

## Genetik – Großübersicht

### Systematik der Lebewesen

Die fünf Reiche: **Pflanzen, Tiere, Einzeller, Pilze, Bakterien**

Die **Art** ist die kleinste Einheit im System der Pflanzen und Tiere. Sie umfasst die Gesamtheit der Individuen, die in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Individuen einer Art können sich untereinander fortpflanzen und zeugungsfähige Nachkommen hervorbringen.

Die **Variabilität** innerhalb einer Art beschreibt die Unterschiedlichkeit der Eigenschaften und Merkmale von Individuen einer Art.

**Population** ist die Gesamtheit der Individuen einer Art in einem abgegrenzten Lebensraum.

Die **Ursachen der Variabilität** innerhalb verschieden ausgeprägter Toleranzbereiche in einer Art beruht auf abiotische oder biotische Umwelteinflüsse (Modifikation → S. 10) oder Erbänderungen (Mutation → S. 10).

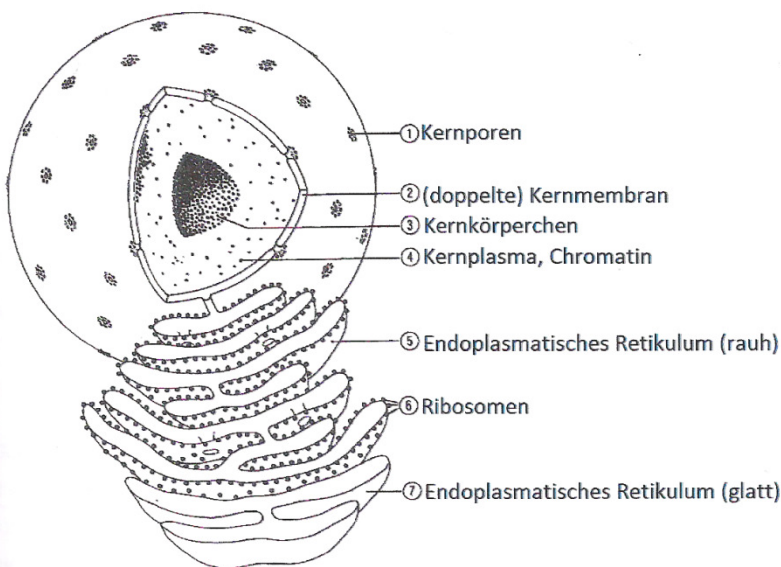
Ein **Biotop** ist ein durch bestimmte Pflanzen und Tierarten gekennzeichneter Lebensraum, geprägt durch abiotische und biotische Umweltfaktoren.

Die **Befruchtung** ist die Verschmelzung von Ei- und Samenzelle, wobei eine Zygote entsteht.

Die **Relative Konstanz der Arten** resultiert aus der nahezu unveränderten Weitergabe der Erbanlagen von Generation zu Generation.

**Eiweiße** werden aus 20 verschiedenen Aminosäuren in verschiedenen Konstellationen, Anordnung und Länge gebildet. Sie sind maßgebend und prägend für die Gene bzw. die Genetik.

### Zellkern



#### Kernporen

Austausch von Stoffen und Informationen zwischen Zellkern und Kernplasma

#### Kernmembran

Schutz; Abgrenzung des Erbmaterials

#### Kernkörperchen

Spindelapparat ausbilden; Bildungs-ort der Ribosomen

#### Kernplasma

Stoff- und Energiewechsel

#### Chromatin

Stoff- und Energiewechsel

**Endoplasmatisches Retikulum (ER) rauh**  
Transportvorgänge

**Ribosomen**  
Eiweißsynthese  
(=Eiweißbildung)

**Endoplasmatisches Retikulum (ER) glatt**  
Transportvorgänge

## Vererbung

Die **Vererbung** ist die Weitergabe von Erbanlagen für Eigenschaften und Merkmale von Eltern auf ihre Nachkommen.

