

Gefördert aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung



 **Bundesministerium**  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung

**Kompetenzfeld** Natur und Technik

# Natur und Ökologie

## DIE VERERBUNG UND ERBKRAKHEITEN



## Impressum

### Herausgegeben von

das kollektiv – kritische bildungs-, beratungs- und kulturarbeit von und für migrant\*innen

### Für den Inhalt verantwortlich

das kollektiv – kritische bildungs-, beratungs- und kulturarbeit von und für migrant\*innen

### Autor\_in

Sandra Hermann, 2018

### Layout

Entwurf: typothese – M. Zinner Grafik und Raimund Schöftner

Umschlaggestaltung: Adriana Torres

Satz: Kunstlabor Graz von uniT, Jakominiplatz 15/ 1. Stock, 8010 Graz

Die Verwertungs- und Nutzungsrechte liegen beim Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Die Beispiele wurden für Einrichtungen der Erwachsenenbildung entwickelt, die im Rahmen der Initiative Erwachsenenbildung Bildungsangebote durchführen. Jegliche kommerzielle Nutzung ist verboten.

Die Rechte der verwendeten Bild- und Textmaterialien wurden sorgfältig recherchiert und abgeklärt. Sollte dennoch jemandes Rechtsanspruch übergangen worden sein, so handelt es sich um unbeabsichtigtes Versagen und wird nach Kenntnisnahme behoben.

Erstellt im Rahmen des ESF-Projektes Netzwerk ePSA. Gefördert aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

## NETZWERK ePSA



# Inhalt

1.	<b>Inhalt und Ziele</b> .....	3
2.	<b>Notwendige Vorkenntnisse</b> .....	3
3.	<b>Deskriptoren</b> .....	3
4.	<b>Arbeitsaufträge</b> .....	4
	Arbeitsauftrag 1: Die Vererbung der Chromosomen .....	4
	Arbeitsauftrag 2: Die Vererbung von Erbkrankheiten .....	4
	Arbeitsauftrag 3a:Expert_innen für die Vererbung .....	5
	Arbeitsauftrag 3b: Erbkrankheiten .....	6
4.	<b>Handouts</b> .....	7
	Handout 1 – Vererbung der Chromosomen des Menschen	
	Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels	
	Lösungsblatt zu Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels	
	Handout 3 – Die Vererbung von Erbkrankheiten	
	Handout 4 –Spezialaufgaben für Expert_innen	
	Lösungsblatt zu Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert_innen	
	Handout 5 – Die Konferenz zum Thema Erbkrankheiten	

# 1. Inhalt und Ziele des Moduls

In diesem Modul wird Wissen zur Vererbung am Beispiel von Erbkrankheiten vermittelt. Die Lernenden lernen zunächst anhand der Vererbung der Geschlechtschromosomen die Grundbegriffe der Vererbung kennen. Im Anschluss setzen sie sich mit Erbkrankheiten auseinander und können ihr zuvor erworbenes Verständnis anwenden.

# 2. Notwendige Vorkenntnisse

Chromosomen, Allele, Mendelsche Kreuzungsexperimente, Vererbung, Genotyp, Phänotyp  
idealerweise wird das Modul: Grundbegriffe der Vererbung zuvor absolviert

# 3. Deskriptoren

1. Phänomene, Vorgänge und Erscheinungen der belebten und unbelebten Natur wahrnehmen und zielgerichtet beobachten
2. Phänomene, Vorgänge und Erscheinungen der belebten und unbelebten Natur beschreiben
9. Grundlegende naturwissenschaftliche Verfahren und Methoden zur Analyse von Phänomenen, Vorgängen und Erscheinungen kennen lernen

## 4. Arbeitsaufträge

### Arbeitsauftrag 1: Die Vererbung der Chromosomen

**Setting:** Gruppenarbeit

**Methode(n):** Leittextmethode, Lernen durch Lehren

**Dauer:** 30 Minuten

**Materialien:** Handout 1 - Vererbung der Chromosomen des Menschen

**Ablauf:**

Die Lernenden bilden Gruppen zu drei Personen. Jede\_r Lernende erhält das Handout 1 - Vererbung der Chromosomen des Menschen.

#### Schritt 1

Die Lernenden lesen zunächst den Text alleine durch. Im Anschluss übernimmt ein/e Lernende die Rolle des/r Trainers/in und vermittelt den beiden anderen, wie die Vererbung funktioniert (anhand der Abbildung auf dem Handout 1). Die beiden aus der Gruppe können Fragen stellen, falls ihnen etwas unklar ist. Auf diese Art wird der Inhalt verständlich vermittelt. Die Rolle der/s Trainer\_in kann gewechselt werden. Zum Schluss bestimmt die Gruppe gemeinsam das Geschlecht der Kinder auf dem Handout 1.

#### Schritt 2

Die Vererbung der Chromosomen wird nun gemeinsam in der gesamten Gruppe besprochen. Auch hier übernimmt ein/e Lernende/r die Rolle der/s Trainer\_in und erklärt den anderen Lernenden, was Chromosomen und Gene bzw. Allele sind, sowie wie Chromosomen vererbt werden, und wodurch das Geschlecht genetisch festgelegt wird.

### Arbeitsauftrag 2: Die Vererbung von Erbkrankheiten

**Setting:** Gruppenarbeit

**Methode(n):** Leittextmethode, Lernen aus Lösungsbeispiel, Lernen durch Lehren

**Dauer:** 40 Minuten

**Materialien:** Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels, Lösungsblatt 1 zu Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels

#### Schritt 1

Die Lernenden finden sich in Gruppen zu je drei Personen zusammen, idealerweise in denselben Gruppen, wie bei dem Arbeitsauftrag - Die Vererbung der Chromosomen. Das Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels wird ausgeteilt. Zunächst liest jede\_r das Handout 2 für sich durch und löst die Aufgaben selbstständig.

