

II.B.3.5

Genetik

Stammbaumanalyse – Hämophilie in den Adelshäusern Europas

Ein Beitrag von Anna Müller und Dr. Monika Pohlmann



© RAABE 2020

© artpartner-images/The Image Bank

Wie viele andere Mitglieder der europäischen Königsfamilien im 19. Jahrhundert auch litt Prinz Leopold, der jüngste Sohn von Queen Victoria von England, an Hämophilie. Die „Bluterkrankheit“ ist eine genetisch bedingte Erkrankung und wurde von Queen Victoria selbst an 20 Nachkommen weitergegeben. Im Rahmen dieser Lerneinheit forschen Ihre Schüler wie in einem Krimi nach der Herkunft der gefährlichen Erbanlage und führen die Stammbaumanalyse in präziser wissenschaftspropädeutischer Form durch.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	Sek. II
Dauer:	6–8 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Symptome, Physiologie und Mutation der Hämophilie verstehen; 2. Stammbaumanalyse als Forschungsmethode kennen und anwenden; 3. Selbstständige Erarbeitung und Lösung des Mysterys
Thematische Bereiche:	Genetik



Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tk = Tippkarten, M = Mystery-Karten

1. Stunde

Thema: Historische Quellen zur Situation der von Hämophilie betroffenen Adelsfamilien

M 1 (Ab) „Böses Blut“ – Die Hämophilie

2. Stunde

Thema: Hämophilie als Erkrankung des Blutgerinnungssystems

M 2 (Ab) **Physiologische Grundlagen der Hämophilie**

M 3 (Tk) **Grundlagen der Hämophilie – Tippkarten**

3. Stunde

Thema: Symptomatische und molekulargenetische Aspekte der Hämophilie

M 4 (Ab) **Die Mutation des F9-Gens in den europäischen Königsfamilien**

M 5 (Tk) **Die Mutation des F9-Gens – Tippkarten**

4. Stunde

Thema: Ein Domino-Spiel zur Wiederholung der mendelschen Regeln, der Chromosomentheorie der Vererbung und der Meiose

M 6 (Ab) **Wiederholen und Üben – Ein Domino**

5. Stunde

Thema: Übertragung der Schritte der Erkenntnisgewinnung auf die Stammbaumanalyse

M 7 (Ab) **Die Stammbaumanalyse – Eine hypothesenprüfende naturwissenschaftliche Methode**

6. Stunde

Thema: Hypothesengeleitete Analyse des Familienstammbaums von Queen Victoria

M 8 (Ab) **Wie wird Hämophilie vererbt?**

M 9 (Tk) **Vererbung Hämophilie – Tippkarten**

7. Stunde

Thema: Ahnenforschung durch Analyse selbstständig generierter Stammbäume

M 10 (Ab) **Victoria's Secret – Von wem stammt die Hämophilie?**

M 11 (M) **Victoria's Secret – Mystery-Karten**

M 12 (Tk) **Victoria's Secret – Tippkarten**

8. Stunde

Thema: Angewandte Familienberatung und Familienplanung am historischen Fallbeispiel

M 13 (Ab) **Familienberatung durch Stammbaumanalyse**

M 14 (Tk) **Stammbaumanalyse – Tippkarten**

Minimalplan

Die Verwendung des Wiederholungsteils (**M 6**) ist optional, allerdings ist es sinnvoll, das Fachwissen der Schüler aufzufrischen, um ein tieferes Verständnis der Methode der hypothesengeleiteten Stammbaumanalyse zu ermöglichen. Auch die Verwendung der weiterführenden Aufgaben (**M 13/M 14**), die den wissenschaftlichen Nutzen der Stammbaumanalyse an praktischen Beispielen deutlich machen, ist optional. Im **Grundkurs** ist möglicherweise eine verbindliche Durchführung des Wiederholungsteils (**M 6**) bei gleichzeitigem Auslassen des weiterführenden Teils (**M 13/M 14**) sinnvoll.

