

## "Chromosomen Didac 2" Einzelsatz - Paket von 6 Sätzen

### Zusammensetzung

Der Einzelsatz besteht aus:

- **2 blauen Sätzen** mit 3 Chromosomen + 1 Geschlechtschromosom + 1 Stück von einem Chromatiden: diese Serie entspricht den **väterlichen Chromosomen**.
- **2 roten Sätzen** mit 3 Chromosomen + 1 Geschlechtschromosom + 1 Stück von einem Chromatiden: diese Serie entspricht den **mütterlichen Chromosomen**.
- 4 Stabbefestigungen, sie entsprechen den **Zentromeren** (8 blaue und 8 rote).
- 24 Teile in 4 unterschiedlichen Formen = Gene und 3 unterschiedlichen Farben = Allele

**Der Klassensatz MT 133337** besteht aus **6 Einzelsätzen**.

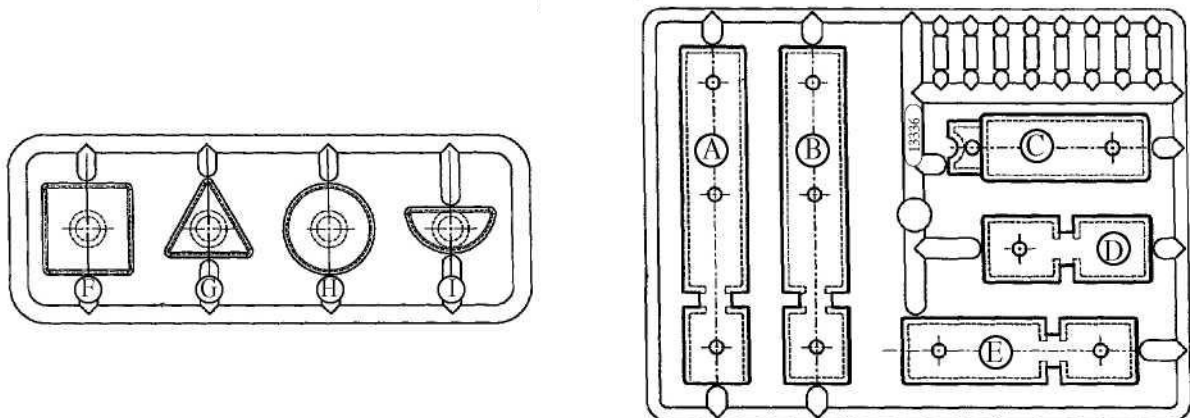
Die verschiedenen Teile hängen traubenförmig aneinander und müssen vorsichtig mit Hilfe einer Schere getrennt werden. Anschließend werden sie sorgfältig nach Kategorien geordnet und sortiert, damit keine Teile verloren gehen. Jedes Element kann mit Hilfe eines Buchstaben-Codes identifiziert werden. Vergessen Sie nicht, auch die Teile auszuschneiden, die den Befestigungen entsprechen.

**Bemerkung 1:** Jedes Chromosom wird mit zwei Chromatiden dargestellt.

**Bemerkung 2:** Die Färbung der Chromosomen entspricht nicht der Realität, sie soll lediglich die Zuordnung der Chromosomen zu ihrer väterlichen oder mütterlichen Herkunft ermöglichen.

**Bemerkung 3:** Mit dem kleinsten Chromosom kann ein weiblicher oder ein männlicher Karyotyp dargestellt werden. Nimmt man ihn weg, erhält man einen weiblichen Karyotyp, indem man den wenig größeren entfernt, den männlichen Karyotyp.

