# Stammbaumanalyse am Beispiel der Hämophilie in europäischen Königsfamilien

Nach einer Idee von Anna Müller und Dr. Monika Pohlmann



© pictore/DigitalVision Vectors/Getty Images

Bringen Sie Ihren Lernenden die Stammbaumanalyse am spannenden Beispiel der Hämophilie in europäischen Königsfamilien näher. Die Lernenden wiederholen zentrale Grundlagen der Mendelschen Vererbung, erklären den Zusammenhang zwischen Mutation, Genotyp und Phänotyp und leiten den X-chromosomal-rezessiven Erbgang begründet ab. Ein historischer Einstieg, ein Fachbegriff-Domino und gestufte Hilfekarten unterstützen die Erarbeitung. Zum Abschluss wenden die Lernenden ihr Wissen in einer genetischen Familienberatung mit Kreuzungsschema an.

**KOMPETENZPROFIL**

| | |
|---|---|
| **Klassenstufe:** | 10 |
| **Dauer:** | 7 Unterrichtsstunden |
| **Kompetenzen:** | Sachkompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz |
| **Inhalt:** | Vererbung, Erbgang, Bluterkrankheit, Phänotyp, Genotyp, Familienstammbäume, Verwandtenehen, genetische Vielfalt |

VORANSICHT

# Auf einen Blick

## Vorbemerkung

Alle Inhalte finden Sie auch zum Download.

## 1. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Einstieg anhand des Fallbeispiels von Prinz Leopold** |
| **M 1** | Die Bluterkrankheit |

## 2. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Hämophilie als Erkrankung des Blutgerinnungssystems** |
| **M 2** | Hämophilie – wenn die Blutgerinnung gestört ist |
| **M 3** | Vom Gen zum Gerinnungsfaktor – Wiederholung der Proteinbiosynthese |
| **Benötigt:** | ☐ internetfähige Endgeräte für die LearningApp(s) |

## 3. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Wiederholung von Mutationen als Ursache der Hämophilie** |
| **M 4** | Mutationen als Ursache von Erbkrankheiten |
| **Benötigt:** | ☐ internetfähige Endgeräte für die LearningApp(s) |

## 4. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Domino-Spiel zur Wiederholung von Fachbegriffen aus der Genetik** |
| **M 5** | Wiederholen und Üben – Fachbegriffe der Vererbung |
| **Benötigt:** | ☐ internetfähige Endgeräte für die LearningApp(s) |

## 5. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Arbeitsschritte und Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse** |
| **M 6** | So funktioniert eine Stammbaumanalyse |
| **Benötigt:** | ☐ internetfähige Endgeräte für die LearningApp(s) |

VORANSICHT

## 6. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Analyse des Familienstammbaums von Queen Victoria** |
| **M 7** | Wie wird Hämophilie vererbt? |
| **M 8** | Vererbung Hämophilie – Tippkarten |



## 7. Stunde

| | |
|---|---|
| **Thema** | **Angewandte Familienberatung an einem Fallbeispiel** |
| **M 9** | Familienberatung durch Stammbaumanalyse |
| **M 10** | Stammbaumanalyse – Tippkarten |



## Minimalplan

Bei Zeitmangel sollten **M 1, M 2, M 4, M 7 und M 8** verbindlich eingesetzt werden. So bleiben historischer Einstieg, Hämophilie als Erkrankung, Mutation als Ursache und die zentrale Stammbaumanalyse erhalten. **M 3** kann entfallen, wenn die Proteinbiosynthese bereits bekannt ist. **M 5** kann gekürzt werden, indem nur ein Teil ausgewählt wird. **M 9** und **M 10** können bei Zeitmangel entfallen oder als zusätzliche (Haus-)Aufgabe genutzt werden.

VORANSICHT

# Hämophilie – wenn die Blutgerinnung gestört ist

M 2

**Was ist Hämophilie?**

Hämophilie ist eine **Erbkrankheit**, die das Blutgerinnungssystem betrifft. Menschen mit Hämophilie haben Schwierigkeiten, ihre Blutungen zu stoppen, weil bei ihnen ein wichtiger **Gerinnungsfaktor fehlt** oder nicht richtig funktioniert. Das führt dazu, dass Verletzungen oder innere Blutungen für sie gefährlich werden können.