**Chromosomen** (Abbildung → S. 11) sind die Träger der Erbinformationen und werden bei der Zellteilung aus dem Chromatingerüst gebildet. Sie sind faden- oder stabförmige Gebilde, die in ihrer Anzahl und Form artspezifisch sind. Außerdem sind sie unter dem Lichtmikroskop sichtbar.

Der **Chromosomensatz** nennt die Gesamtheit der Chromosomen pro Zelle.

Ein **Karyogramm** ist die graphische Darstellung der Chromosomen einer Zelle.

Zwei Chromosomen, die eine Übereinstimmung in Größe, Form, Lage des Zentromers und im Bandmuster vorliegen haben, bilden ein **homologes Chromosomenpaar**.

Der **diploide Chromosomensatz** sagt aus, dass es  $2n = 23$  homologe Chromosomenpaare gibt. Es ist also ein doppelter Chromosomensatz vorhanden und die Chromosomen liegen immer paarweise vor.

Die Geschlechtszellen des Menschen haben nur einen einfachen, **haploiden Chromosomensatz**, der  $n = 23$  Chromosomen beinhaltet, wobei 22 Autosomen und ein Genosom vorliegt.

In einer Zelle gibt es 22 Chromosomenpaare, die als Körperchromosomen oder **Autosomen** bezeichnet werden, wobei im haploiden Chromosomensatz 22 Autosomen vorliegen.

Das 23. Chromosomenpaar des Menschen wird aus den Geschlechtschromosomen oder auch **Gonosomen** genannt, gebildet. Sie sind geschlechtsbestimmend.

## Molekulare Grundlagen der Vererbung

Chromosomen sind die Träger des Erbgutes und bestehen aus Eiweiß und den Nucleinsäuren, die in Desoxyribonucleinsäure (DNS) und die Ribonucleinsäure (RNS) unterschieden werden.

### Bau der DNS

- Makromolekül
- langer, unverzweigter, strickleiterähnlicher Strang, der gleichmäßig um seine eigene Achse gedreht ist (= **Doppelhelix**)
- Grundbaustein der DNS sind **Nucleotide**
- Jedes **Nucleotid** besteht aus drei Einheiten, der **Phosphorsäure**, dem Zucker (**Desoxyribo**) und einer der vier organischen Basen **Adenin (A)**, **Thymin (T)**, **Cytosin (C)** und **Guanin (G)**
- die Seile der Strickleiter bilden abwechselnd Zucker- und Phosphorsäurenmoleküle
- die Sprosse bilden die organischen Basen
- nur A-T und G-C können sich nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip gegenüberstehen

### Funktion der DNS

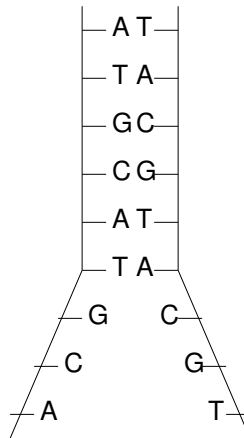
- Träger der Erbinformationen
- Verschlüsselung der Informationen zur Ausbildung spezifischer Eiweiße
- Verdoppelung vor jeder Zellteilung

## Replikation der DNS

### 1. DNS-Mutterstrang

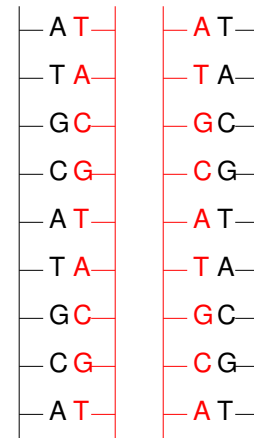


### 2. Replikationsgabel



enzymatische Aufspaltung

### 3. Bildung von zwei identischen DNS-Tochtersträngen



Anlagerung an freie Nucleotiden (werden im Zellstoffwechsel gebildet) entsprechend der Basenpaarung

Die beiden Tochterstränge bestehen aus je einem DNS-Mutterstrang und einem neuen komplementären Strang und sind mit der DNS-Mutterzelle identisch.