Zusammenstellung des väterlichen oder mütterlichen Satzes:



### Lernziele

Mit diesem Bausatz kann der Schüler die folgenden Sachverhalte selbständig erarbeiten:

- die identische Replikation von Chromosomen
- die Gametenbildung; die Reduktion der Chromosomenzahl
- die Diversität der gebildeten Gameten
- die Befruchtung und die Wiederherstellung der Chromosomenzahl 46

- die Tatsache, dass die Gene, die auf den homologen Chromosomen liegen, nicht immer die gleiche Information enthalten
- das Crossing-over

**Bemerkung:**

- je nachdem, welche Übung Sie durchführen lassen, brauchen Sie den Schülern nicht alle Chromosomen auszuteilen. Denken Sie aber daran, 1 von den 7 Chromosomen zu entfernen.
- für die Übungen 1 bis 10 gilt: 1 Stäbchen = 1 Chromatid
- bei allen anderen Übungen gilt 1 Stäbchen = ein Chromosom

**Übungsvorschläge**

**Übung 1: Die identische Replikation**

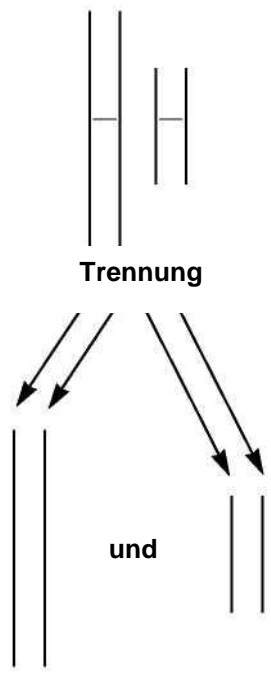
**Vorbereitung:**

4 Teile paarweise verbunden = 2 Chromosomen, z.B. die Teile A, B und 2xE verbunden  
 + andere Teile der gleichen Größe = die Chromatiden A, B und 2 x E  
 + die notwendigen Stäbchenbefestigungen

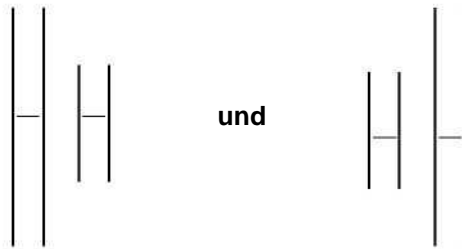
**Übung:**

Die Schüler sollen die Chromosomen in ihre Chromatiden aufteilen.

Die Chromosomen werden wieder ergänzt, indem die Schüler die passenden Chromatiden dazu geben.



Die Chromosomen durch einen jeweils identischen Chromatiden ergänzen:



## Übung 2: Gene und Allele

### Lernziel:

Zeigen, dass 2 Gene, die an der gleichen Stelle von homologen Chromosomen liegen, nicht unbedingt die gleiche Information enthalten.

Die Schüler können die **Blutgruppen des AB0-Systems** untersuchen. Sie werden von einem Gen bestimmt, der auf dem Chromosom Nr. 9 liegt.

Dieses Gen liegt in 3 Allelen vor: A, B und 0.

Der Schüler bekommt die Information, dass es für dieses Gen 3 Formen gibt: die Allele A, B und 0. Sie codieren die Moleküle oder Antigene a und b und sitzen auf den Roten Blutkörperchen.

Antigen a	→ Blutgruppe A
Antigen b	→ Blutgruppe B
Antigene a und b	→ Blutgruppe AB
kein codiertes Antigen	→ Blutgruppe 0

### Vorbereitung:

Die Teile A und B, das Paar großer Chromosomen, die 6 runden Teile (Gene) in 3 verschiedenen Farben (Allele)

Grün = Allel A	Jede Farbe entspricht einer anderen Information des gleichen Gens.
Gelb = Allel B	
Weiß = Allel 0	

### Übung:

Jeder Schüler arbeitet über eine Blutgruppe und fügt die beiden Gene zu seinem Chromosomenpaar. Anschließend kann eine gemeinsame Tabelle erstellt werden:

Blutgruppe	auf den Roten Blutkörperchen	Allele	weitere Möglichkeit
A	Molekül a	A + A	oder A + 0
B	Molekül b	B + B	B + 0
AB	Molekül a und Molekül b	A + B	
0	kein Molekül	0 + 0	

Anhand der Blutgruppe AB erkennt man, dass die 2 Gene, die sich auf den homologen Chromosomen befinden, nicht die gleiche Information enthalten.