Es gibt zwei Hauptarten von Hämophilie:

- **Hämophilie A**: Hier fehlt der Gerinnungsfaktor VIII.
- **Hämophilie B**: Hier fehlt der Gerinnungsfaktor IX.

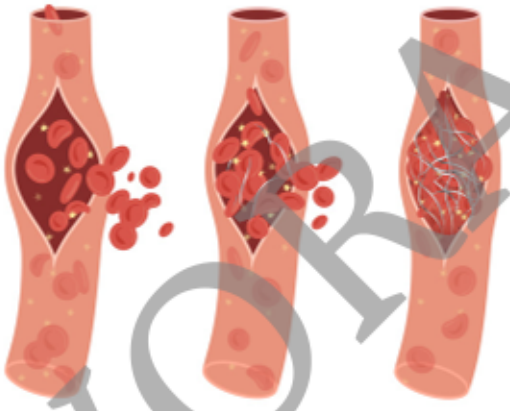
In beiden Fällen fehlt also ein wichtiger Bestandteil des **Blutgerinnungssystems**, das dafür verantwortlich ist, Blutungen nach einer Verletzung zu stoppen. Diese Erkrankungen entstehen durch Mutationen in den Genen, die für die Produktion dieser Gerinnungsfaktoren verantwortlich sind.

**Wie funktioniert das Blutgerinnungssystem?**

Normalerweise funktioniert die Blutgerinnung wie eine **Kaskade** – das bedeutet, dass viele verschiedene Schritte in einer bestimmten Reihenfolge ablaufen. Diese Schritte führen dazu, dass sich aus einem Protein, dem **Fibrin**, ein „Netz" bildet, das die Wunde verschließt und die Blutung stoppt.

Bei gesunden Menschen verläuft dieser Prozess wie folgt:

- **Blutplättchen** (kleine Zellen im Blut) haften an der Wunde.
- **Gerinnungsfaktoren**, wie der Gerinnungsfaktor VIII und IX, aktivieren sich in einer bestimmten Reihenfolge.
- Am Ende bildet sich ein **Fibrinnetz**, das die Wunde verschließt.



*© Aldona/iStock/Getty IMages Plus*

**Aufgaben**

1. **Beschreibe**, was bei Menschen mit Hämophilie im Blutgerinnungssystem nicht funktioniert.
2. **Erstelle ein Fließdiagramm** zum Ablauf der Blutgerinnung.
   Du kannst diese Aufgabe auch als LearningApp bearbeiten:
   https://learningapps.org/watch?v=p10syykkj26.
3. **Erkläre**, warum eine Veränderung in einem Gen Auswirkungen auf die Blutgerinnung haben kann.

VORANSICHT

# Wiederholen und Üben – Fachbegriffe der Vererbung

M 5

**Aufgabe**

**Findet** die passenden **Paare**, indem ihr die Satzanfänge und Satzenden richtig zuordnet. Arbeitet in Kleingruppen.

Ihr könnt die Paare auch digital zuordnen: https://learningapps.org/watch?v=p3c30u88k26.

**So geht's**

Schneidet die Karten aus, mischt sie und legt sie anschließend wie ein Domino zusammen. Eine Person vervollständigt dabei den vorderen Satz und wählt den nächsten Satzanfang aus. Dann ist die nächste Person an der Reihe. Wenn ihr euch unsicher seid, besprecht eure Begründung in der Gruppe.