## Verschlüsselung der Erbinformationen

Ein **Gen** ist ein Abschnitt bzw. eine Funktionseinheit der DNS, die die Informationen für den Aufbau eines spezifischen Eiweißes enthält. Es ist linear auf dem Chromosom angeordnet. Die Gesamtheit aller Gene wird als Erbanlage oder **Genom** bezeichnet.

**Allele** sind die Funktionsformen eines Gens, die sich zwar auf homologen Chromosomen am gleichen Ort befinden, jedoch leicht unterschiedliche Funktionen des gleichen Gens ausführen können.

## Der genetische Code

Der **genetische Code** beinhaltet Tripletts, die aus drei aufeinanderfolgenden Nucleotiden bestehen. Dabei gibt es ein Start-Triplett, weitere Tripletts innerhalb des Gens, welche das Kennwort für eine Aminosäure darstellen, und ein Stopp-Triplett.

## Die Proteinbiosynthese

*Die Informationen zu den Proteinen liegen verschlüsselt in der DNS vor, in der die Reihenfolge der Basen auf einem Triplett festlegt ist, die besagt, welche Aminosäure hergestellt wird.*

## Transkription - im Arbeitskern

Als erstes spaltet sich der DNS-Doppelstrang im Arbeitskern auf und es wird eine Kopie des Teilstranges der DNS erstellt. Diese Kopie wird als einsträngiges Botenmolekül (auch messenger-RNS (m-RNS)) durch die Kernporen ins Zellplasma transportiert. Dort gelangt die m-RNS zu den Ribosomen, an denen die Translation abläuft.

**Translation – im Ribosom**

Nun gleitet das m-RNS-Molekül an den Ribosomen entlang und es wird die Basenreihenfolge eines Triplets abgelesen und so übersetzt, dass nun erkannt wird, welche der 20 verschiedenen Aminosäuren hergestellt werden soll. Dabei kodiert ein m-RNS-Basentriplett eine Aminosäure. Nun werden die benötigten Aminosäuren mit speziellen Überträgermolekülen (auch transfer-RNS (t-RNS)) herbeitransportiert. Dabei hat jeder t-RNS-Aminosäuren-Komplex nur eine spezifische Andockstelle, an der das Triplett der m-RNS mit dem Triplett der t-RNS kompatibel ist. Zum Schluss erfolgt dann die enzymatische Verknüpfung der Aminosäuren zu einem Polypeptid, welches sich anschließend vom Ribosom löst und eine Raumstruktur bildet, sodass ein funktionsfähiges Protein vorliegt.

**Mitose**

*Mitose ist ein Teilungsvorgang, bei dem aus einer diploiden Mutterzelle zwei wiederum diploide, genetisch völlig identische Tochterzellen gebildet werden.*

**Meiose**

*Meiose ist ein Teilungsvorgang, bei dem der diploide Chromosomensatz der Mutterzelle reduziert wird. Es entstehen in zwei Teilungsschritten (1. und 2. Reifeteilung) vier Zellen mit jeweils haploiden Chromosomensatz.*

*Interphase entspricht der Mitose*

**Interphase**

Es liegt ein fädiges Chromatingerüst ohne deutlich erkennbare Struktur im Arbeitskern vor. Zudem wird intensiver Stoffwechsel und Zellwachstum betrieben, um das zweite Chromatid jedes Chromosomen zu erstellen.

**Prophase I**

In der Prophase I winden sich die Chromatinfäden spiralförmig auf. Außerdem paaren sich die homologen Chromosomen. Wie auch bei der Mitose lösen sich die Kernmembran und das Kernkörperchen auf und die Spindelfasern werden an den Zellpolen gebildet.

