut. Der bestehende pH-Gradient wird zunächst noch zur ATP-Produktion ausgenutzt und dadurch abgebaut. Der ATP-Gehalt nimmt schließlich u.a. durch Austransport aus den Mitochondrien ab.		3		16
	Material 2 basiert auf: J. Braun u. a. (Hg.): Biologie heute SII. Braunschweig 2011, S. 72; <a href="http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MathNat/Biologie/Didaktik/Zellatmung">http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MathNat/Biologie/Didaktik/Zellatmung</a> (abgerufen am 22.04.2009).				
3	<u>Materialbezogener Vergleich:</u> <u>Gemeinsamkeiten:</u> Elektronen von NADH und FADH <sub>2</sub> werden auf eine Reihe von Enzymkomplexen in der inneren Mitochondrienmembran übertragen und schließlich an O <sub>2</sub> in der Matrix abgegeben, wodurch mit H <sup>+</sup> -Ionen H <sub>2</sub> O entsteht. Gemeinsame Komponenten der beiden Wege sind Komplex II und Coenzym Q.		3		
			3		
	<u>Unterschiede:</u> Bei der <i>normalen</i> Atmungskette werden Elektronen von NADH an Komplex I abgegeben und über Coenzym Q, Komplex III, Cytochrom c und Komplex IV auf O <sub>2</sub> übertragen. Dabei werden an den Komplexen I, III und IV H <sup>+</sup> -Ionen aus der Matrix in den Intermembranraum transportiert. Die H <sup>+</sup> -Ionen kehren durch die ATP-Synthase wieder in die Matrix zurück, wobei die protonenmotorische Kraft die Synthese von ATP ermöglicht. Die ATP-Synthase wird durch die Adeninnukleotid-Translokase und den Phosphat-Transporter mit ADP und anorganischem Phosphat versorgt. Bei der <i>alternativen</i> Atmungskette dagegen gelangen Elektronen von NADH über die alternative NADH-Dehydrogenase bzw. die externe NADH-Dehydrogenase direkt zu Coenzym Q und weiter zur alternativen Oxidase, die sie auf O <sub>2</sub> überträgt. Die Komplexe I, III und IV sind nicht beteiligt, deshalb werden keine Protonen transportiert. Ein Transport von ADP und Phosphat sowie ATP findet nicht statt.		4		

Aufg.	erwartete Leistungen	BE			
		I	II	III	Σ
	<u>Erklärung der hohen Wärmefreisetzung:</u> Da bei der alternativen Atmungskette kein Protonengradient erzeugt wird, kann kein ATP an der ATP-Synthase gebildet werden. Daher wird die ursprünglich in der Glukose und zwischenzeitlich in FADH <sub>2</sub> und NADH gespeicherte Energie an der alternativen Oxidase als Wärme frei. Durch die geringe ATP-Konzentration steigt die Reaktionsgeschwindigkeit der Phosphofructokinase, dadurch wird mehr Glukose pro Zeit abgebaut und damit die Wärmeproduktion zusätzlich erhöht.  Material 3 basiert auch auf: <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Symplocarpus_foetidus">http://en.wikipedia.org/wiki/Symplocarpus_foetidus</a> (abgerufen am 27.05.2012); D. Nelson, M. Cox: Lehninger Biochemie. Berlin, 3. Aufl., korr. Nachdruck 2005, S. 730 f.; A. Wagner et al.: Regulation of Thermogenesis in Flowering Araceae: The Role of the Alternative Oxidase. Biochimica et Biophysica Acta 1777 (2008): 993–1000; <a href="http://www.mendeley.com/research/regulation-thermogenesis-flowering-araceae-role-alternative-oxidase/#page-1">http://www.mendeley.com/research/regulation-thermogenesis-flowering-araceae-role-alternative-oxidase/#page-1</a> (abgerufen am 11.12.2011). Abb. 3.1: M. W. Nabors, R. Scheibe: Botanik. München 2007, S. 243; J. Markl (Hg.): Markl Biologie Oberstufe. Stuttgart 2010, S. 117. Material 4 basiert auf: geändert nach: J. Braun u. a. (Hg.): Biologie heute SII. Braunschweig 2011, S. 72; D. Nelson, M. Cox: Lehninger Biochemie. Berlin, 3. Aufl., korr. Nachdruck 2005, S. 731. Material 5 basiert auf: J. Markl (Hg.): Markl Biologie Oberstufe. Stuttgart 2010, S. 116.			4  2	16
4	<u>Materialbezogene Kosten-Nutzen-Analyse:</u> Nutzen: – Durch die Temperaturerhöhung werden in der Blüte verstärkt Duftstoffe freigesetzt, die Bestäuber anlocken. – Die Temperaturerhöhung in der Pflanze und dem umgebenden Boden ermöglicht Wachstum und Blütenbildung sehr früh im Jahr. – Dadurch hat die Pflanze Vorteile bei der Konkurrenz um Licht, Mineralien, Wasser und Bestäuber.  Kosten: – Sehr starker Verbrauch der im Vorjahr gespeicherten Stärke bzw. Glukose, die nicht mehr für andere Zwecke zur Verfügung steht.		2  2	2	8
	<b>Summe</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>50</b>

### III. Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt gemäß den Bestimmungen in der OAVO in der jeweils gültigen Fassung, insbesondere § 33 OAVO in Verbindung mit den Anlagen 9a und ggf. 9b bis 9f, sowie in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA). Für die Umrechnung von Prozentanteilen der erbrachten Leistungen in Notenpunkte nach § 9 Abs. 12 der OAVO gelten die Werte in der Anlage 9a der OAVO. Darüber hinaus sind die Vorgaben des Erlasses „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im Landesabitur 2013“ vom 20. Juni 2011 zu beachten.

Bei der Bewertung und Beurteilung ist auch die Intensität der Bearbeitung zu berücksichtigen. Als Bewertungskriterien dienen über das Inhaltliche hinaus qualitative Merkmale wie Strukturierung, Differenziertheit und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologie werden Vorschläge aus den Kategorien A, B und C vorgelegt, wobei die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Vorschlägen aus zwei verschiedenen Kategorien besteht, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass insgesamt 46 BE, ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)**, dass insgesamt 76 BE erreicht werden.

#### Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
<b>1</b>	10			<b>10</b>
<b>2</b>	5	11		<b>16</b>
<b>3</b>		10	6	<b>16</b>
<b>4</b>		4	4	<b>8</b>
<b>Summe</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>50</b>

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.