**Schritt 2**

Danach schlüpft wieder ein/e Lernende/r in die Rolle der/s Lehrenden und vermittelt den Inhalt. Die gelösten Aufgaben werden von ihm/ ihr erklärt. Hier gilt, dass die Rolle des/r Lehrenden jederzeit von anderen aus der Gruppe übernommen werden kann. Ziel ist das Prinzip der Vererbung durch das vorgegebene Beispiel zu verstehen.

**Schritt 3**

Gemeinsam wird die Auswirkung der rezessiven bzw. dominanten Allele geklärt. Zum Schluss wird der Inhalt des Handouts 2 in der Großgruppe besprochen. Auch hier werden die Lernenden motiviert in die Rolle der/s Lehrenden zu schlüpfen. Die restlichen Lernenden anderen werden aufgefordert, Fragen zu stellen, falls etwas nicht verstanden wurde.

**Arbeitsauftrag 3a:****Expert\_innen für die Vererbung**

**Setting:** Gruppenarbeit

**Methode(n):** Gruppenpuzzle, Lernen aus Lösungsbeispiel

**Dauer:** 90 min

**Materialien:** Handout 3 – Die Vererbung von Erbkrankheiten, Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert\_innen, Lösungsblatt 2 zu Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert\_innen

**Schritt 1**

Es werden 4 Spezialist\_innengruppen gebildet. Jede Spezialist\_innengruppe bekommt ein Fachgebiet zugeteilt, das sie gemeinsam in der Gruppe mit Hilfe des Lösungsbeispiels auf dem Handout 3 – Die Vererbung von Erbkrankheiten erarbeiten. Ziel ist es, dass sie Spezialist\_innen auf diesem Teilgebiet der Vererbung werden. Die Leitfragen am Handout 3 können bei der Erarbeitung des Teilbereichs hilfreich sein.

**Die 4 Themen sind**

Spezialgruppe 1: X-chromosomal-rezessiver Erbgang

Spezialgruppe 2: X-chromosomal-dominanter Erbgang

Spezialgruppe 3: autosomal-dominanter Erbgang

Spezialgruppe 4: autosomal-rezessiver Erbgang

**Schritt 2**

In der Großgruppe stellt jede Gruppe einen Erbvorgang vor. Wichtig ist hierbei, dass die Vererbung beim Erklären an die Tafel gezeichnet wird.

**Schritt 3**

Nun werden die Spezialist\_innen zu den anderen parallel ablaufenden Konferenzen geschickt. Dort befinden sich andere Spezialist\_innen, die andere Teilbereiche der Vererbung studiert haben. Es bilden sich Expert\_innengruppen, die je aus einer Person der Spezialgruppe 1-4 bestehen. Nun tauschen sie sich gegenseitig aus und vermitteln sich gegenseitig ihren Spezialbereich.

Das Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert\_innen wird an alle Teilnehmer\_innen der Expert\_innen-Gruppe ausgeteilt und bearbeitet. Jede Expert\_innen-Gruppe bespricht, worin der Unterschied zwischen einem rezessiven und dominanten Allel besteht besprochen. Außerdem wird gemeinsam der Y-chromosomalen Erbgang nachgezeichnet. In der anschließenden Großgruppe werden die Ergebnisse der Konferenz besprochen.

## Arbeitsauftrag 3b: Erbkrankheiten

**Setting:** Gruppenarbeit

**Methode(n):** Gruppenpuzzle Teil 2

**Dauer:** 120 min

**Materialien:** Handout 5 – Erbkrankheiten, Internet, Din A0-Plakat, Stifte, Drucker, Kleber

**Ablauf:**

Die gleichen Expert\_innen-Gruppen wie in Arbeitsauftrag 3A kommen zusammen. Jede Expert\_innen-Gruppe wählt eine Erbkrankheit aus und erarbeitet eine Präsentation. Die Präsentation enthält eine kurze Einführung in das Krankheitsbild. Zentral ist die Vererbung der Krankheit. Die Vererbung soll nachgezeichnet werden. Insbesondere soll besprochen werden, ob das der Krankheit zu Grunde liegende Allel rezessiv oder dominant ist. Der Erbvorgang soll Teil der Präsentation sein.

Folgende Punkte werden erarbeitet:

- Krankheitsbild
- Wer ist betroffen?
- Wie wird die Erbkrankheit vererbt?
- Ist das kranke Allel dominant oder rezessiv?
- Liegt das kranke Allel auf einem der Geschlechtschromosomen oder nicht?
- Wie sieht der Erbvorgang aus?

Das Handout 5 – Erbkrankheiten enthält die wichtigsten Informationen über die Erbkrankheiten. Auch das Internet kann zur Recherche verwendet werden.



## 4. Handouts

Handout 1 – Vererbung der Chromosomen des Menschen

Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels

Lösungsblatt zu Handout 2 – Vererbung eines kranken Allels

Handout 3 – Die Vererbung von Erbkrankheiten

Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert\_innen

Lösungsblatt zu Handout 4 – Spezialaufgaben für Expert\_innen

Handout 5 – Die Konferenz zum Thema Erbkrankheiten





# HANDOUT 1 – VERERBUNG DER CHROMOSOMEN DES MENSCHEN

## Die Chromosomen

Die Chromosomen bestehen aus DNS (Desoxyribonukleinsäure) und befinden sich in jeder Zelle im Zellkern. Die DNS beinhaltet die Erbinformation. Das heißt, auf der DNS sind alle Baupläne des Menschen in Form von Genen gespeichert. Gene können in verschiedenen Varianten vorkommen und werden dann Allele genannt.

