

**Kapitel 8.02 Mendel und die klassische Genetik**



## Inhalt

Kapitel 8.02 Mendel und die klassische Genetik.....	14
Inhalt.....	15
Was ist Genetik?.....	16
„Vater“ der Vererbungslehre und der klassischen Genetik ist Gregor Mendel.....	17
Die Mendelschen Regeln.....	18
Fragmente eines Forscherprotokolls zu Kreuzungsexperimenten.....	19
Die Entdeckungen von Gregor Mendel.....	22
1. Regel: Kreuzung von Erbsen verschiedener Blütenfarbe: .....	22
2. Regel: Kreuzung der Nachkommengenerationen.....	22
Das Begriffspaar dominant - rezessiv.....	22
3. Regel: Kreuzung zweier reinerbiger Pflanzen, die sich in zwei Merkmalen unterschieden.....	23
Einschränkung der 3. Mendelschen Regel .....	24
Vorteile der Erbse als Versuchsobjekt:.....	25
Mendels Methode.....	25
Die wichtigsten Fachbegriffe der Genetik.....	26
Fachbegriffe der klassischen Genetik.....	28
Arbeitsblatt - Vervollständige die Kreuzungsergebnisse.....	29
Übungsaufgaben zu den Mendelschen Regeln.....	30
Die Rückkreuzung.....	31
Die Wunderblume (Mirabilis jalapa) und ihr intermediäre Erbgang .....	32
Polygenie.....	33
a) Additive Polygenie.....	33
b) Komplementäre Polygenie.....	33
Wiederholungsfragen.....	34

## Was ist Genetik?

Der Begriff „Genetik“ bedeutet „Vererbungslehre“ (lat. generare = erzeugen / gr. genea = Abstammung).

**Vererbung ist die Weitergabe von genetischen Informationen (=Bauplan) von Generation zu Generation. Aber Achtung: Es werden keine Merkmale vererbt, sondern Erbanlagen. Diese können unterschiedlich ausgeprägt werden.**

Vererbung spielt im Dasein des Menschen natürlich eine wichtige Rolle. Selbst in Kunst und Literatur taucht sie auf:

*Willst du mal ein Mädchen frein  
Das recht schlank und schick ist,  
schau dir erst die Mutter an,  
ob sie nicht zu dick ist.  
Die Figur von der Mama  
Wird dir zum Verräter,  
denn so steht das Weibchen da  
20 Jahre später.  
Fritz Reuter, 1850*

*„Vom Vater hab´ ich die Statur,  
des Lebens ernstes Führen,  
vom Mütterchen die Frohnatur  
und Lust zu fabulieren.*

*Urahn herr war der Schönsten hold,  
das spukt so hin und wieder;  
Urahn frau liebte Schmuck und Gold,  
das zuckt wohl durch die Glieder.*

*Sind nun die Elemente nicht  
aus dem Komplex zu trennen,  
was ist denn an dem ganzen Wicht  
Original zu nennen?“  
Goethe, 1749-1832*

## **„Vater“ der Vererbungslehre und der klassischen Genetik ist Gregor Mendel**

Ca. 400 v. Chr.: Platon vermutete dass Vater und Mutter gleichermaßen an Merkmale der Nachkommen beeinflussen.

Ca. 350 v. Chr.: Aristoteles stellt fest, dass Kinder Eltern und auch deren Vorfahren ähneln.

1665: Hooke beschreibt erste Zellen mit seinem entwickeltem Mikroskop.

1680: Van Leeuwenhoek sieht in seinem Mikroskop Einzeller, Bakterien, Spermatozoen und Blutkörperchen.

1831: Brown identifiziert als erster den Zellkern in Pflanzenzellen.

1839: Schwann und Schleiden stellen die „Zelltheorie“ auf, wonach jedes Lebewesen aus Zellen besteht.

