

Rot-Grün-Blindheit

Das menschliche Auge verfügt über drei Zapfentypen mit unterschiedlichem Empfindlichkeits-Maximum, so dass durch den Vergleich ihrer Erregungen sehr viele Farbschattierungen unterschieden werden können. Bei rot-grün-blinden Menschen ist ein Zapfentyp geschädigt, so dass sie zwischen Rot und Grün nicht unterscheiden können. Das dabei geschädigte Gen sitzt auf dem X-Chromosom (gonosomal-rezessive Vererbung).

Für Erbgänge ist hierbei wichtig, dass Frauen in ihren Körperzellen 2 Allele für dieses Gen aufweisen, Männer aber nur 1 (Genotypen: hemizygot dominant bzw. hemizygot rezessiv; das fehlende Allel kann z. B. durch einen Gedankenstrich symbolisiert werden. Man kann die Allele auch als Index an das X-Chromosom anfügen und beim Y-Chromosom entsprechend einen Strich.)

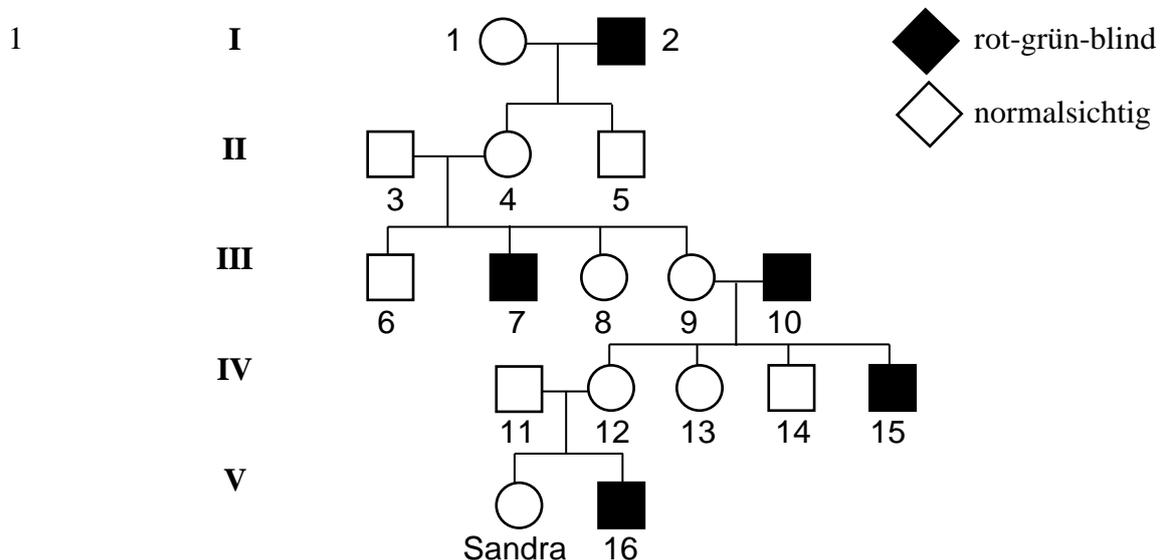
Weil sich das einzige Allel bei Männern immer im Phänotyp durchsetzt, mischerbige Frauen aber nicht Merkmalsträger sind (sie sind Überträgerinnen = Konduktorinnen für das rezessive Allel), kommt Rot-Grün-Blindheit bei Männern viel häufiger vor als bei Frauen.

Aufgabe:

Eine normalsichtige Frau hat mit einem rot-grün-blinden Mann eine Tochter und einen Sohn, die beide normalsichtig sind. Die Tochter hat mit einem normalsichtigen Mann vier Kinder: einen normalsichtigen Sohn, einen rot-grün-blinden Sohn sowie zwei normalsichtige Töchter. Eine dieser Töchter hat mit einem rot-grün-blinden Mann wieder vier Kinder: zwei normalsichtige Töchter, einen normalsichtigen Sohn und einen rot-grün-blinden Sohn. Eine dieser Töchter aus der letzten Generation hat mit einem normalsichtigen Mann eine normalsichtige Tochter (Sandra) und einen rot-grün-blinden Sohn.

- 1 Zeichnen Sie einen vollständig beschrifteten Stammbaum dieser Familie.
- 2 Bestimmen Sie begründet die Genotypen aller Personen.
- 3 Ermitteln Sie nachvollziehbar die Wahrscheinlichkeit, dass Sandra bei einer Ehe mit einem rot-grün-blinden Mann einen rot-grün-blinden Sohn bzw. eine rot-grün-blinde Tochter bekommt.

Lösung:



- 2 Rot-Grün-Blindheit wird X-chromosomal rezessiv vererbt.
Männer sind bezüglich des Gens hemizygot, d. h. sie besitzen nur 1 Allel, das sich im Phänotyp ausdrückt.
- Alle rot-grün-blinden Männer sind hemizygot rezessiv und haben den Genotyp $r -$ (bzw.: $X_r Y_-$) = Personen 2, 7, 10, 15 und 16.
Alle normalsichtigen Männer sind hemizygot dominant und haben den Genotyp $R -$ (bzw.: $X_R Y_-$) = Personen 3, 5, 6, 11 und 14
- Alle Frauen sind normalsichtig und haben deshalb mindestens ein dominantes Allel R . Alle rot-grün-blinden Männer haben das rezessive Allel r von ihrer Mutter bekommen, weil sie vom Vater kein X-Chromosom bekommen haben. => Die Personen 4, 9 und 12 sind heterozygot: Rr (bzw.: $X_R X_r$).
- Person 13 hat vom Vater ein X-Chromosom mit einem rezessiven Allel bekommen und ist deshalb heterozygot: Rr (bzw.: $X_R X_r$).
- Person 8 und Sandra haben jeweils vom Vater ein X-Chromosom mit dem dominanten Allel bekommen. Weil ihre Mütter jeweils heterozygot sind, lässt sich nicht bestimmen, ob bei ihnen das zweite Allel dominant oder rezessiv ist: $R?$ (bzw.: $X_R X_?$).
- 3 Genotyp Sandra: $R?$
=> Die Wahrscheinlichkeit, dass Sandra Konduktorin ist (Genotyp: Rr) ist 50 %, dass sie homozygot dominant ist (Genotyp RR) ist ebenfalls 50 %.
Genotyp rot-grün-blinder Mann von Sandra: hemizygot rezessiv $r -$.
- a) Sohn:
bekommt vom Vater das Y-Chromosom und von der Mutter ein X-Chromosom. Die Wahrscheinlichkeit, dass das X-Chromosom der Mutter ein rezessives Allel trägt, ist 25 %. Somit ist die Wahrscheinlichkeit für einen rot-grün-blinden Sohn ebenfalls 50 %.
- b) Tochter:
bekommt von jedem Elternteil ein X-Chromosom. Das X-Chromosom des Vaters trägt auf jeden Fall das rezessive Allel. Die Wahrscheinlichkeit, dass das X-Chromosom von der Mutter ebenfalls ein rezessives Allel trägt, liegt bei 25 %. Damit liegt die Wahrscheinlichkeit für eine rot-grün-blinde Tochter ebenfalls bei 25 %.