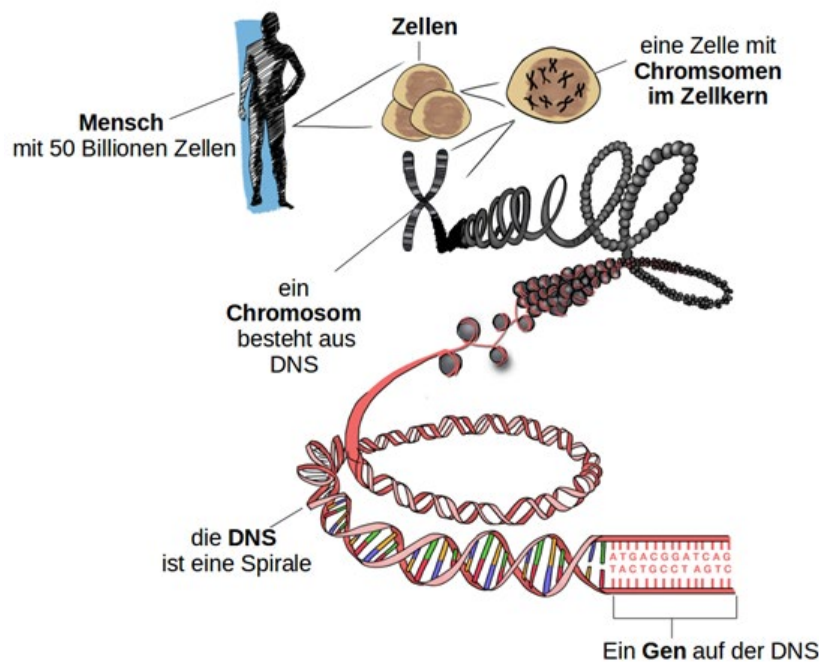


Abbildung 1: Der Aufbau der Chromosomen.

Die Chromosomen bestehen aus DNS und befinden sich im Zellkern der Zelle.

Jeder Mensch hat 46 Chromosomen. Diese 46 Chromosomen sind in Paare angeordnet. Die Hälfte der Chromosomen stammt von der Mutter, die andere Hälfte vom Vater. Ein Chromosomenpaar ist das Geschlechtschromosom. Frauen besitzen zwei X-Chromosomen. Männer haben ein X-Chromosom und ein Y-Chromosom.



- **Kreisen Sie die Geschlechtschromosomen in der Abbildung 2 ein.**

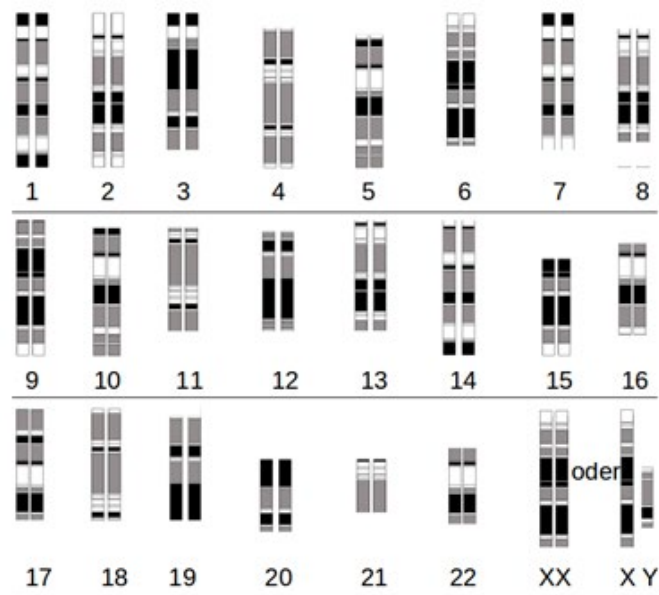


Abbildung 2: Der Mensch besitzt 22 Chromosomenpaare und 2 Geschlechtschromosomen. Die Frau besitzt als Geschlechtschromosom zweimal das X-Chromosom. Der Mann hat ein X- und ein Y-Chromosom.

- **Schlüpfen Sie in die Rolle des/r Lehrenden und erklären sie ihrer Gruppe das zuvor Gelesene. Sie können dafür die beiden Abbildungen verwenden.**

Folgende Fragen können hilfreich sein:

Was sind Chromosomen?

Was sind Gene bzw. Allele?

- **Erklären Sie die Vererbung der Geschlechtschromosomen**

In der Abbildung 3 wird dargestellt, auf welche Weise die Geschlechtschromosomen vererbt werden. Auch hier dürfen Sie die Rolle des/r Lehrenden übernehmen. Erklären sie bitte nun die Vererbung der Geschlechtschromosomen. Nehmen Sie die Abbildung 3 zur Hilfe.

Insbesondere achten Sie auf die verschiedenen Farben in der Abbildung. Diese beschreiben, wer welches Chromosom vererbt.