**1865: Gregor Mendel veröffentlicht seine Vererbungsregeln in dem Buch „Versuche über Pflanzenhybriden“ Darin ermittelt er aus seinen Kreuzungsversuchen statistische Zahlenergebnisse, nach denen er seine Vererbungsregeln aufstellt.**

1870: Miescher entdeckt die Nukleinsäuren

1900: Correns, Tschermak und De Vries betätigen Mendels Vererbungsregeln

1903: Sutton und Boveri stellen die Chromosomentheorie der Vererbung auf, wonach die Chromosomen die Träger des Erbguts sind.

1928: Griffith führt an Bakterien einen Transformationsversuch durch, bei dem Eigenschaften von einem Lebewesen auf ein anderes übertragen werden.

1931: Knoll und Ruska bauen das erste Elektronenmikroskop.

1938: Nachweis des „Crossing over“ bei menschlicher DNA

1944: Avery führt die Arbeit von Griffith weiter und führt ebenfalls einen Transformationsversuch durch

1953: Watson und Crick entschlüsseln die DNA. Das Elektronenmikroskop wird ein wichtiges Arbeitsmittel der „Genetiker“. Von nun an nimmt die genetische Forschung an Geschwindigkeit rapide zu. Das Zeitalter der Gentechnologie begann.

## Die Mendelschen Regeln



**Johann Gregor Mendel**<sup>1</sup> wurde am 22. Juli 1822 in Heinzendorf (Österreichisch-Schlesien (heute Hynčice, Tschechien)) geboren. Schon als Kind lernte er viel von seinem Vater über Pflanzenzucht beim veredeln der Obstbäume im heimischen Garten. Sein Hobby war schon als Kind die Bienenzucht.

1843 tritt er dem Augustinerkloster in Brünn bei und studierte dort von 1844 bis 1848 Theologie. er 1847 zum Priester geweiht. Dann wurde er Mönch und Lehrer am örtliche Gymnasium. Gleichzeitig arbeitete er als Klostersgärtner. Viele Kloster der damaligen Zeit verdienten mit dem Verkauf von Saatgut für Nutzpflanzen an Bauern etwas Geld für das Klosterleben hinzu. Von 1851-1853 studierte er vor allem Mathematik und Physik an der an der Universität Wien.

Ab ca. 1854 begann er Varianten bei Pflanzen zu untersuchen. Er benutzte den Garten des Klosters und untersuchte vor allem die Gartenerbse (*Pisum sativum*) und führte mit ihr Kreuzungsexperimente durch. Er konzentrierte seine Arbeit dabei auf Merkmale, die klar zu sehen und unterscheiden waren. Beispielsweise rot- oder weiß blühende Erbsen, solche mit gelben oder grünen Samen usw.

Um den Zufall komplett auszuschalten und um möglichst eindeutige Ergebnisse zu bekommen kreuzte er die Pflanzen selbst, indem er die Pollen der einen Rasse auf die Blütennarben der anderen Rasse brachte. Aus 355 künstlichen Befruchtungen zog er insgesamt 12980 Bastardpflanzen. Er werte seine Ergebnisse nach mathematischen Erkenntnissen statistisch aus und konnte so gesicherte Resultate vorweisen. Nach den ersten Ergebnissen waren weitere Forschungen notwendig, da er die anfänglichen Ergebnisse nicht glauben konnte.

Zwischen 1856 und 1863 kultivierte er ca. 28.000 Erbsenpflanzen. Dann formulierte er drei Vererbungsregeln, die später als Mendelsche Regeln bekannt wurden. Am 8. Februar 1865 erschien sein Aufsatz Versuche über Pflanzenhybriden. Dieser Artikel wurde allerdings kaum beachtet; so wurde die an Darwin verschickte Kopie in dessen Nachlass ungeöffnet gefunden. Aufgrund des geringen Interesses gab Mendel seine daraufhin Untersuchungen auf. Mendel verstarb am 06.01.1884 in Brünn.



