

## 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 Krankheit 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 royalen Erbanlage. 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 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)** **Wiederholung 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 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.



© Down Public domain/ Wikimedia Commons

### B: Originalzitate

“His Royal Highness [...], who has previously been in full health and vigour, 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 den letzten Wochen 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 oft Flecken, aber momentan ist er unverletzt.)

Brief von Queen Victoria an die Tochter Victoria über Prinz Leopold

“I am made wretched [...]. I am in the agonies at this moment.”

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

Brief von Prinz Leopold an die Schwester Louise

© P. for colour from

### Aufgaben

- Beschreiben Sie die Symptome der Hämophilie.
- Erläutern Sie die alltäglichen Folgen der Krankheit für einen Bluter und seine Familie.
- Erklären Sie die politische Bedeutung der Hämophilie für die Monarchien des 19. Jahrhunderts, wenn Familienmitglieder herrschender Adelsfamilien daran erkrankten.
- 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

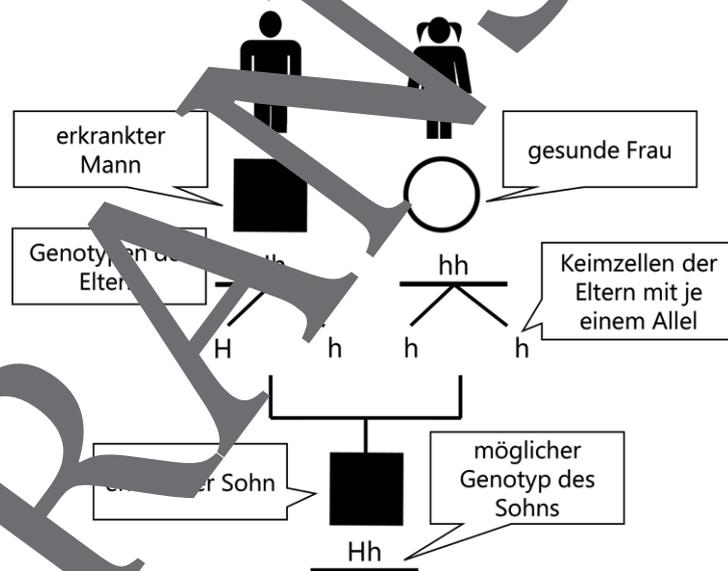
M 7

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 genauere 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 Stammbaums überprüft. Die Stammbaumanalyse ist das hypothesenprüfende 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-

## Victoria's Secret – Mystery-Karten

M 11



Prinz Leopold war das erste Mitglied der britischen Königsfamilie, das Anzeichen von Hämophilie zeigte.



© Downey/gemeinfrei/wikimedia commons

1

Victoire hatte aus einer vorherigen Ehe bereits zwei gesunde Kinder, deren Nachkommen keine Anzeichen der Bluterkrankheit zeigten.

2

Es lastete ein enormer Druck auf Victoire und dem Herzog von Kent, einen Thronerben hervorzubringen.

3

Die Eheschließung von Victoire und dem Herzog von Kent war keine Liebesheirat.

4

Hämophilie ist eine X-gekoppelte rezessive Erkrankung, bei der ein Gerinnungsfaktor der Blutgerinnungskaskade fehlt oder in seiner Aktivität vermindert ist.

Prinz Leopold möchte herausfinden, woher das mutierte Gen seiner Familie kommt.

5

Dadurch können Blutungen nur langsam gestoppt werden. Es kann zu Einblutungen in Gelenke, Muskeln und innere Organe kommen.

6

Vor seiner Hochzeit mit Victoire lebte der Herzog von Kent 25 Jahre treu mit seiner Geliebten, Madame de St.-Laurent, zusammen. Aus dieser Verbindung gingen keine Kinder hervor.



© Beutney/public domain/wikimedia commons

7

Victoire gehörte der Coburg-Familie an, einer Familie voller Ambitionen und Streben nach dem Thron.

Die Familie setzte große Erwartungen in Victoire.