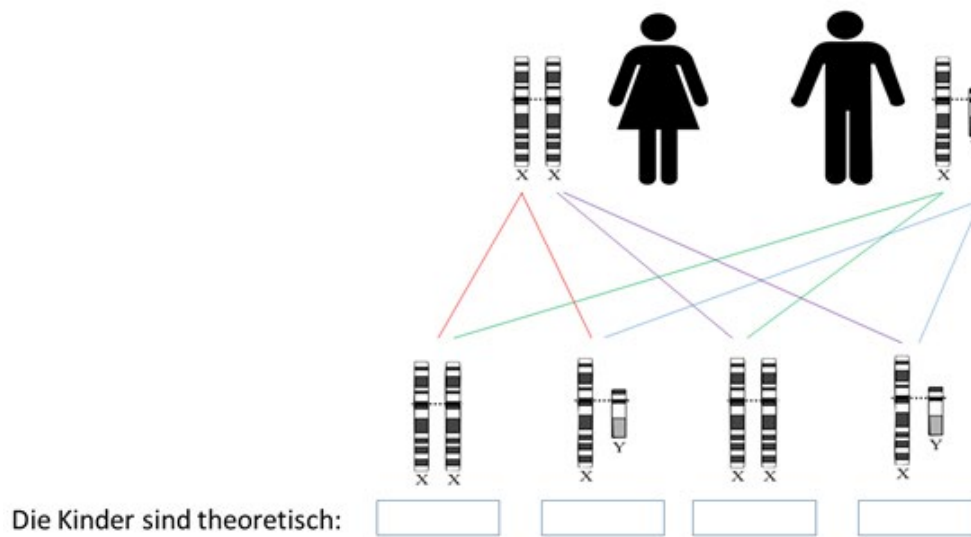


Abbildung 3: Die Vererbung der Geschlechtschromosomen

- **Bestimmen Sie das Geschlecht der Kinder**

Tragen Sie bitte in das Kästchen der Abbildung 3 ein, ob es sich um ein Mädchen oder einen Jungen handelt.

Erklären Sie, wie das Geschlecht der Kinder zustande kommt.

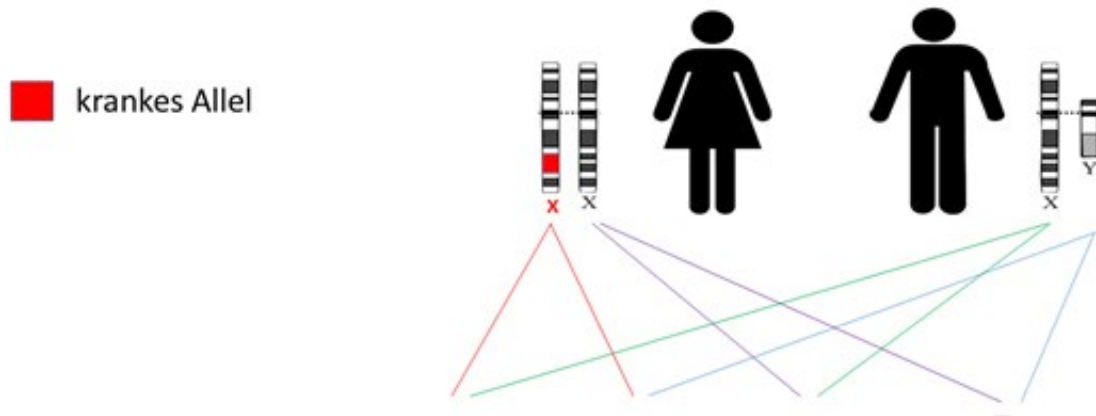


## HANDOUT 2 - VERERBUNG EINES KRANKEN ALLELS

Manche Krankheiten können vererbt werden. Schuld an diesen Erbkrankheiten sind fehlerhafte Allele auf einem Chromosom. Dieses kranke Allel kann an die Kinder weitervererbt werden.

**Aufgabe 1: Finden Sie heraus, wie das Chromosom mit dem kranken Allel an die Kinder verteilt werden kann.**

- Welche Chromosomenpaare können entstehen?
- Welches Geschlecht haben die Kinder?



Das Chromosomenpaar  
besteht aus:

Die Kinder sind theoretisch:

Abbildung 4: Vererbung des X-Chromosoms mit einem kranken Allel

**Aufgabe 2: Bricht die Erbkrankheit aus oder nicht?**

Ein Mädchen hat ein krankes Allel und trotzdem ist sie gesund. Kann das sein?

Ja. Ein krankes Allel bedeutet nicht, dass die Krankheit ausbricht. Hier sind die Begriffe DOMINANT und REZESSIV wichtig.

Ein dominantes Allel führt zur Krankheit.

Ein rezessives Allel führt nicht zur Krankheit, wenn am zweiten Chromosom ein gesundes Allel vorhanden ist. Dieses gesunde Allel ist dominant und kann das kranke Allel ersetzen. Erinnern Sie sich: Der Mensch hat immer 2 Chromosomenpaare. Erst wenn beide Chromosomen das rezessive Allel tragen, kommt es zur Krankheit.

Ausnahme sind Männer, sie besitzen neben den 22 Chromosomenpaaren ein X und Y-Chromosom. Wenn das X oder Y-Chromosom ein krankes Allel trägt, kommt es immer zur Krankheit, weil es kein zweites Allel auf dem anderen Chromosom gibt.