Aus der Tabelle kann geschlossen werden, dass die Allele A und B dominant sind und dass das Allel 0 rezessiv ist, sowie dass es für die Blutgruppen A und B eine weitere Möglichkeit gibt: A + 0 und B + 0.

### Übung 3: Die Gametenbildung

#### Lernziel:

Überprüfen, ob der Schüler die Trennung der Chromosomenpaare verstanden hat.

#### Vorbereitung:

4 Chromosomen,  
die Teile A, B und 2x E für die eine Gruppe,  
die Teile A, B, D und E für eine andere Gruppe

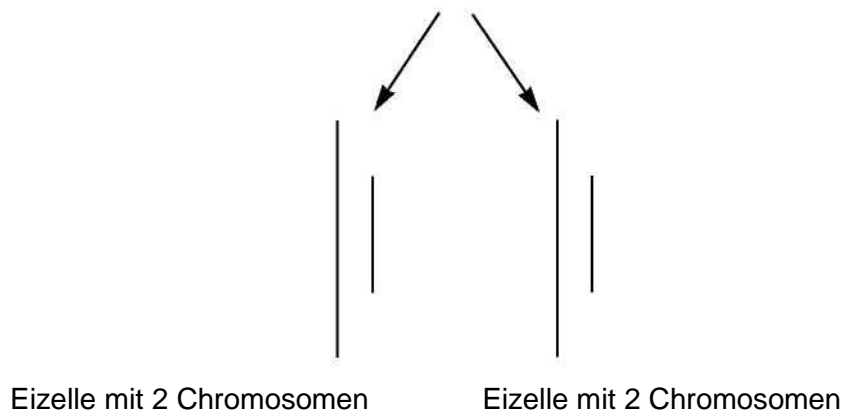
#### Übung:

- Ermittle die Chromosomenzahl dieser "Zelle".
- Finde das Geschlecht heraus.
- Bilde Gameten und gib an, ob es sich um Sperma- oder Eizelle handelt.
- Ermittle die Chromosomenzahl eines Gamets.

#### Beispiel:



**Ergebnis:** Zelle aus dem Eierstock mit 4 Chromosomen, aus denen Eizellen mit 2 Chromosomen entstehen.



**Übung 4: Die gebildeten Gameten sind unterschiedlich**

**Lernziel:**

Zeigen, dass die Gameten verschieden sind.

**Stellen Sie folgende Teile bereit:**

1 Paar gleiche oder unterschiedliche Geschlechtschromosomen: XX oder XY,  
also die Teile D und E für die eine Gruppe,  
2 x E für eine andere Gruppe

**Bemerkung:** Bei diesem Beispiel werden nur die Geschlechtschromosomen betrachtet.

**Übung:**

- Notiere das Geschlecht.
- Bilde Gameten. Spermazellen oder Eizellen? Notiere das Ergebnis.



**Ergebnis:**

alle Eizellen besitzen ein X

die Spermazellen besitzen ein X und ein Y.



**5: Die Gameten sind genetisch gesehen unterschiedlich.**

**Lernziel:**

Zeigen, dass Gameten gleicher Herkunft unterschiedliche genetische Information enthalten.

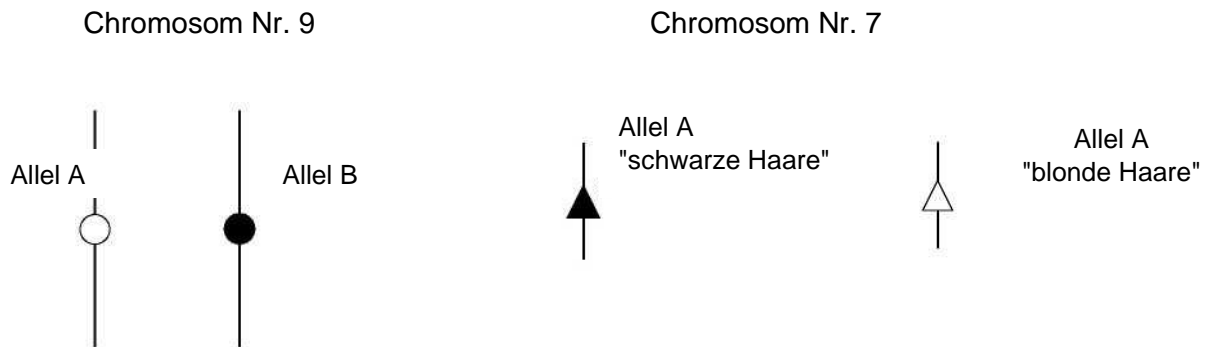
**Bemerkung:** Man kann mit verschiedenen Genen arbeiten: mit den Blutgruppen-Genen oder mit den für die Haarfarbe verantwortlichen Genen auf dem Chromosom Nr. 7 (das Allel für Schwarz ist dominant über das Allel für Braun, dieses wiederum dominant gegenüber dem Allel für Blond) oder auch mit dem für die Fußgröße verantwortlichen Gen (die Allele "großer Fuß" und "kleiner Fuß" sind beide dominant, wirken sie zusammen, so werden die Füße eine mittlere Größe haben).