Erst 16 Jahre später beschäftigten sich erneut Wissenschaftler mit seinen Thesen. Hugo de Vries, Carl Correns und Erich von Tschermak bestätigten unabhängig voneinander die Mendelschen Regeln. Er viele Jahre später, zwischen 1920 und 1930, wurde seine Arbeit allen Wissenschaftler bekannt und als richtig und vor allem grundlegend anerkannt. Sie ist die Basis der modernen Evolutionsbiologie und der Genetik. Heute wird Mendel deshalb, vor allem durch seine genaue und umfangreiche Arbeit als Vater der Genetik angesehen.

---

<sup>1</sup> Quelle Bild: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Mendel.png>, Public domain



## Schema der Kreuzungsexperimente mit der Gartenerbse (*Pisum sativum*):

1. Kreuzung:  x  .....  
(Name der Generation)

Nachkommen:     .....

Schlussfolgerung: Das Merkmal für die .....Erbsenfarbe  
ist .....

Das Merkmal für die .....Erbsenfarbe ist .....

### **Uniformitätsregel**

Abgeleitete 1. Gesetzmäßigkeit:

Kreuzt man zwei reinerbige Individuen einer Art, die sich in einem .....  
unterscheiden, so sind ihre Nachkommen (.....) in Bezug auf dieses  
Merkmal untereinander .....

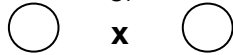
**Fragmente des 2. Teils des Forscherprotokolls:**

**Versuch 2:** Im Frühjahr des nächsten Jahres säte ich nun die entnommenen Erbsensamen der ersten Versuchsreihe aus, um die resultierenden Pflänzchen untereinander in der oben beschriebenen Weise zu kreuzen. Das Ergebnis überraschte mich dermaßen, dass ich dieses Kreuzungsexperiment mehrfach wiederholte. Ich dachte einen Fehler gemacht zu haben. Die Hülsen der Erbsen enthielten folgendes:

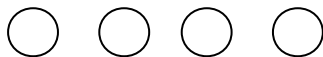
Ergebnis aus Modellkreuzung: .....

Ergebnisse:

**2. Kreuzung:** .....  
(Nachkommen der 1. Kreuzung)



Nachkommen: .....



Errechnetes Verhältnis: .....

**Spaltungsregel**

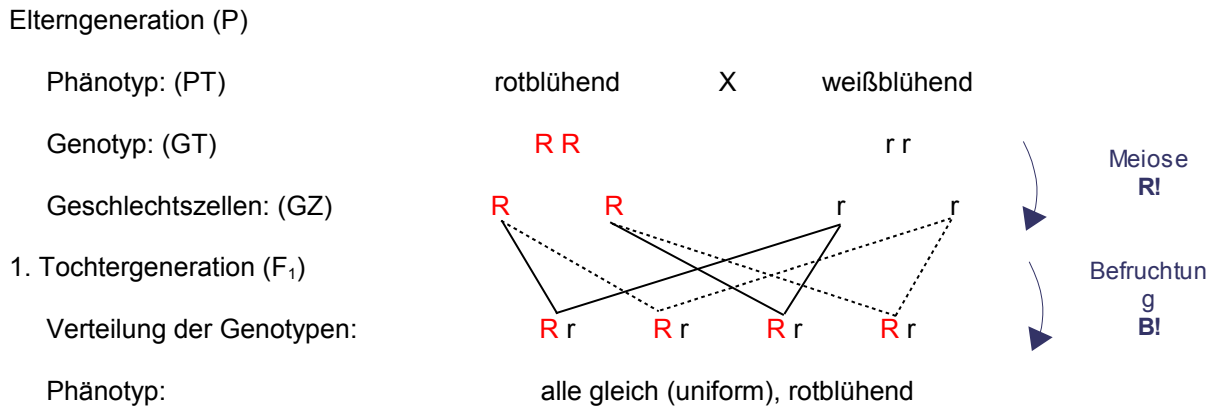
Abgeleitete 2. Gesetzmäßigkeit:

Kreuzt man Individuen der ersten Tochtergeneration untereinander, dann spalten die Merkmale ihrer Nachkommen (.....) im Zahlenverhältnis ..... wieder auf.