**Aufgabe 3: Wer kann erkranken?**

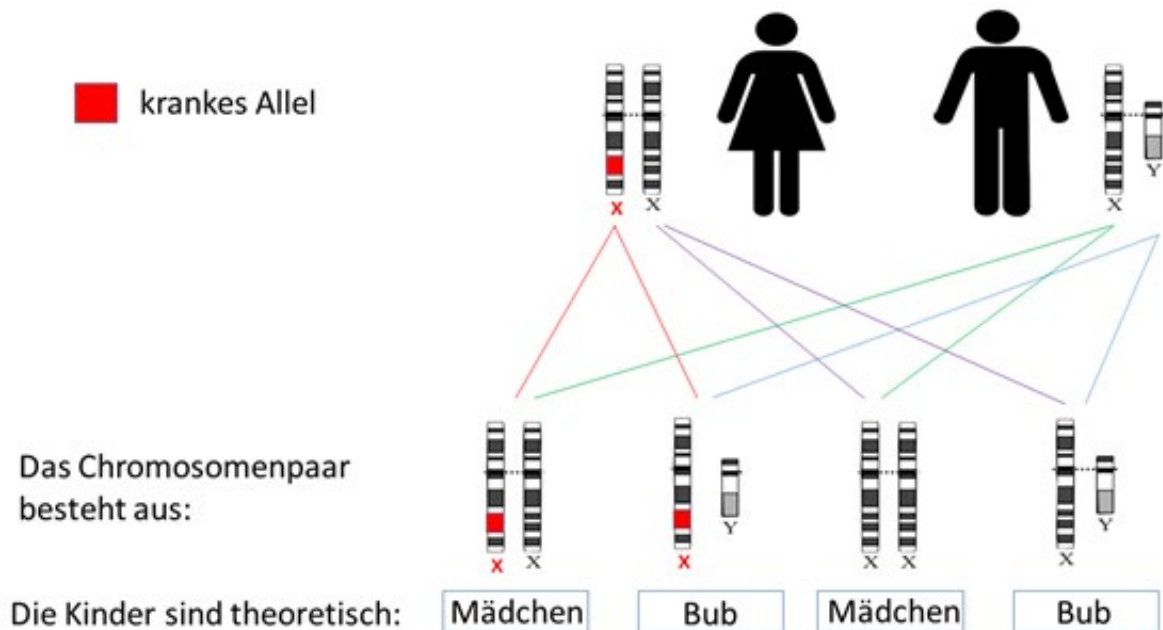
Es handelt sich um ein dominantes Allel. Welche Personen in der Abbildung: „Vererbung des X-Chromosoms mit einem kranken Allel“ sind krank?

**Aufgabe 4: Wer kann erkranken?**

Es handelt sich um ein rezessives Allel. Welche Personen in der Abbildung: „Vererbung des X-Chromosoms mit einem kranken Allel“ sind krank?



# LÖSUNGSBLATT ZU HANDOUT 2 – VERERBUNG EINES KRANKEN ALLELS



### Aufgabe 3 und 4: Wer kann erkranken?

Wenn es sich um ein dominantes Allel handelt, können das Mädchen und der Bub, die je ein krankes Allel tragen, erkranken. Auch die Mutter ist Trägerin des Allels und kann daher erkranken. Handelt es sich um ein rezessives Allel, sind die Mutter und das Mädchen mit dem kranken Allel einzig Überträgerinnen, jedoch sind sie gesund. Der Bub jedoch kann erkranken, da er ein krankes Allel auf dem X-Chromosom trägt. Da er kein zweites X-Chromosom hat, sondern ein Y-Chromosom, hat er kein zweites gesundes Allel und kann daher erkranken.



# Handout 3 – DIE VERERBUNG VON ERBKRAKHEITEN

Sie bekommen einen Erbgang vorgelegt. Es ist nun ihre Aufgabe, Spezialist\_in auf diesem Gebiet zu werden. In der anschließenden Konferenz für Erbkrankheiten werden Sie mit weiteren Spezialist\_innen auf diesem Gebiet zusammentreffen, um die Vererbung zu besprechen. Die Leitfragen dienen als Hilfestellung, um die Vererbung zu verstehen.

## Leitfragen:

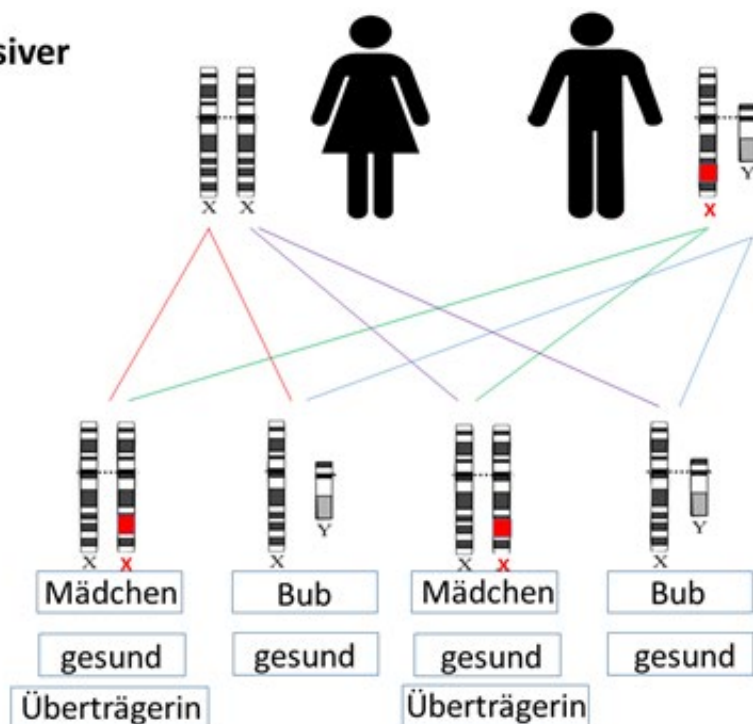
- Wann ist eine Person ein\_e Überträger\_in?
- Warum tritt die Krankheit auf?
- Was bedeutet rezessiv? Was bedeutet dominant?
- Was würde sich ändern, wenn das Allel dominant bzw. rezessiv wäre?