**Prophase**

In der Prophase beginnt die Kernteilung. Zuerst beginnt das Chromatingerüst eine Struktur anzunehmen, indem sich die Chromatinfäden spiralförmig aufwinden, verkürzen und verdichten. Außerdem werden die Kernmembran und das Kernkörperchen aufgelöst. Zusätzlich bilden sich an den Zellpolen nun die Spindelfasern aus.

**Metaphase I/Anaphase I**

Die homologen Chromosomen werden voneinander getrennt, indem sie sich in der Äquatorialebene angeordnet haben und anschließend am Zentromer von den Spindelfasern zu den Zellpolen gezogen wurden.

**Metaphase**

In der Metaphase haben die Chromosomen ihre maximale Spiralisierung erreicht und ordnen sich in der Äquatorialebene zwischen den Zellpolen an. Anschließend verbinden sich die Spindelfasern mit dem Zentromer der Chromosomen.

**Telophase I**

Es entstehen zwei haploide Zellen mit Zwei-Chromatid-Chromosomen.

**Anaphase**

In dieser Phase verkürzen sich die Spindelfasern, wodurch die Chromosomen in der Zentromerregion getrennt werden. Somit wird von jedem Chromosom ein Chromatid als Tochterchromosom zu den Zellpolen befördert.

**Metaphase II/Anaphase II**

Die Zwei-Chromatid-Chromosomen ordnen sich in der Äquatorialebene an und werden von den Spindelfasern an der Zentromerregion in Chromatide getrennt.

**Telophase**

In der letzten Phase entspiralisieren sich die Chromosomen und es bildet sich ein neues Chromatingerüst. Die Kernmembran und das Kernkörperchen werden wieder aufgebaut, jedoch verschwinden die Spindelfasern. Als Ergebnis der Mitose entstehen zwei Tochterzellen mit einem diploiden Chromosomensatz bestehend aus Ein-Chromatid-Chromosomen.

**Telophase II**

Als Endprodukt der Telophase II entstehen vier haploide Zellen mit Ein-Chromatid-Chromosomen.

## Vergleich – Mitose : Meiose

### Unterschiede

	Mitose	Miose
<b>Vorkommen</b>	alle Teilungsfähigen Körperzellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneration</li> <li>• Wachstum</li> <li>• ungeschlechtliche Fortpflanzung</li> </ul>	in den Keimdrüsen <ul style="list-style-type: none"> <li>• ♂Hoden</li> <li>• ♀Eierstock</li> </ul>
<b>Anzahl der Teilungen</b>	eine Teilung	zwei Teilungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktionsteilung</li> <li>• Äquationsteilung</li> </ul>
<b>Tochterzellen</b>	zwei diploide Tochterzellen	vier haploide Tochterzellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• ♂Entstehung von vier befruchtungsfähigen Spermien</li> <li>• ♀Entstehung von einer befruchtungsfähigen Eizelle (3 Polkörper, die absterben)</li> </ul>
<b>Bedeutung</b>	Konstanthaltung des diploiden Chromosomensatzes bei der Zellteilung	Reduktion des Chromosomensatzes, Bildung haploider Geschlechtszellen, Neukombination des genetischen Materials, Variabilität der Individuen

### Gemeinsamkeiten

- Ort: Zelle
- gleiche Phasen
- diploide Mutterzelle
- Spindelapparat bildet sich
- Anordnung der Chromosomen in Äquatorialebene
- Entstehung von Tochterzellen
- Entstehung von Ein-Chromatid-Chromosomen
- Bedeutung: Konstanthaltung des genetischen Materials

## Vergleich Fortpflanzung – geschlechtliche : ungeschlechtliche

### geschlechtliche Fortpflanzung

Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Meiose. Es kommt zur Verschmelzung von den haploiden Keimzellen, wodurch neue Kombinationen der Gene auftreten. Dadurch ist die genetische Variabilität gewährleistet.