## Die Entdeckungen von Gregor Mendel

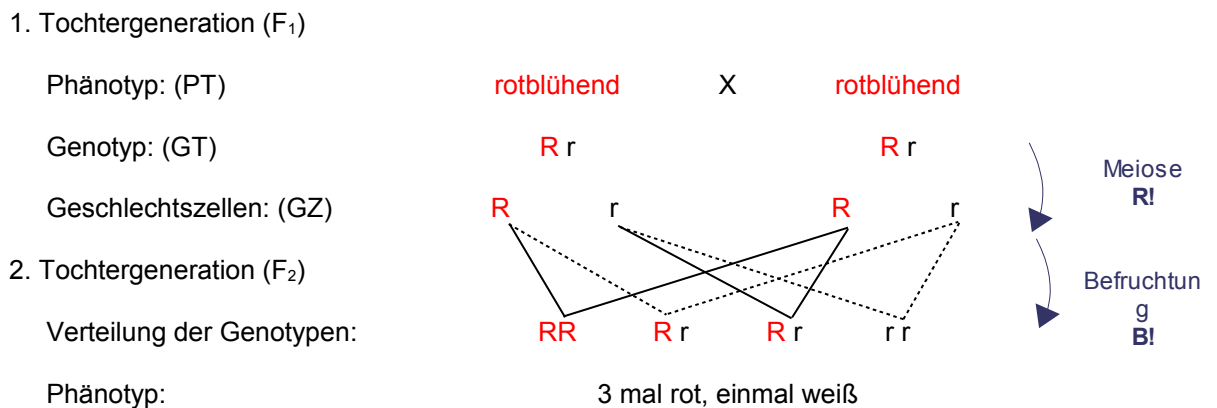
### 1. Regel: Kreuzung von Erbsen verschiedener Blütenfarbe:

R: dominante (beherrschende) Anlage für die Blütenfarbe **rot**  
 r: rezessive (zurücktretende) Anlage für die Blütenfarbe **weiß**



**1. Mendelsche Regel:** Kreuzt man zwei reinerbige Individuen einer Art, die sich in einem Merkmal unterscheiden, so sind alle entstehenden Mischlinge der F<sub>1</sub>-Generation gleich. (=Uniformitätsregel)

### 2. Regel: Kreuzung der Nachkommengenerationen



**2. Mendelsche Regel:** Kreuzt man die Mischlinge der F<sub>1</sub>-Generation unter sich, so spalten sich in der Enkelgeneration (F<sub>2</sub>-Generation) die Merkmale im Zahlenverhältnis 3:1 wieder auf (=Spaltungsregel).

Heute nennt man einen solchen Erbgang „**monohybrider Erbgang**“:

Ein monohybrider Erbgang liegt vor, wenn reinerbige Individuen gekreuzt werden, die sich nur in einem Merkmal (also einem Allelenpaar) unterscheiden. Die ersten beiden Mendelschen Regeln gelten nur für monohybride Erbgänge.

#### **Das Begriffspaar dominant - rezessiv**

Die gelbe Erbsenfarbe ist überlegen (**dominant**).  
 Die grüne Erbsenfarbe ist unterlegen (**rezessiv**).