**Vorbereitung:**

2 Paar Chromosomen: die Teile A, B, 2x E  
und 2 Gene, die sich durch die Form und die Farbe unterscheiden.

Beispiel:

Alle Schüler bekommen die gleichen Gene "Haarfarbe" und "Blutgruppe".



**Übung:**

- Zu Beginn notiert jeder Schüler die Blutgruppe und die Haarfarbe auf seinem Blatt: Individuum mit schwarzen Haaren und der Blutgruppe AB.
- Er bildet die Gameten und notiert die Gene, die er erhält.
- Die Ergebnisse der Klasse werden zusammengefasst, man erhält 4 verschiedene Konstellationen.

Welche Erklärung? Das hängt vom Schüler ab.  
Er hat ganz zufällig getrennt.

Beispiel:

Ein Gamet mit den Allelen A "schwarze Haare",  
der andere Gamet mit den Allelen B "blonde Haare".

oder

ein Gamet mit den Allelen A "blonde Haare"  
der andere Gamet mit den Allelen B "schwarze Haare".

**Übung 6: Die Vielfalt der erhaltenen Gameten demonstrieren**

Gleiche Übung wie oben, man geht jetzt von 6 Chromosomen mit 3 verschiedenen Genen aus: "Blutgruppe", "Haarfarbe", "Fußgröße".

**Übung 7: Durch die Befruchtung beträgt die Anzahl der Chromosomen wieder 46.  
Warum bin ich als Junge / als Mädchen geboren?**

**Lernziel:**

Zeigen, dass durch die Befruchtung väterliche und mütterliche Chromosomen als Paare vorliegen – insbesondere die Geschlechtschromosomen.

**Vorbereitung:**

Den Jungen das Paar große Chromosomen plus das X- und das Y-Chromosom in blau austeilen,  
also die Teile A, B, D und E in blau

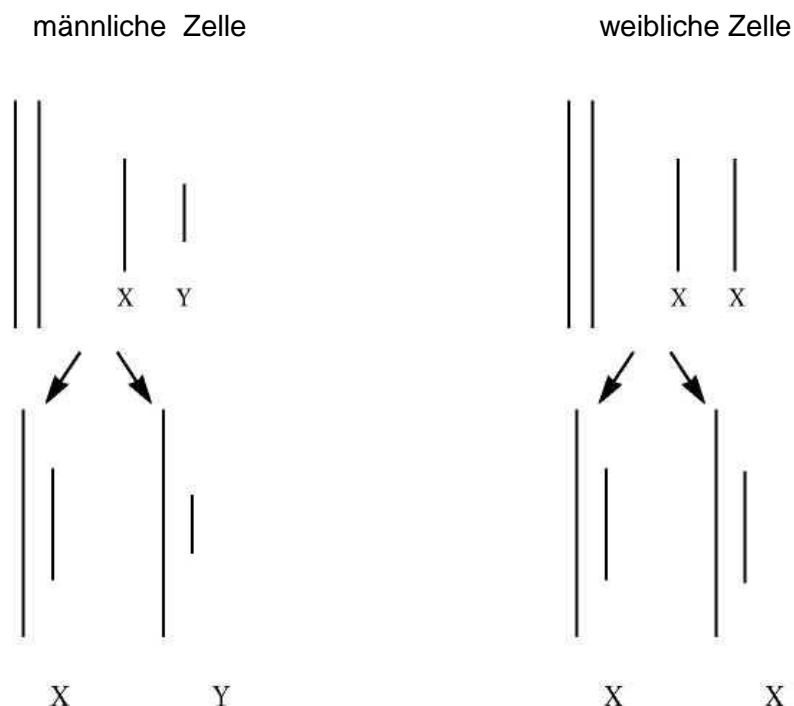
Den Mädchen das Chromosomenpaar plus die beiden X-Chromosomen in rot austeilen,  
also die Teile A, B 2 x E in rot