### ungeschlechtliche Fortpflanzung

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Mitose, indem sich die Zellen teilen. Dabei werden die Gene nicht neu kombiniert, es kommt auch zu keiner Befruchtung. Variabilität ist nur durch Mutationen möglich.

## Gregor Johann Mendel

Mendel wurde 1822 in Österreich geboren und starb 1884 in Tschechien. Er experimentierte im Klostergarten zu Brünn und wendete folgende Methoden an: Er sah den Organismus als Mosaik, welcher frei voneinander kombinierbare Merkmale enthält. Zudem war er auf die Vereinfachung der Fragestellung bedacht und beschränkte sich meist auf wenige Merkmale. Dabei variierte er mit den Versuchsbedingungen, führte Kontrollversuche aus und wertete diese statistisch aus.

## Mendelsche Definitionen

Als **Sorte (/Rasse)** bezeichnet Mendel die Angehörigen einer Art, die sich in einen (oder mehreren) Merkmalen konstant von anderen Artangehörigen unterscheiden.

**Hybride** nennt man Mischlinge, die bei der Kreuzung von zwei Pflanzensorten entstehen. Bei Tieren heißen diese Mischlinge **Bastarde**.

Der **Genotyp** bezeichnet das Erbbild einer Zelle, welches reinerbig oder mischerbig sein kann.

Das äußere Erscheinungsbild eines Individuums wird als **Phänotyp** bezeichnet.

Bei **Reinerbigkeit** sind beide Allele zur Ausbildung eines Merkmals auf den homologen Chromosomen gleich. Das Lebewesen ist **homozyt**.

Bei **Mischerbigkeit** sind beide Allele zur Ausbildung eines Merkmals auf den homologen Chromosomen unterschiedlich. Das Lebewesen ist **heterozyt**.

**Dominante Allele** werden beim dominant-rezessiven Erbgang mit einem großen A bezeichnet. Bei Mischerbigkeit und dominanter Reinerbigkeit wird das dominante Merkmal phänotypisch ausgebildet.

**Rezessive Allele** werden im dominant-rezessiven Erbgang mit einem kleinem a bezeichnet. Das Merkmal kann nur bei rezessiver Reinerbigkeit phänotypisch ausgebildet werden.

Als **Rückkreuzung** oder Testkreuzung wurde jener Versuch genannt, bei dem die Mischlinge der  $F_1$ -Generation mit einem reinerbig rezessiven Individuum gekreuzt wurden.

## Mendelsche Regeln

### 1. Mendelsche Regel – Uniformitätsregel

Kreuzt man zwei Individuen einer Art, die sich in einem Merkmal reinerbig unterscheiden, so sind die Nachkommen in diesem Merkmal untereinander gleich.

### 2. Mendelsche Regel – Spaltungsregel

Kreuzt man die Individuen der  $F_1$ -Generation, so erhält man in der  $F_2$ -Generation eine Aufspaltung der Merkmale in einem bestimmten Zahlenverhältnis.

### 3. Mendelsche Regel – Neukombinationsregel

Kreuzt man zwei Individuen einer Art, die sich in mehr als einem Merkmal reinerbig unterscheiden, so sind die einzelnen Merkmale der Nachkommen unabhängig voneinander geteilt und es treten bei der Befruchtung neue Kombinationen auf.

## Erbgänge

### Dominant-Rezessiver Erbgang

Der Erbgang ist dominant-rezessiv, wenn bei Mischerbigkeit das dominante Allel den Phänotyp bestimmt. Das rezessive Allel ist nur reinerbig sichtbar.

### Intermediärer Erbgang

Der Erbgang ist intermediär, wenn bei Mischerbigkeit beide Allele den Phänotyp bestimmen. Er liegt zwischen den Merkmalsausprägungen beider Ausgangsformen.