**Teil A: Grundbegriffe der Genetik**

| | |
|---|---|
| Ein **Gen** ist ein Abschnitt der DNA, der … | … die Information für ein bestimmtes Merkmal oder ein Protein enthält. |
| **Allele** sind … | … unterschiedliche Varianten eines Gens. |
| Der **Genotyp** beschreibt … | … die genetische Ausstattung eines Lebewesens für ein bestimmtes Merkmal. |
| Der **Phänotyp** beschreibt … | … die sichtbare oder messbare Ausprägung eines Merkmals. |
| Ein Individuum ist **homozygot** oder reinerbig, wenn … | … es zwei gleiche Allele für ein Merkmal besitzt. |
| Ein Individuum ist **heterozygot** oder mischerbig, wenn … | … es zwei unterschiedliche Allele für ein Merkmal besitzt. |
| Ein **dominantes Allel** … | … setzt sich im Phänotyp gegenüber einem rezessiven Allel durch. |
| Ein **rezessives Allel** … | … zeigt sich im Phänotyp meist nur, wenn es doppelt vorliegt. |
| Bei einem **monohybriden Erbgang** … | … wird die Vererbung eines einzelnen Merkmals betrachtet. |
| Eine **Mutation** ist … | … eine Veränderung der DNA. |
| Eine Mutation kann dazu führen, dass … | … ein Protein verändert gebildet wird oder nicht richtig funktioniert. |
| Eine Erbkrankheit kann entstehen, wenn … | … eine Mutation ein wichtiges Gen betrifft. |

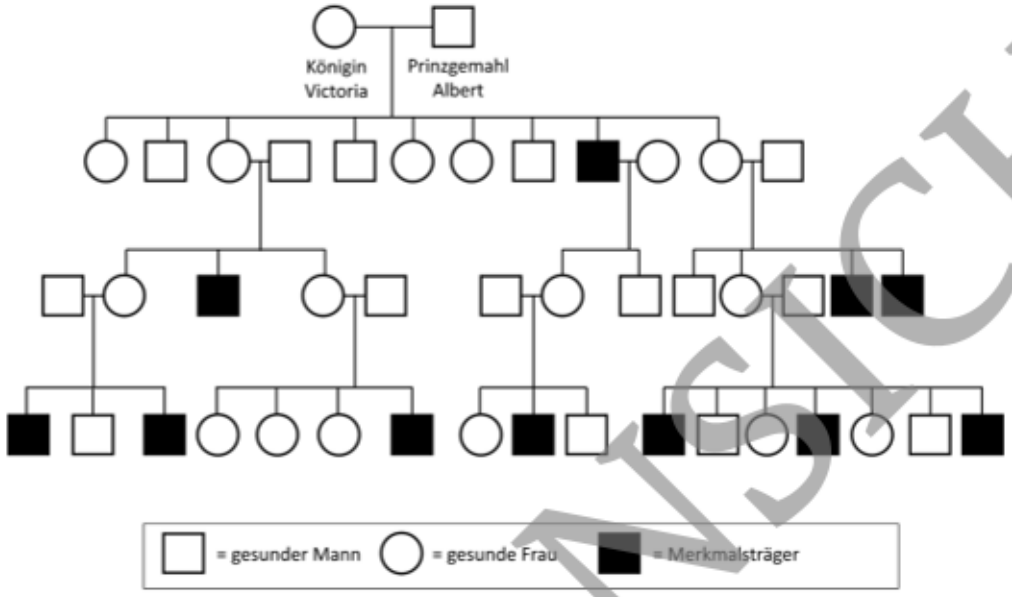
VORANSICHT

# Wie wird Hämophilie vererbt? M 7

**Ein Fall aus der Geschichte**

Queen Victoria von England war selbst nicht an Hämophilie erkrankt. Dennoch trat die Bluterkrankheit bei mehreren ihrer Nachkommen auf. Besonders häufig waren männliche Nachkommen betroffen, zum Beispiel ihr Sohn Prinz Leopold.

Mithilfe einer **Stammbaumanalyse** kannst du untersuchen, wie die Hämophilie in dieser Familie vererbt wurde.




*© RAABE*

**Allelschreibweise bei Hämophilie**

Hämophilie wird durch ein verändertes Allel auf dem X-Chromosom verursacht.

| Genotyp | Bedeutung |
|---|---|
| $X^HX^H$ | gesunde Frau, keine Konduktorin |
| $X^HX^h$ | gesunde Frau, aber Konduktorin |
| $X^hX^h$ | betroffene Frau, sehr selten |
| $X^HY$ | gesunder Mann |
| $X^hY$ | betroffener Mann |

$X^H$ = X-Chromosom mit gesundem Allel
$X^h$ = X-Chromosom mit Hämophilie-Allel
Y = Y-Chromosom

VORANSICHT