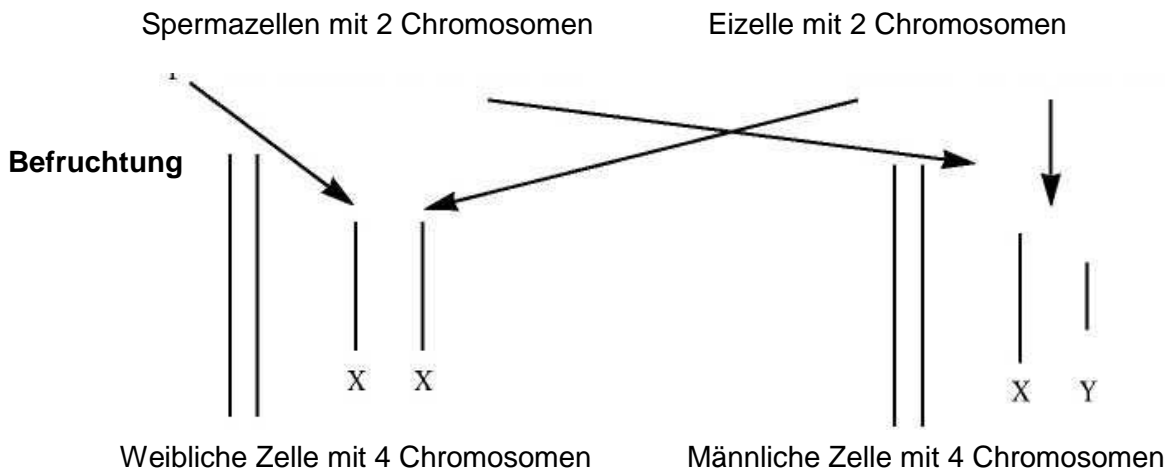
**Übung:**

Jeder Schüler bildet seine Gameten, notiert auf seinem Blatt die Zahl der Chromosomen, dann gehen die Jungen mit ihren Spermazellen zu der Eizelle eines Mädchens. Sie simulieren die Befruchtung und notieren das Ergebnis.

**Ergebnis:**

Gameten mit 2 Chromosomen. Durch die Befruchtung entsteht eine "Zelle" mit 4 Chromosomen, das Geschlecht ist weiblich oder männlich. Durch die Farben der Chromosomen wird die Paarung der mütterlichen und väterlichen Chromosomen veranschaulicht.