## Gruppe 1: X-chromosomal-rezessiver Erbgang

### X-chromosomal-rezessiver Erbgang

 krankes Allel

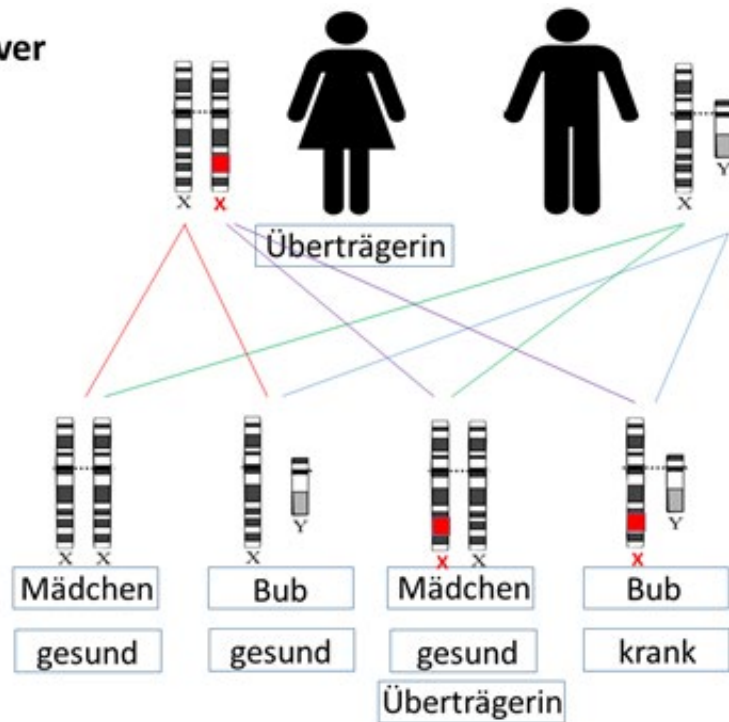
Die Kinder sind:





### X-chromosomal-rezessiver Erbgang

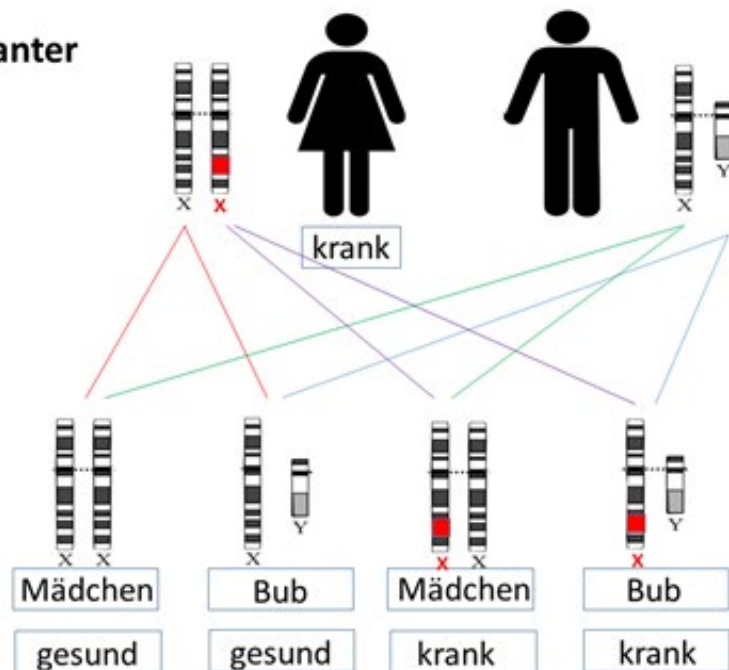
 krankes Allel



### Gruppe 2: X-chromosomal-dominanter Erbgang

### X-chromosomal-dominanter Erbgang

 krankes Allel



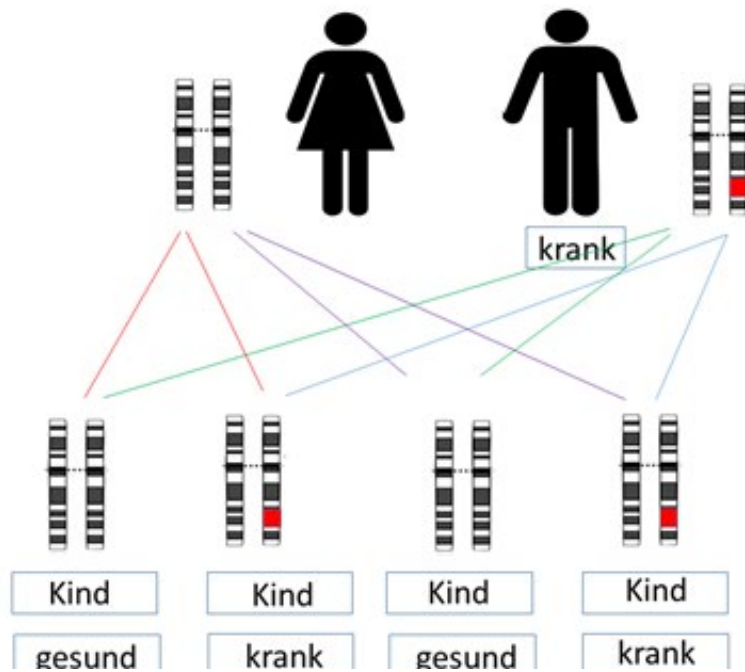




Gruppe 3: autosomal-dominanter Erbgang

**autosomal-dominanter Erbgang**

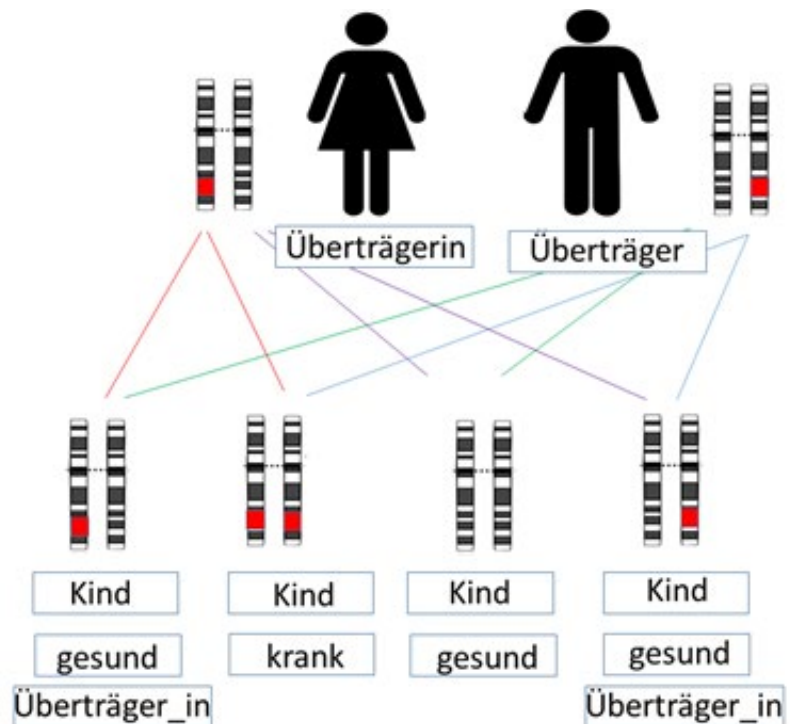
 krankes Allel



Gruppe 4: autosomal-rezessiver Erbgang

**autosomal-rezessiver Erbgang**

 krankes Allel





# HANDOUT 4 – SPEZIALAUFGABEN FÜR EXPERT\_INNEN

## Aufgabe 1: Was bedeutet rezessives Allel bzw. dominantes Allel?

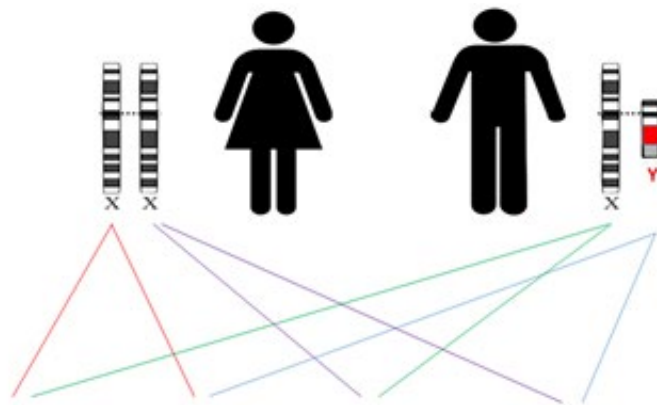
Sie vergewissern sich, dass alle Personen den Unterschied zwischen rezessiven und dominanten Allel kennen.

## Aufgabe 2: Zeichnen Sie einen Y-chromosomalen Erbgang.

**Aufgabe 3:** Macht es einen Unterschied, ob es sich um ein rezessives oder dominantes Allel handelt?

### Y-chromosomaler Erbgang

 krankes Allel



Die Kinder sind:

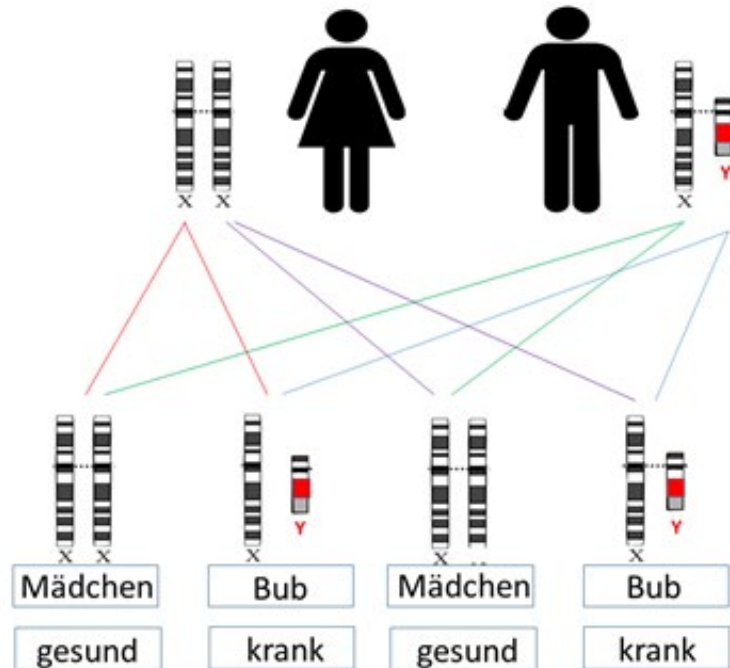



# LÖSUNGSBLATT ZU HANDOUT 4 – SPEZIALAUFGABEN FÜR EXPERT\_INNEN

Auflösung Y-chromosomaler Erbgang

**Y-chromosomaler  
Erbgang**

 krankes Allel



Der Mann und seine männlichen Nachkommen tragen das krankes Allel. Da es sich auf dem Y-Chromosom befinden, können sie immer erkranken, da sie kein zweites gesundes Allel besitzen. In diesem Fall kommt es immer zur Ausbildung der Krankheit, unabhängig davon ob es sich um ein rezessives oder dominantes Allel handelt.