„Böses Blut“ – Die Hämophilie

M 1

A: Der bluterkranke Sohn der Queen Victoria

Prinz Leopold, der jüngste Sohn von Queen Victoria von England, die in den Jahren von 1837 bis 1901 das britische Imperium regierte, starb im Alter von 31 Jahren an einer Hirnblutung, nachdem er sich bei einem Sturz eine Knieverletzung zugezogen hatte. Wie viele andere Mitglieder der europäischen Königsfamilien im 19. Jahrhundert litt auch er an der Bluterkrankheit, einer genetisch bedingten Erkrankung, die wissenschaftlich Hämophilie genannt wird. Queen Victoria selbst gab diese Krankheit an etwa 20 Nachkommen weiter. Durch standesgemäße Hochzeiten innerhalb des europäischen Adels zog die Hämophilie in zahlreiche europäische Königshäuser ein, insbesondere in Spanien und Russland. Dort spielte die Krankheit für den Niedergang der Monarchien eine entscheidende Rolle, da sie den Ruf und damit die gesellschaftliche Position der jeweiligen Königsfamilie schwächte.



© Downey/Public domain/
wikimedia commons

B: Originalzitate

“His Royal Highness [...], who has previously been in full health and activity, has been suffering during the last week from severe accidental haemorrhage. The Prince was reduced to a state of extreme and dangerous exhaustion by the loss of blood.”

(Dt.: Seine Hoheit, die zuvor bei voller Gesundheit war, litt in der letzten Woche unter schwerer Blutung aufgrund eines Unfalles. Der Prinz war aufgrund des Blutverlusts in einem Zustand der extremen und gefährlichen Erschöpfung.)

„The British Medical Journal“ über Prinz Leopold (1868)

“[...] her very delicate son, who has been four or five times at death’s door, who is never hardly a few months without being laid up [...].”

(Dt.: [...] ihr zarter Sohn, der dem Tod bereits vier oder fünfmal ins Auge geblickt hat, der nicht einmal ein paar Monate ohne strenge Bettruhe ist [...].)

Der Premierminister zu Queen Victoria über Prinz Leopold (1879)

“He bruises as much as ever but [...] is free from any at present.”

(Dt.: Er bekommt blaue Flecken, wie immer, aber momentan ist er unverletzt.)

Brief von Queen Victoria an die Tochter Victoria über Prinz Leopold

“I am mad with pain [...]. I am in such agonies at this moment.”

(Dt.: Ich werde von den Schmerzen verrückt [...]. Ich leide momentan solche Qualen.)

Brief von Prinz Leopold an die Schwester Louise

© Papier: colourbox.com

Aufgaben

1. Beschreiben Sie die Symptome der Hämophilie.
2. Erläutern Sie die alltäglichen Folgen der Krankheit für einen Bluter und seine Familie.
3. Erklären Sie die politische Bedeutung der Hämophilie für die Monarchien des 19. Jahrhunderts, wenn Familienmitglieder herrschender Adelsfamilien daran erkrankten.
4. Stellen Sie Hypothesen auf, um welche Art der Erkrankung es sich handeln könnte. Begründen Sie Ihre Vermutungen und vergleichen Sie mit einem Lernpartner.

Die Stammbaumanalyse – Eine hypothesenprüfende naturwissenschaftliche Methode

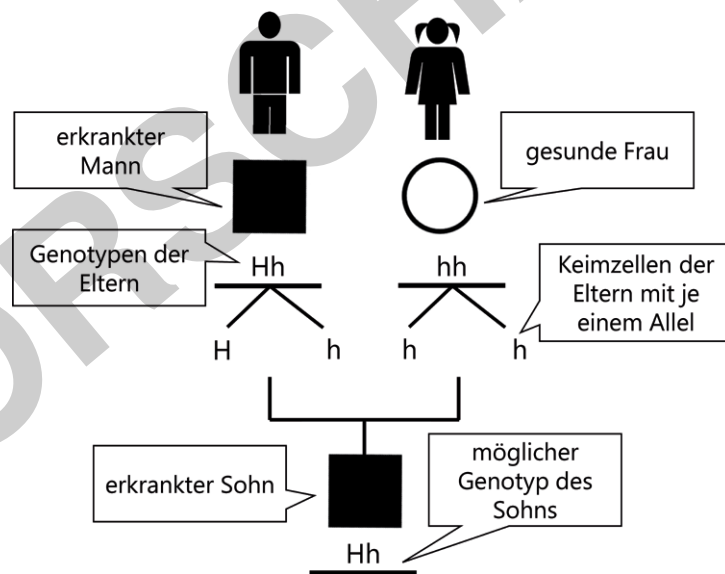
M 7

Die Bluterkrankheit oder Hämophilie führte bereits mit 31 Jahren zum Tod des Prinzen Leopold, des jüngsten Sohnes Queen Victorias. Viele Leidensgenossen Leopolds erreichten nicht einmal das Erwachsenenalter. Mithilfe einer Stammbaumanalyse der Familie von Queen Victoria und Prinz Leopold können Sie herausfinden, wie sich die genetisch bedingte Krankheit in den europäischen Königshäusern ausbreiten konnte.

