Walter Leditzky und
Günther Pass

3.5 Lösungen zu den Unterrichtsmaterialien

Material 1: Gametenbildung und genetische Variabilität

Aufgabe 1

Bei der Meiose werden ausgehend von einer diploiden Urkeimzelle die elterlichen Chromosomen zufällig auf die haploiden Keimzellen verteilt.

a Zeichne schematisch eine Urkeimzelle, die drei Chromosomenpaare enthält. Kennzeichne die väterlichen Chromosomen in einer Farbe, die mütterlichen in einer anderen.

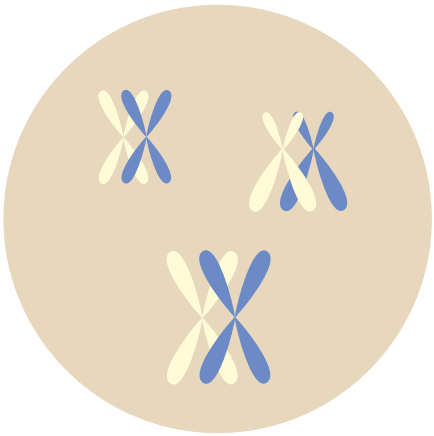


Abb. 3.2 Diploide Urkeimzelle mit drei Chromosomenpaaren

b Überlege, wie viele Möglichkeiten es gibt, die drei väterlichen und drei mütterlichen Chromosomen auf die haploiden Gameten aufzuteilen.

Es gibt $2^3 = 8$ Möglichkeiten.

c Welche mathematische Rechenoperation steckt dahinter, väterliche und mütterliche Chromosomen neu zu verteilen und zu kombinieren?

Als mathematische Rechenoperation steckt das „Potenzieren" dahinter.

d Berechne, wie viele verschiedene Keimzellen bei der Meiose des Menschen (2n = 46) entstehen können.

Je Elternpaar gibt es 2^{23} (= 8,4 Millionen) Möglichkeiten an Keimzellen. Bei Verschmelzung der mütterlichen und väterlichen Gameten folgen daraus 2^{46} (etwa 70 Billionen) Kombinationsmöglichkeiten.

Material 2: Blutgruppen

Aufgabe 2

Ein Elternpaar mit den phänotypischen Blutgruppen B/Rh+ (Mutter) und A/Rh+ (Vater) hat ein Kind mit der Blutgruppe 0/Rh-.

a Überlege dir die Genotypen der Eltern und des Kindes.

- Mutter: B0 / Rh+ Rh-
- Vater: A0 / Rh+ Rh-
- Kind: 00 / Rh- Rh-

b Stelle ein Schema mit den verschiedenen Gameten der Eltern auf und notiere hier die möglichen Blutgruppen (Genotypen) des Kindes.
Welche Gameten der Eltern müssen sich vereinigt haben, damit sie ein Kind mit der Blutgruppe 0/Rh- bekommen konnten?

Tab. 3.4: Kombinationsquadrat mit den Gameten von Mutter und Vater und den möglichen Genotypen des Kindes

		Mutter			
		B/Rh+	**B/Rh-**	**0/Rh+**	**0/Rh-**
Vater	**A/Rh+**	AB / Rh+ Rh+	AB / Rh+ Rh-	A0 / Rh+ Rh+	A0 / Rh+ Rh-
	A/Rh-	AB / Rh- Rh+	AB / Rh- Rh-	A0 / Rh- Rh+	A0 / Rh- Rh-
	0/Rh+	0B / Rh+ Rh+	0B / Rh+ Rh-	00 / Rh+ Rh+	00 / Rh+ Rh-
	0/Rh-	0B / Rh- Rh+	0B / Rh- Rh-	00 / Rh- Rh+	00 / Rh- Rh-

Die Vereinigung der Gameten 0/Rh- und 0/Rh- ergibt den Phänotyp 0/Rh- (Genotyp 00 / Rh- Rh-) des Kindes (Tab. 3.4, letzte Spalte und Zeile).

c Mit welcher Wahrscheinlichkeit konnten die Eltern mit einem Kind der Blutgruppe 0/Rh- rechnen?