# HANDOUT 5 –

## DIE KONFERENZ ZUM THEMA ERBKRAKHEITEN

### Aufgabe 1: Recherchieren Sie über eine Erbkrankheit:

- Rot-Grün-Blindheit
- Bluterkrankheit
- Nachtblindheit
- Ohrmuschelbehaarung
- Muskelschwunds (Duchenne-Muskeldystrophie)
- Albinismus

### Sammeln sie Informationen über die Erbkrankheit. Folgende Punkt sollen behandelt werden:

- Beschreiben Sie die Erbkrankheit?
- Wer kann erkranken?
- Wie wird die Erbkrankheit vererbt?
- Ist das kranke Allel dominant oder rezessiv?
- Liegt das kranke Allel auf einem der Geschlechtschromosomen oder nicht?
- Wie sieht der Erbvorgang aus?

### Aufgabe 2: Erstellen Sie eine Präsentation über die Erbkrankheit.

#### Informationen zu den Erbkrankheiten

#### Gruppe 1: Vererbung der Rot-Grün-Blindheit

Es gibt Menschen, die können ROT und GRÜN nicht unterscheiden. Sie haben die Rot-Grün-Blindheit. Dies ist eine Erbkrankheit. Die Vererbung der Rot-Grün-Blindheit ist X-chromosomal rezessiv. Das Allel für die Rot-Grün-Krankheit befindet sich auf dem X-Chromosom. Frauen werden nur krank, wenn beide X-Chromosomen dieses Allel haben. Hat nur ein X-Chromosom das Allel für Rot-Grün-Blindheit, werden sie nicht krank. Das gesunde Allel ist dominant. Männer haben nur ein X-Chromosom. Sobald das X-Chromosom das Allel für Rot-Grün-Krankheit trägt, haben sie die Krankheit. Daher sind Männer häufiger als Frauen von der Rot-Grün-Krankheit betroffen.

#### Gruppe 2: Vererbung der Bluterkrankheit

Die Bluterkrankheit ist eine Störung der Blutgerinnung. Bei gesunden Menschen gerinnt das Blut in Wunden. Sie können die Blutungen stoppen. Bei Menschen mit Bluterkrankheit tritt dies nicht auf. Sie können die Blutung nicht aufhalten. Ihr Blut gerinnt nicht. Die Krankheit wird X-chromosomal-rezessiv vererbt.

**Gruppe 3: Vererbung der Nachtblindheit**

Menschen mit Nachtblindheit können im Dunkeln nicht gut sehen. Sie haben Probleme, ihr Auge an die Dunkelheit anzupassen. Die Stäbchen im Auge sind für die Anpassung an die Dunkelheit zuständig. Durch einen Gendefekt sind die Stäbchen nicht in der Lage, diese Aufgabe zu erfüllen. Das Allel, das für die korrekte Ausbildung des Stäbchen zuständig ist, befindet sich am X-Chromosom. Das defekte Allel für die Nachtblindheit ist rezessiv. Die Krankheit wird somit X-chromosomal-rezessiv vererbt.

**Gruppe 4: Die Vererbung der Ohrmuschelbehaarung**

Menschen mit Ohrmuschelbehaarung haben Haare auf der Ohrmuschel. Die Behaarung auf der Ohrmuschel kann in manchen Fällen stark sein. Die Behaarung ist nicht schlimm und lässt sich leicht entfernen. Das Allel, das für die Ohrmuschelbehaarung verantwortlich ist, liegt auf dem Y-Chromosom. Männer mit einem Allel für Ohrmuschelbehaarung erkranken. Frauen haben kein Y-Chromosom und erkranken daher nie an Ohrmuschelbehaarung.

**Gruppe 5: Die Vererbung des Muskelschwunds (Duchenne-Muskeldystrophie)**

Muskelschwund ist eine Erbkrankheit. Die Muskulatur z.B. an den Beinen, Armen, Oberkörper aber auch im inneren des Körpers (Augenmuskel, Schluckmuskel) wird abgebaut. Wenn der Herzmuskel abgebaut wird, ist es tödlich.

Das betroffene Allel befindet sich auf dem X-Chromosom und ist rezessiv. Das heißt, wenn ein gesundes Allel vorhanden ist, tritt kein Muskelschwund auf. Nur wenn beide Allele bei Frauen betroffen sind, kommt es zum Muskelschwund. Männer haben nur ein X-Chromosom. Wenn dieses ein krankes Allel trägt, leiden sie an Muskelschwund.

**Gruppe 6: Die Vererbung des Albinismus**

Albinismus bezeichnet eine Krankheit, bei der der Mensch den Farbstoff Melanin nicht bilden kann. Melanin ist ein Farbpigment, das in der Haut, in den Haaren und in der Iris zu finden ist. Melanin schützt die Haut gegen UV-Strahlung der Sonne. Menschen mit Albinismus haben helle Haut, weiße Haare und helle Augen. Albinismus wird vererbt. Der Erbgang ist autosomal-rezessiv.