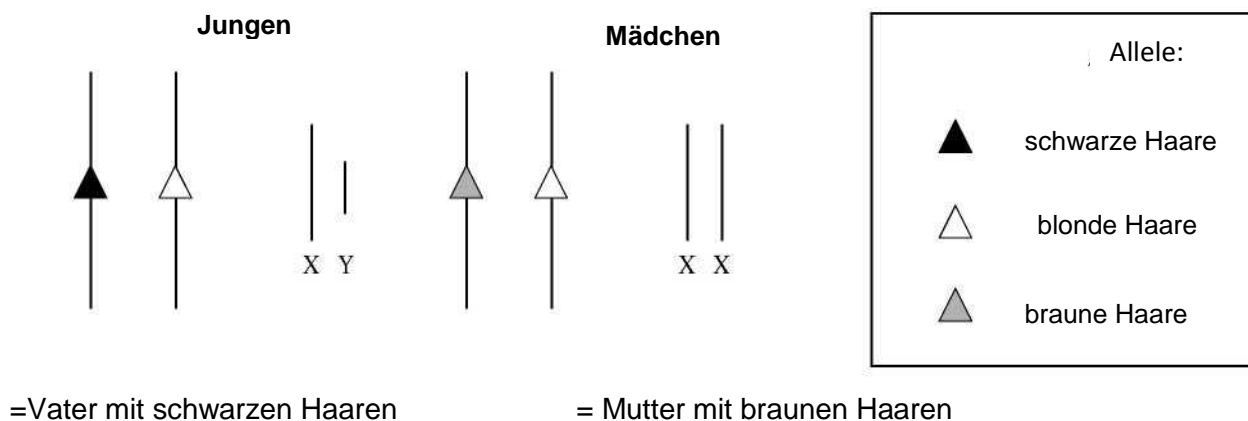
**Übung 8: Jedes Lebewesen ist einmalig.**  
**Lernziel:**

Aufzeigen, dass es sich bei der Vererbung um ein großes Lotterie-Spiel handelt, bei dem der Zufall zweimal mitspielt.  
Beispiel: Kinder unterscheiden sich durch Geschlecht und die Haarfarbe

**Vorbereitung:**

4 Chromosomen mit unterschiedlichen genauer zu bezeichnenden Genen austeilen.	den Jungen: X und Y, also die Teile A, B, D, E
Form grün: schwarze Haare gelb: braune Haare weiß: blonde Haare	den Mädchen: 2 X also die Teile A, B, 2 x E

Die Gene sollen an die großen Chromosomen angebracht werden (Nr. 7).  
Wiederhole dafür die Übung 5.





**Übung:** jeder Schüler notiert auf seinem Blatt zu Beginn die Gene und die Haarfarbe (Merkmal) des Elternteils:

Übung für die Jungen	Gene für schwarze Haare, für blonde Haare → Individuum (Vater) mit schwarzen Haaren
Übung für die Mädchen	Gene für braune Haare, für blonde Haare → Individuum (Mutter) mit braunen Haaren

Anschließend bildet jeder Schüler die Gameten, der Junge wählt einen aus und "befruchtet" die Eizelle eines Mädchens. Nach der Befruchtung soll das Ergebnis notiert werden.

Danach gemeinsames Erstellen einer Tabelle → die Kinder unterscheiden sich durch das Geschlecht und die Haarfarbe.


### Übung 9: Analysieren eines Stammbaums

Lernziel:

Wieso sind vorwiegend die Jungen von Krankheiten betroffen, wie Farbenblindheit oder Bluterkrankheit?

!!! Merke fehlt !!!

Vorbereitung:

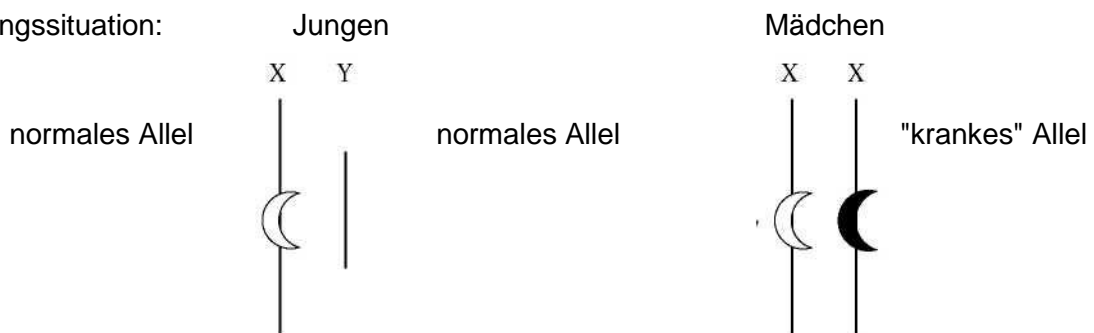
Den Jungen die Chromosomen X und Y austeilen: die Teile D und E (blau) plus ein gesundes oder normales Gen:  in weiß