8

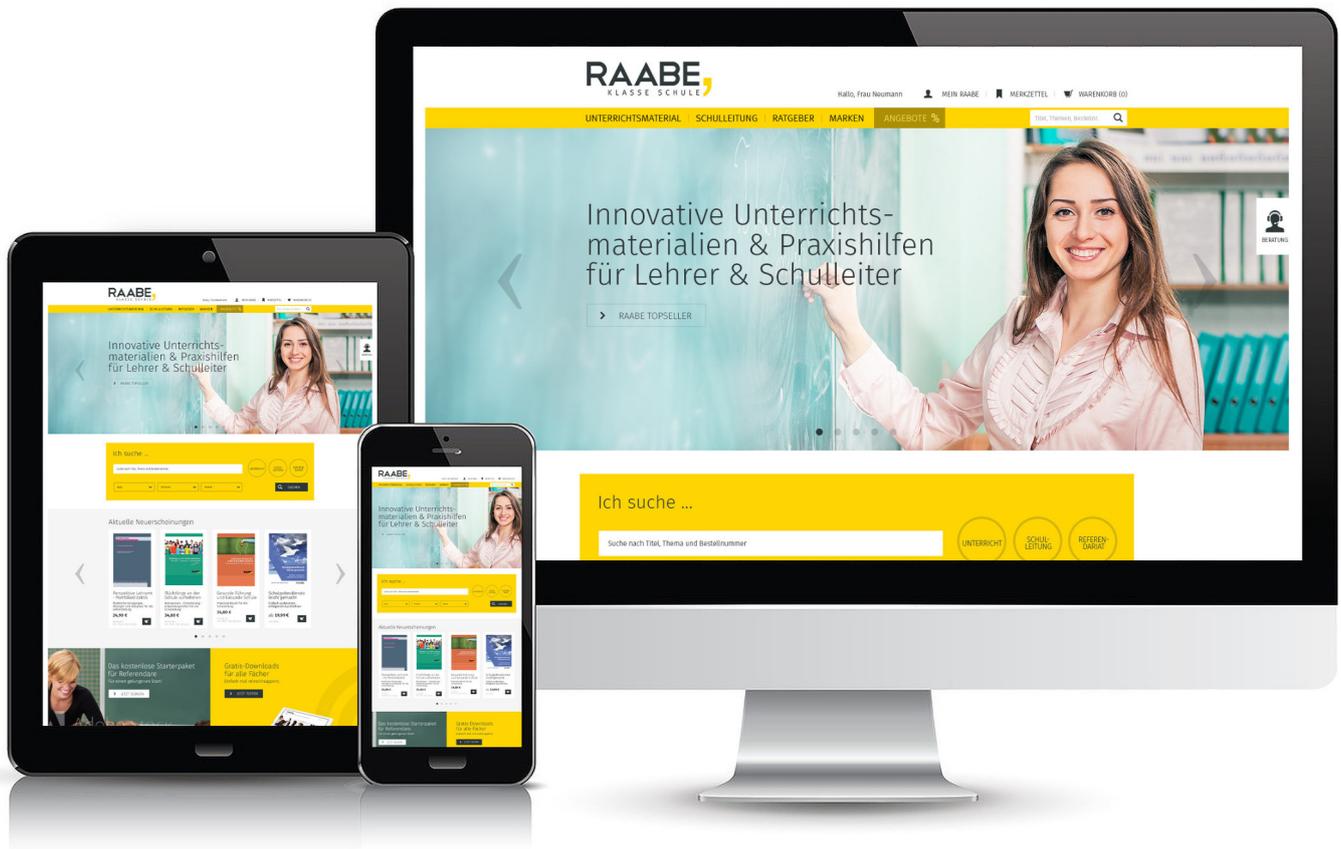
Vor Victorias Geburt stirbt die einzige legitime Erbin des englischen Throns, Charlotte, bei einer Fehlgeburt.

9

Queen Victorias Mutter, Victoire, war höchstwahrscheinlich keine Überträgerin der Krankheit und ihr Vater, der Herzog von Kent, zeigte keine Anzeichen von Hämophilie.

10

## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**