### Gonosomaler Erbgang

(→ Bluterkrankheit/Rot-Grün-Sehschwäche S. 9)

### Kodominanter Erbgang

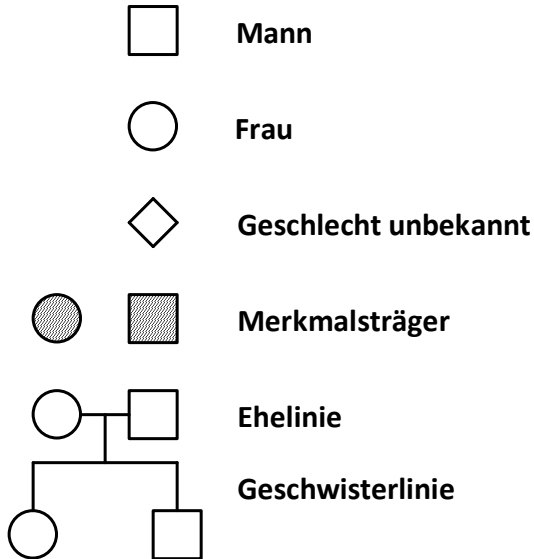
(→ Vererbung von Blutgruppen S. 8)

## Humangenetik

### Methoden

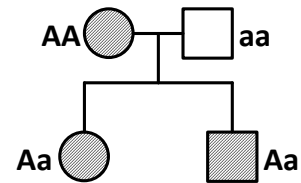
Familienforschung, Massenstatistik, Zwillingsforschung, Mikroskopische/biologische Untersuchungen

### Symbolik

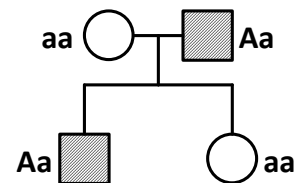


### Vererbung dominanter Merkmale: Kurzfingerigkeit

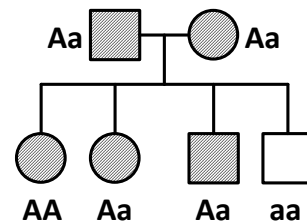
#### Uniformitätsregel



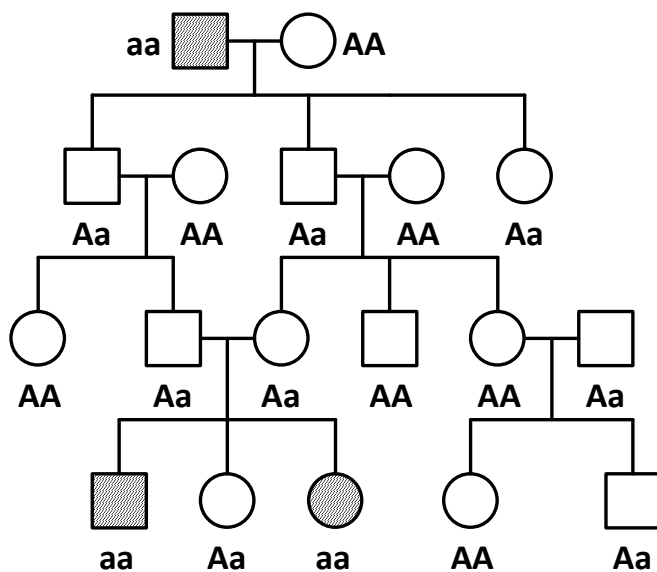
#### Rückkreuzung



#### Spaltungsregel



### Vererbung rezessiver Merkmale: Albinismus



## Vererbung von Blutgruppen

### AB0-System

Blutgruppe	Antigen auf roten Blutzellen
Blutgruppe A	Antigen A
Blutgruppe B	Antigen B
Blutgruppe AB	Antigen A und B
Blutgruppe 0	ohne Antigene

Blutgruppe	mögliche Genotypen
Blutgruppe A	AA, A0
Blutgruppe B	BB, B0
Blutgruppe AB	AB
Blutgruppe 0	00