A: Die Stammbaumanalyse – eine naturwissenschaftliche Methode

Die Stammbaumanalyse ist eine Methode der Humangenetik, mit der Mitglieder einer Familie über mehrere Generationen hinweg bezüglich der Vererbung eines oder mehrerer Merkmale untersucht werden. Ziel ist es, den Vererbungsmodus eines Merkmals, z. B. einer genetisch bedingten Erkrankung, zu entdecken und damit den jeweiligen Genotyp der Familienmitglieder bestimmen zu können. Dadurch werden z. B. auch Prognosen über die Wahrscheinlichkeit der Ausprägung bestimmter Merkmale bei zukünftigen Kindern möglich, wie sie für die genetische Familienberatung genutzt werden. Bei hinreichend großem Datenmaterial werden die Genotypen der Mitglieder einer Familie in der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft bestimmbar. Oft ist es für eine sichere Bestimmung der Genotypen nötig, die statistische Verteilung einer Merkmalsausprägung in der Gesamtbevölkerung zu kennen, insbesondere bei geschlechtsgekoppelten Erbgängen.

Um die Frage nach dem Erbgang eines Merkmals zu beantworten, wird dem Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung gefolgt. Zur Bestimmung des Erbganges, autosomal-dominant/rezessiv oder gonosomal-dominant/rezessiv, werden Hypothesen erstellt und diese durch Zuordnung von Genotypen zu den Phänotypen des Stammbaumes überprüft. Die Stammbaumanalyse ist damit ein hypothesenprüfendes Verfahren.



Autosomal-dominanter Erbgang

Beispiel: Wird die Hypothese „Das betrachtete Merkmal wird autosomal-rezessiv vererbt“ geprüft, wird dem Phänotyp eines Merkmalsträgers im Stammbaum (hier: Merkmalsträger für Hämophilie) der Genotyp hh zugeordnet, denn das betrachtete Merkmal prägt sich nur dann aus, wenn beide Allele rezessiv vorliegen.

Die Buchstaben für den Genotyp stehen für die beiden Allele eines diploiden Organismus, die je vom Vater und der Mutter stammen. Ein dominantes Allel erhält den Großbuchstaben (H), die rezessive Erbanlage den kleinen Buchstaben (h). Auf diese Weise werden allen Phänotypen im Stammbaum die Genotypen zugeordnet. Wird bei der Überprüfung einer Hypothese ein einziger Widerspruch entdeckt, ist diese Hypothese damit bereits falsifiziert und wird begründet verworfen. Ist eine der auf-

Wie wird Hämophilie vererbt?

M 8

Aufgaben

1. Erstellen Sie ein Protokoll der Stammbaumanalyse der Familie von Queen Victoria und Prinzgemahl Albert. Folgen Sie dabei dem Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung: (1) Beschreibung des Familienstammbaums, (2) Formulierung der zu klärenden Frage, (3) Erstellen von Hypothesen, (4) Überprüfen der Hypothesen durch Zuordnung von Genotypen zu den Phänotypen im Stammbaum, (5) Verifizieren bzw. Falsifizieren der Hypothesen, (6) Begründete Beantwortung der Frage.
Nutzen Sie zur Überprüfung jeder Hypothese (4) ein eigenes Stammbaumschema.
2. Überprüfen Sie anhand der Aussagen in der Tabelle den von Ihnen ermittelten Erbgang für die genetisch bedingte Erkrankung Hämophilie.
3. Beziehen Sie Stellung, ob die Hämophilie Y-gekoppelt vererbt werden könnte.
4. Bestimmen Sie die Genotypen und Phänotypen für Queen Victorias Eltern: Edward Augustus, Duke of Kent and Strathearn, und Victoire von Sachsen-Coburg-Saalfeld. Verwenden Sie die für einen Familienstammbaum typischen Symbole.

VORSCHAU