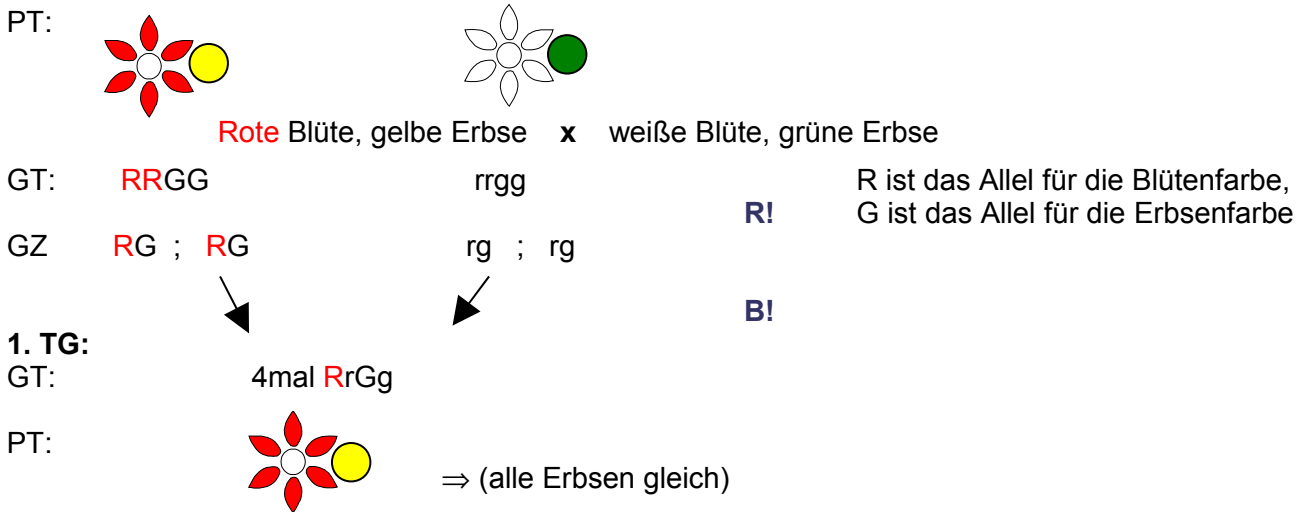
**3. Regel: Kreuzung zweier reinerbiger Pflanzen, die sich in zwei Merkmalen unterscheiden**

Nun kreuzte Mendel Erbsenpflanzen, die sich in zwei Merkmalen unterscheiden. (Merkmal Erbsenfarbe grün/gelb und Merkmal Blütenfarbe rot/weiß Erbsen).

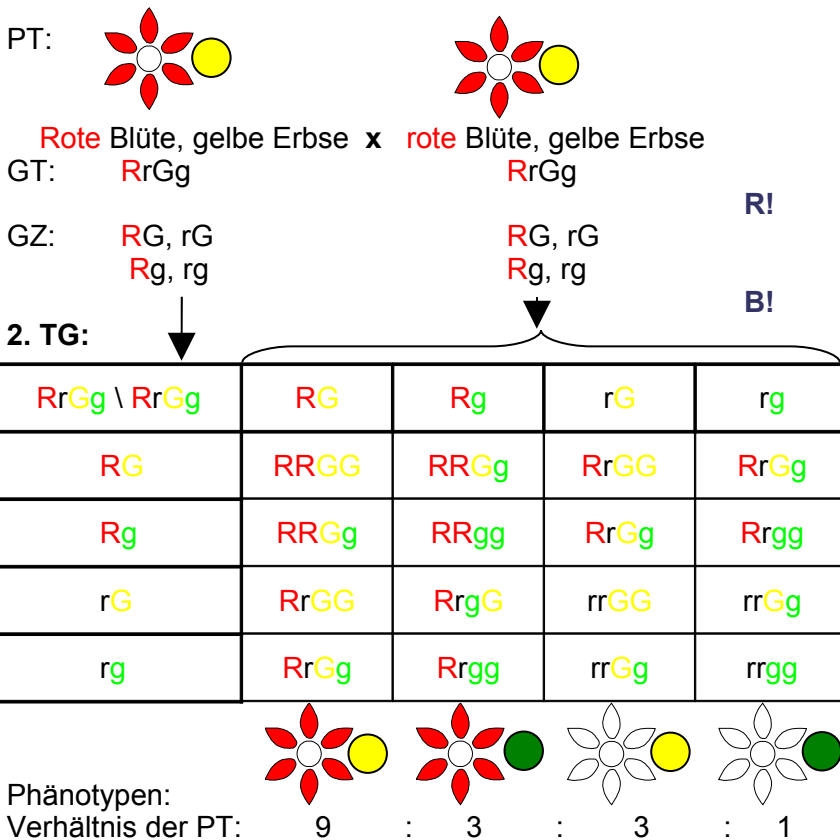
Ein dihybrider Erbgang liegt vor, wenn reinerbiger Individuen gekreuzt werden, die sich in zwei Merkmalspaaren unterscheiden.