- Blutgruppen liegen auf Chromosom Nr. 9
- Jeder Mensch hat zwei Allele zur Vererbung einer Blutgruppe
- es existieren jedoch 3 Allele zur Vererbung (**multiple Allelie**)
- Allele sind A (Blutgruppe A), B (Blutgruppe B), 0 (Blutgruppe 0)
- A und B sind dominant gegenüber 0
- A und B sind gegenüber **kodominant**, das bedeutet gleich stark; werden nebeneinander ausgebildet

### Der Rhesus-Faktor

- wird dominant vererbt
- ist ein Protein D oder d auf den Blutzellen
- 85% sind Rhesus-positiv und 15% Rhesus-negativ
- Experiment 1940 am Rhesusaffen

Rhesus-Faktor	mögliche Genotypen
Rh <sup>+</sup>	DD, Dd
Rh <sup>-</sup>	dd

### Rhesus-Verträglichkeit

- Gefahr, dass Antikörper gegen Rh<sup>+</sup> ausgebildet werden und dadurch das Blut verklumpt
- Auswirkungen auf Bluttransfusionen und auf die Schwangerschaft

### Karyogrammherstellung

Einige Tropfen Blut bringt man in eine geeignete Nährlösung, in der die weißen Blutzellen zur Teilung angeregt werden. Mit Colchizin lässt sich dieser Vorgang dann unterbrechen, wenn die Chromosomen mikroskopisch zu erkennen sind. Anschließend färbt man sie ein und fotografiert sie. Daraufhin werden sie nach bestimmten Kriterien (Länge, Längenverhältnis zwischen langem und kurzem Arm, Einschnürungen, Muster der Querbänder) geordnet, gruppiert und zusammengefasst.

### Vererbung des Geschlechts

#### Chromosomale Unterschied zwischen Männern und Frauen

Männer haben als 23. Chromosom ein X- und ein Y-Chromosom. Frauen hingegen besitzen zwei X-Chromosomen. Bei den Geschlechtschromosomen liegen beim Mann ein haploider Chromosomensatz entweder mit einem X- oder einem Y-Chromosom vor und bei der Frau immer nur ein X-Chromosom.

#### Die Weitergabe der Geschlechtschromosomen im Kreuzungsquadrat

	männ.		
weib.	X	Y	
X	XX	XY	
X	XX	XY	

**Genotyp: 50%:50% (reinerbig:mischerbig)**

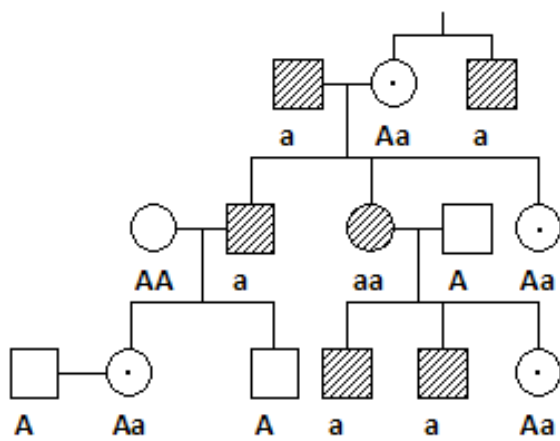
**Phänotyp: 50%:50% (Mann:Frau)**



## Rotgrün-Sehschwäche

- Betroffene sehen die Farben Rot und Grün nur als Graustufen
- kann mit besonderen Farbtafeln getestet werden
- in Europa sind ca. 8% der Männer betroffen
- Heterozygote Frauen besitzen die Anomalie nicht, da **Rotgrün-Sehschwäche rezessiv** ist
- das rezessive Gen für die Krankheit liegt auf dem X-Chromosom
- das **Y-Chromosom** ist nahezu **genleer** und besitzt kein Allel, das diesen Defekt kompensieren könnte