Es gibt laut Kombinationsquadrat 4 x 4 = 16 mögliche Kombinationen der Gameten, doch nur 1x kommt die Kombination für den Phänotyp des Kindes vor. Die Wahrscheinlichkeit beträgt also 1:16.

d Welche Blutgruppen können Kinder dieses Elternpaares phänotypisch sonst noch haben?

Für Kinder dieses Elternpaares sind folgende Blutgruppen möglich: AB/Rh+, A/Rh+, B/Rh+, 0/Rh+, AB/Rh-, A/Rh-, B/Rh-, 0/Rh-

Aufgabe 3

Die Blutgruppen A, B, AB und 0 sind in den menschlichen Populationen nicht gleichmäßig verteilt (Tab. 3.3 in Unterrichtsmaterialien). Überlege dir theoretische Gründe für die ungleiche Verteilung und gehe dabei besonders auf die Indianer Perus ein.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

In unterschiedlichen Umwelten wirken unterschiedliche Selektionsfaktoren. Gegenüber manchen Infektionskrankheiten ist man beispielsweise verschieden anfällig; auch die Inkompatibilität in der Schwangerschaft kann je nach Umgebung anders ausfallen.

Die Indianer Perus mit der Blutgruppe 0 hatten wahrscheinlich einen Selektionsvorteil gegenüber solchen mit einer anderen Blutgruppe. So haben beispielsweise Träger der Blutgruppe 0 in den feucht-tropischen Gebieten Perus im Falle einer Malaria-Infektion eine erhöhte Überlebenschance. Aus denen mit der Blutgruppe 0 (kleine Gründerpopulation, Gendrift spielte wahrscheinlich auch eine Rolle) entwickelten sich dann die heutigen Indianer Perus.

Aufgabe 4

Pockenviren tragen an der Oberfläche das Antigen A. Überlege, wie sich früher wiederholt auftretende Pockeninfektionen in einer Population auswirken könnten. Mit welcher Verteilung der Blutgruppen des AB0-Systems ist zu rechnen?

Menschen mit den Blutgruppen B und 0 besitzen im Serum Antikörper Anti-A. Diese binden an Antigen A (z. B. auf den Pockenviren) und machen es unschädlich. Die Antikörper gegen ein Pockenantigen sind also schon vor der Infektion vorhanden – im Falle einer Infektion kann das Immunsystem schneller reagieren und die Sterblichkeit ist geringer. Menschen mit den Blutgruppen A und AB bilden keine Antikörper gegen das Antigen A, das Pockenvirus ist also ein Selektionsfaktor gegen die Blutgruppen A und AB.

Material 3: Selektionsspiel

Aufgabe 5

a Diskutiert und erklärt das Spielergebnis. Gab es Spielmarken, die besonders häufig beziehungsweise selten von der Spielfläche genommen wurden?

Die Auswertung der einzelnen Spieldurchgänge sollte in Zahlen, Prozenten und Diagrammen dargestellt werden.

Manche Schüler greifen gezielt zu bestimmten Marken, zum Beispiel zu solchen mit ihrer Lieblingsfarbe oder zu solchen, die vor dem Spielflächenhintergrund besonders auffällig sind. Diese Spielmarken („Individuen“) haben also gegenüber anderen einen Nachteil und werden ausselektiert. Mit diesem Beispiel kann man schön das Prinzip von Räuber – Beute, Tarnung sowie Mimikry und im Zuge dessen von Anpassung, Selektion und erhöhtem „Fortpflanzungserfolg“ erläutern.

b Konstruiere eine weiterführende Spielanleitung, welche die Rekombination nach den Mendel-Gesetzen und das Auftreten von Mutanten einbezieht.

Nach einem Spieldurchgang werden die verbliebenen Marken nach den Mendel-Gesetzen „vermehrt“: Es könnte angenommen werden, dass die dem Untergrund besser angepassten Farben dominant, die anderen rezessiv sind. Für den nächsten Spieldurchgang werden Eltern- und Tochtergeneration aufgelegt usw. Fallweise können auch neue Farben als „Mutation“ hinzugefügt werden.

Sinn der Aufgabe ist, dass die Schüler eine entsprechende weiterführende Spielanleitung erfinden und bei den nächsten Spieldurchgängen überprüfen und modifizieren.