Er beobachtete, dass sich die Merkmale der Nachkommen in der 2. Generation unabhängig verteilt hatten.

**Elterngeneration:**



**Kreuzung von zwei Erbsen der 1. TG:**



**3. Mendelsche Regel:** Kreuzt man zwei reinerbige Individuen einer Art, die sich in mehreren Merkmalen unterscheiden, so werden die Merkmale in der F2-Generation unabhängig voneinander verteilt. Sie treten in neuen Kombinationen zusammen (=Unabhängigkeits- und Neukombinationsregel).

### Einschränkung der 3. Mendelschen Regel

Gregor Mendel hat genau 7 Merkmalspaare bei Erbsen untersucht. So zumindest hat er es in seinem ersten Buch veröffentlicht. Aus seinen Aufzeichnungen und Manuskripten weiß man aber heute, dass er mehr Merkmale untersucht hat.

Er hat aber nur sieben davon veröffentlicht, da sie seinen Hypothesen bei den anderen widersprachen.

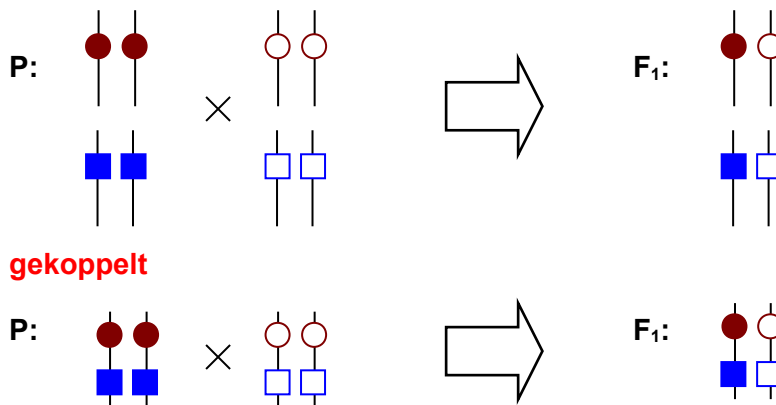
#### Was kann eine mögliche Ursache sein?

⇒ Die Unabhängigkeit der Merkmale ist nur dann gewährleistet, wenn die Merkmale auf verschiedenen Chromosomen liegen.

⇒ **Die 3. Mendelsche Regel gilt nicht bei Genkopplung!**

#### Vererbung mit Merkmalen, welche nicht gekoppelt sind:

(ausgefüllte Vierecke und Dreiecke stehen für dominante Merkmale, nichtausgefüllte stehen für rezessive Merkmale)



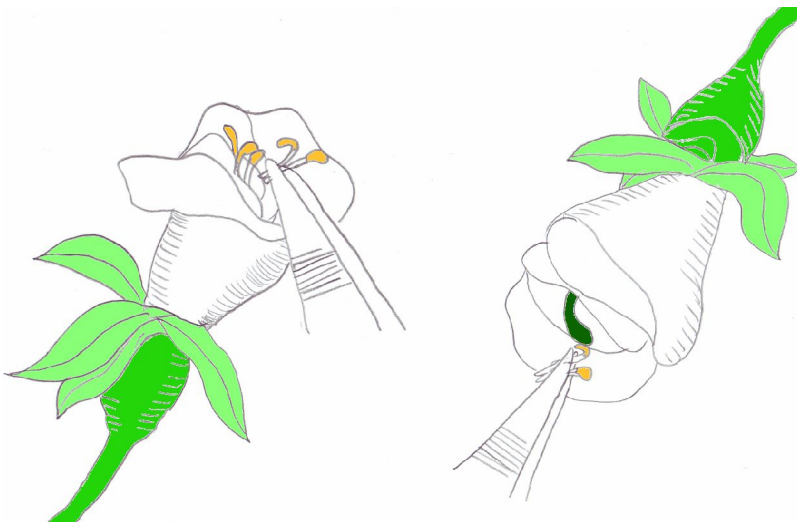
Ein Entkopplung zweier Merkmale auf einem Chromosom ist nur durch crossing-over möglich.