Geschlecht	mögliche Genotypen
Mann	A, a
Frau	AA, Aa, aa



○ Konduktorin  
(mischerbige Überträgerin)  
→ bei x-Chromosom gebundenen  
Erbgängen

## Erbkrankheiten

	PKU	Trisomie	Bluterkrankheit	Mukoviszidose
<b>genetische Ursache</b>	Gendefekt auf Chromosom 12	Verdreifachung von Chromosomen	Gendefekt auf x-Chromosom	Gendefekt auf Chromosom 7
<b>Symptome</b>	geistige Fehle- entwicklung, wenig Pigmente	geistige Fehlent- wicklung, Fehlstel- lung der Augen, Fehlentwicklung der inneren Organe	gestörte Blutgerinnung	zäher Schleim verstopft innere Organe
<b>Therapie</b>	Einhaltung einer strengen eiweiß- armen Diät	Förderung der geistigen Entwick- lung, Ergotherapie	Gabe von Gerinnungs- faktoren	Inhalation, Krankengymnastik

## Mutation

Mutationen sind sprunghafte Veränderungen des Erbgutes ohne erkennbare Ursachen. Sie führen zu einer phänotypischen Veränderung. Organismen mit solchen Veränderungen heißen Mutanten.

### Ursachen (Mutagene)

radioaktive Strahlung, Röntgenstrahlen, Nikotin, extreme Klimafaktoren

### Arten

Genommutation	Chromosommutation	Genmutation
Veränderung der Chromosomenanzahl	Veränderungen der Struktur der Chromosomen	Veränderungen im Gen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlust oder Hinzufügen einzelner Chromosomen</li> <li>Verminderung oder Vervielfachung des gesamten Chromosomensatzes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chromosomenbrüche und Verlust von Bruchstücken</li> <li>Verdoppelung von Chromosomenabschnitten</li> <li>Drehung eines Chromosomstückes um 180°</li> <li>Verlagerung von Teilstücken auf andere Chromosomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ersetzen einer Base durch eine andere</li> <li>Veränderung der Nucleotidanzahl</li> <li>Umkehrung eines Genabschnittes um 180°</li> </ul>

### Bedeutung

- als Evolutionsfaktor: Mutationen können positiv für Organismus sein, bessere Anpassungen an die Umwelt, Merkmale werden weitervererbt
- negative Veränderungen sind nicht lebensfähig oder wirken so stark hindernd, dass der Organismus stirbt bzw. nicht zur Fortpflanzung fähig ist
- für Tier- und Pflanzenzüchtung

## Modifikationen

Modifikationen sind phänotypische, innerhalb der genetisch festgelegten Reaktionsnorm veränderte Merkmalsausbildungen eines Individuums, die durch Umweltfaktoren wie Temperatur, Licht, Wasser oder Nahrungsangebot beeinflusst werden. Die Umweltfaktoren verändern dabei nicht die Erbinformationen.

Die **Reaktionsnorm** ist die Art und Weise innerhalb des Toleranzbereiches auf bestehende Umweltfaktoren zu reagieren.

Die Häufigkeitsverteilung eines Merkmals wird mit einer **Modifikationskurve** dargestellt. Hierbei schwankt die Häufigkeit eines Merkmals meist um einen Mittelwert.

Beispiele für Modifikationen sind die unterschiedliche Ausprägung von Blattgröße des Sauerklees am Waldrand und im Waldinnern, die unterschiedliche Wuchshöhe von Kastanienbäumen gleichen Alters und die unterschiedliche Bräunung der Haut bei eineiigen Zwillingen.

### Bedeutung

- Ermöglichen Anpassung der Organismen an unterschiedliche Umweltbedingungen ohne Veränderungen des Genotyps
- Gezielter Einfluss des Menschen an bestimmte Modifikationen hervorzurufen, z.B. fettfreie, muskulöse Kühe oder große Blätter bei Topfpflanzen