Den Mädchen die Chromosomen X austeilen: die Teile E (rot) plus 2 Gene gleicher Form



in unterschiedlicher Farbe: weiß (normal) und grün (krank)

Ausgangssituation:



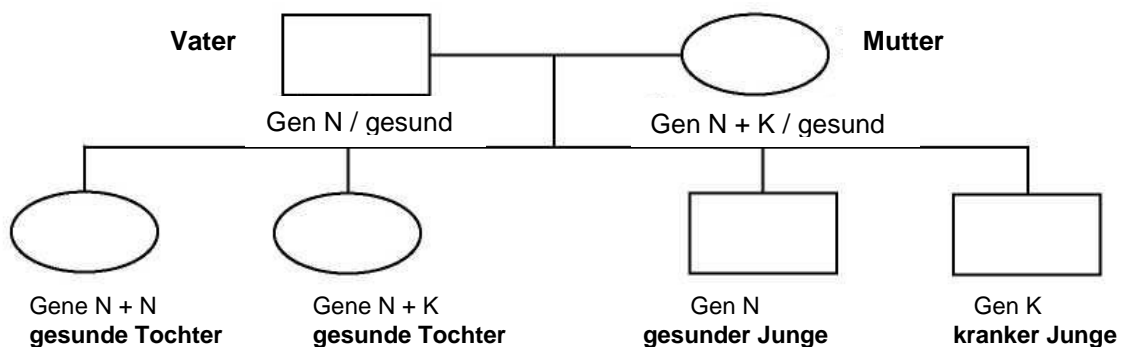
**Übung:**

Jeder Schüler notiert auf seinem Blatt, ob der Vater oder die Mutter krank oder gesund ist.

- Die Gameten werden gebildet.
- Die Befruchtung wird durchgeführt.
- Das Geschlecht des Kindes und sein zu erwartender Status - krank oder gesund - wird notiert.
- Zusammenfassen der gemeinsamen Ergebnisse an der Tafel: es ergeben sich 4 Möglichkeiten.

**Schlussfolgerung:**

Wer überträgt die Krankheit? → die Mutter (an dem roten Chromosom zu erkennen).  
Warum sind die Jungen betroffen? → statt 2 besitzen sie nur 1 Gen.



**Übung 10: Die intrachromosomale Rekombination**

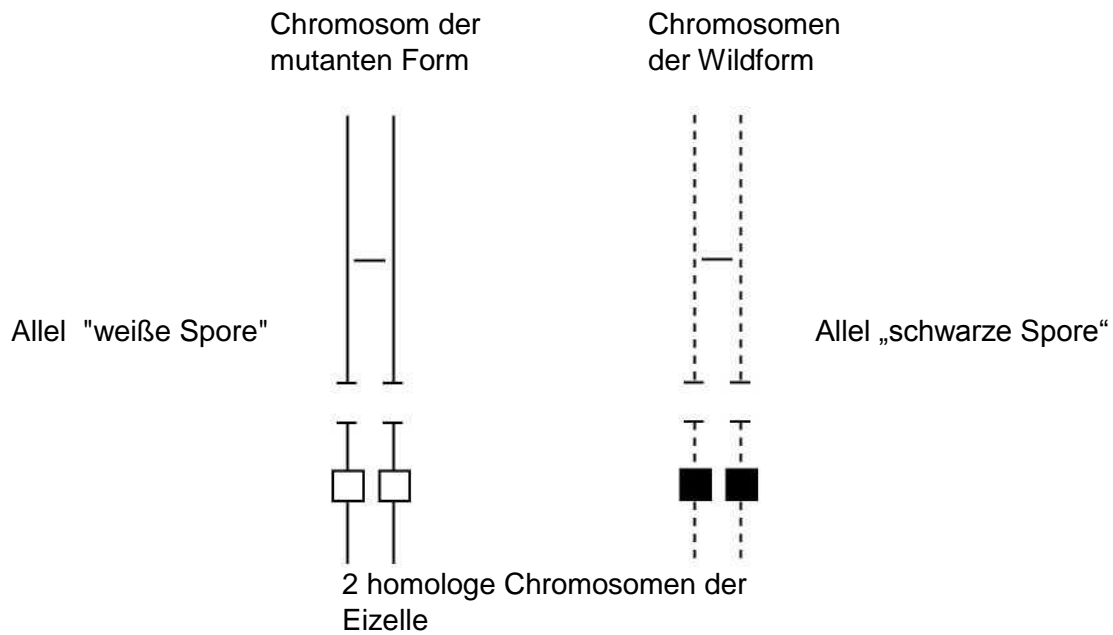
**Lernziel:**

Die Rekombination von Chromosomenmaterial durch crossing-over erkennen.

