

Vererbung der Blutgruppen

Lange Zeit waren Bluttransfusionen nach schweren Verletzungen reine Glückssache: Etwa die Hälfte der Patienten starb daran, die anderen überlebten sie. Erst im Jahr 1900 entdeckte der Wiener Mediziner Karl Landsteiner die Ursache. Er gab zum Blut einer Person Blutserum (Blut ohne Blutzellen) einer anderen Person und stellte fest, dass die Roten Blutzellen in bestimmten Fällen miteinander verklumpten, was im lebenden Körper zum Tod führt, und in anderen Fällen nicht.

Aufgabe 1: Werten Sie die folgende Tabelle aus, in der die Ergebnisse von solchen Mischungsversuchen dargestellt sind (Landsteiner, 1901). V: Verklumpung; -: keine Verklumpung.

Serum von ▼	Blut von ►	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6
Person 1		-	V	-	V	-	-
Person 2		V	-	-	-	-	V
Person 3		V	V	-	V	-	V
Person 4		V	-	-	-	-	V
Person 5		V	V	-	V	-	V
Person 6		-	V	-	V	-	-

1902 entdeckte die Arbeitsgruppe um Landsteiner eine weitere Blutgruppe. Heute bezeichnet man die Phänotypen als Blutgruppe A, B, AB bzw. 0 (Null).

Die molekulare Grundlage der Blutgruppen ist ein Glycoprotein (Protein, das einen Zuckerrest trägt) auf der Zelloberfläche der roten Blutzellen. Man nennt diese Glycoproteine Antigen A bzw. B. Rote Blutzellen von Menschen mit Blutgruppe A bzw. B besitzen Antigen A bzw. B; bei Blutgruppe AB sitzen beide Typen von Glycoprotein auf den Roten Blutzellen und bei Blutgruppe 0 keiner von beiden.

Bestimmte weiße Blutzellen produzieren Antikörper. Ein Sicherheitssystem sorgt dafür, dass keine Antikörper entstehen, die sich gegen körpereigene Antigene richten. Deshalb kommt der Antikörper Anti-A bei Menschen mit Blutgruppe B bzw. 0 vor, nicht aber bei Blutgruppe A bzw. AB. Analoges gilt für den Antikörper Anti-B.

Die genetische Information für den Bau dieser Antigene trägt das Gen AB0, von dem die Allele A, B bzw. 0 vorliegen. Dabei gilt: A sowie B sind gegenüber 0 dominant; A und B sind kodominant, d. h. dass beide Merkmale (Antigen-Moleküle) in vollem Umfang nebeneinander ausgebildet werden.

Aufgabe 2: Legen Sie eine Tabelle an, in der für jeden der vier Phänotypen die Antigene auf den roten Blutzellen, die im Blutplasma erlaubten Antikörper sowie die möglichen (diploiden) Genotypen dargestellt sind.

Aufgabe 3: Eine Frau mit Blutgruppe B hat eine Tochter mit Blutgruppe A und einen Sohn mit Blutgruppe 0. Der Gatte der Frau hat Blutgruppe A und bezweifelt, dass er der Vater des Sohnes ist.

- 3.1 Belegen Sie anhand der möglichen Genotypen, ob er als Vater in Frage kommt.
- 3.2 Beide Eltern des Gatten besitzen Blutgruppe AB. Beurteilen Sie anhand dieser Zusatzinformation den Fall erneut.

Außer dem AB0-System gibt es beim Menschen noch weitere Blutgruppen, z. B. das Rhesus-System. Es trägt diesen Namen, weil es zuerst bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) untersucht wurde (Landsteiner und Wiener, 1939). Der wichtigste Rhesusfaktor trägt die Bezeichnung D.

Eine Person hat den Phänotyp Rhesus-positiv (geschrieben: Rh⁺ oder Rh), wenn auf der Zellmembran ihrer roten Blutzellen das Antigen D sitzt; bei Rhesus-negativem Phänotyp (geschrieben: Rh⁻ oder rh) fehlt dieses Antigen. Das Allel Rhesus-positiv ist dominant gegenüber dem Allel Rhesus-negativ.

Aufgabe 4: Eine Frau mit Blutgruppe B / Rh⁻ hat aus der Ehe mit ihrem ersten Mann bereits eine Tochter, die die Blutgruppe 0 / Rh⁺ besitzt. Für ihr zweites Kind, einen Sohn mit der Blutgruppe A / Rh⁺, ist sie auf der Suche nach dem biologischen Vater. In Frage kommen zwei Männer: Klaus mit Blutgruppe A / Rh⁺ und Helge mit Blutgruppe AB / Rh⁻.

Geben Sie die nach den obigen Angaben möglichen Genotypen aller sechs genannten Personen bezogen auf das AB0- und das Rhesussystem an und leiten Sie begründet ab, welcher der beiden Männer der Vater des Kindes sein kann.

Hinweise für die Lehrkraft:

Das Arbeitsblatt enthält die wesentlichen Informationen über die Blutgruppen und ihre molekularen Grundlagen sowie Aufgaben zur Erarbeitung und eine Aufgabe zur Vaterschaft.

Aufgabe 1:

- Es gibt drei Typen, von denen jeder (zufällig) zwei Mal vorkommt: Personen 1 und 6, Personen 2 und 4, Personen 3 und 5.
- Beim Typ von Person 3 bzw. 5 kommt keine Verklumpung zustande, egal welches Serum eingesetzt wird.
- Wenn Serum vom eigenen Typ eingesetzt wird (z. B. Serum von Person 1 bei Person 6), kommt es zu keiner Verklumpung.

Aufgabe 2:

Phänotyp: Blutgruppe	Antigene	Antikörper	Genotypen
A	A	Anti-B	AA, A0
B	B	Anti-A	BB, B0
AB	A und B	–	AB
0	0	Anti-A und Anti-B	00

Aufgabe 3.1:

mögliche Genotypen der Frau: BB und B0

mögliche Genotypen der Tochter: AA und A0. Da deren Mutter das Allel A nicht besitzt, muss die Tochter von ihrer Mutter das Allel 0 erhalten haben.

Der Sohn hat eindeutig den Genotyp 00. Er muss also von seinem Vater das Allel 0 erhalten haben.

mögliche Genotypen des Gatten: AA und A0. Wenn er den Genotyp A0 besitzt, dann kann er das Allel 0 an den Sohn weiter gegeben haben.

Aufgabe 3.2:

Beide Eltern des Gatten haben eindeutig den Genotyp AB, können also jeweils nur das Allel A weitergegeben haben. Damit hat der Gatte den Genotyp AA und kann nicht der Vater des Sohnes sein.

(Außer sein eigener Vater ist nicht der Gatte seiner Mutter gewesen und hat ihm ein Allel 0 vererbt.)

Aufgabe 4:

Mutter: B0 / dd
1. Mann: 00 oder A0 oder B0 / Dd oder DD
Tochter: 00 / Dd
Sohn: A0 / Dd
Klaus: AA oder A0 / Dd oder DD
Helge: AB / dd

Das Allel A könnte von sowohl von Klaus als auch von Helge kommen, aber das Allel D kann nur von Klaus kommen.