**Bemerkung:** Man kann versuchen, die verschiedenen Arten der Anordnung von schwarzen und weißen Sporen in den Asci einer Sordaria (Pilz), die aus der Kreuzung einer Wildform mit einer Mutante (weiße Spore) stammt, zu erklären.

**Vorbereitung:**

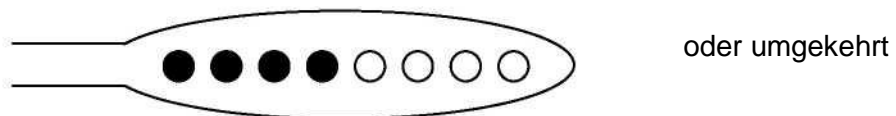
4 Chromatiden der gleichen Größe: Teil A in blau und in rot + ihre Zentromere (Befestigungen)  
4 Chromatid-Fragmente: die Teile C, die auf die entsprechenden Teile A der gleichen Farbe anzubringen sind  
4 Gene □ (= Sporen), 2 grüne (=schwarze Spore) und 2 weiße (= weiße Spore)



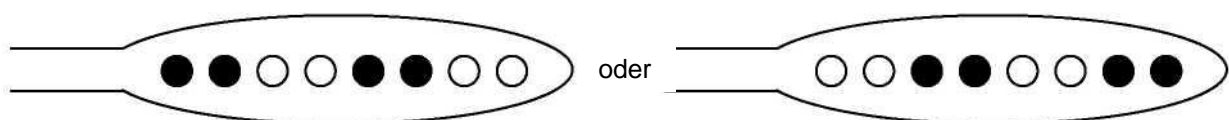
**Übung:**

1. Durchführen der Meiose (1. und 2. Teilung, anschließend die 1. Mitose). Anfärben der Sporen in den Asci.

**Ergebnis:**



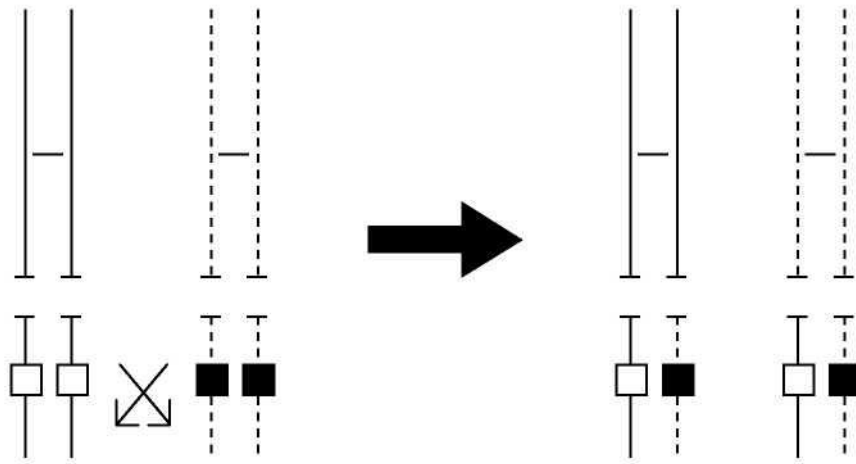
2) Wie kann man die folgende Anordnung der Sporen erklären?



Schlage eine Lösung vor, indem du von 2 homologen Chromosomen der Eizelle ausgehst.

**Ergebnis:**

Der Schüler soll einen Austausch von Chromatid-Segmenten zwischen den homologen Chromosomen vorschlagen und durchführen.



**Ergebnis:**