### **Vorteile der Erbse als Versuchssubjekt:**

- a) Erbsen bilden viele fertile (fruchtbare) Nachkommen und lassen sich leicht kultivieren.
- b) Erbsen haben eine kurze Generationszeit. Mehrere Generationen pro Sommer sind möglich.
- c) Erbsen sind Selbstbefruchter: d.h. man bekommt durch fortgesetzte Selbstbefuchtung und Auslese der vom Zuchtziel abweichenden Erscheinungsformen ("Phänotypen" - „Phän“: gr. "scheinen") konstante Rassen.
- d) Eine manuelle Durchführung der Kreuzung ist durch Fremdbestäubung sehr einfach:
  1. Entfernung der Staubblätter bei einer zu befruchtenden Pflanze
  2. Übertragung von Pollen einer anderen Pflanze auf die Narbe
  3. "Eintüten" der Narbe
  4. Auszählen der Phänotypen in der Folgegeneration
- d) Gelegentliche Abweichungen ("Mutation") kommen mit einer Häufigkeit von 1:1000 bis 1:1000000 vor; die "Mutanten" zeigen ein neues, konstantes Merkmal ("Phän"), das weitervererbt wird.
- e) Erbsen zeigen gut unterscheidbare Merkmale (7 Stück).

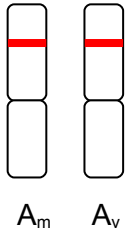
### **Mendels Methode**

- Er beobachtete immer nur ein Merkmal („Phäns“) pro Kreuzung (*Beschränkung*).
- Er untersuchte nur reinerbigen („homozygote“) Pflanzen, die er vorher durch zweijährige Inzucht auf ihre Reinerbigkeit überprüft hatte („*Sorgfalt*“).
- Er arbeitete mathematisch exakt. So arbeitete er mit einer statistisch ausreichend große Gruppe an Individuen  $\Rightarrow$  quantitative Erfassung der Ergebnisse („*Genauigkeit*“)
- Er führte seine Experimente nach vorgefassten Plänen durch („*Planung*“).



## Die wichtigsten Fachbegriffe der Genetik

- **Phänotyp:** (äußeres) Erscheinungsbild
- **Genotyp:** Erbild, Gesamtheit der Erbanlagen
- **Gene:** Erbfaktoren, Erbanlagen
- **Diploid:** Bei höheren Organismen ist der Chromosomensatz  $2n$  (**diploid**).  
⇒ zwei homologe Chromosomen am gleichen Genort (Genlocus) mit entsprechende Information.



- **Allel** = Ausprägungsform eines Gens
- Es liegen bei diploiden Organismen immer 2 Allele vor (=Allelenpaar)!  
Jedes der Allele steht zur Merkmalsausprägung zur Verfügung.

**Allel<sub>m</sub> = Allel<sub>v</sub> ⇒ homozygot = reinerbig**  
**Allel<sub>m</sub> ≠ Allel<sub>v</sub> ⇒ heterozygot = mischerbig**

- **Modifikationen:** phänotypische Veränderungen, die durch Umwelteinflüsse zustande kommen.
- **Mutation:** Veränderung im Erbgut - sie geschehen (meist) spontan!

**Der Genotyp legt die Reaktionsnorm fest, innerhalb der sich der Phänotyp im Wechselspiel mit der Umwelt manifestiert.**

### **Zusatzinformationen:**

[http://de.wikipedia.org/wiki/Gregor\\_Mendel](http://de.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel)

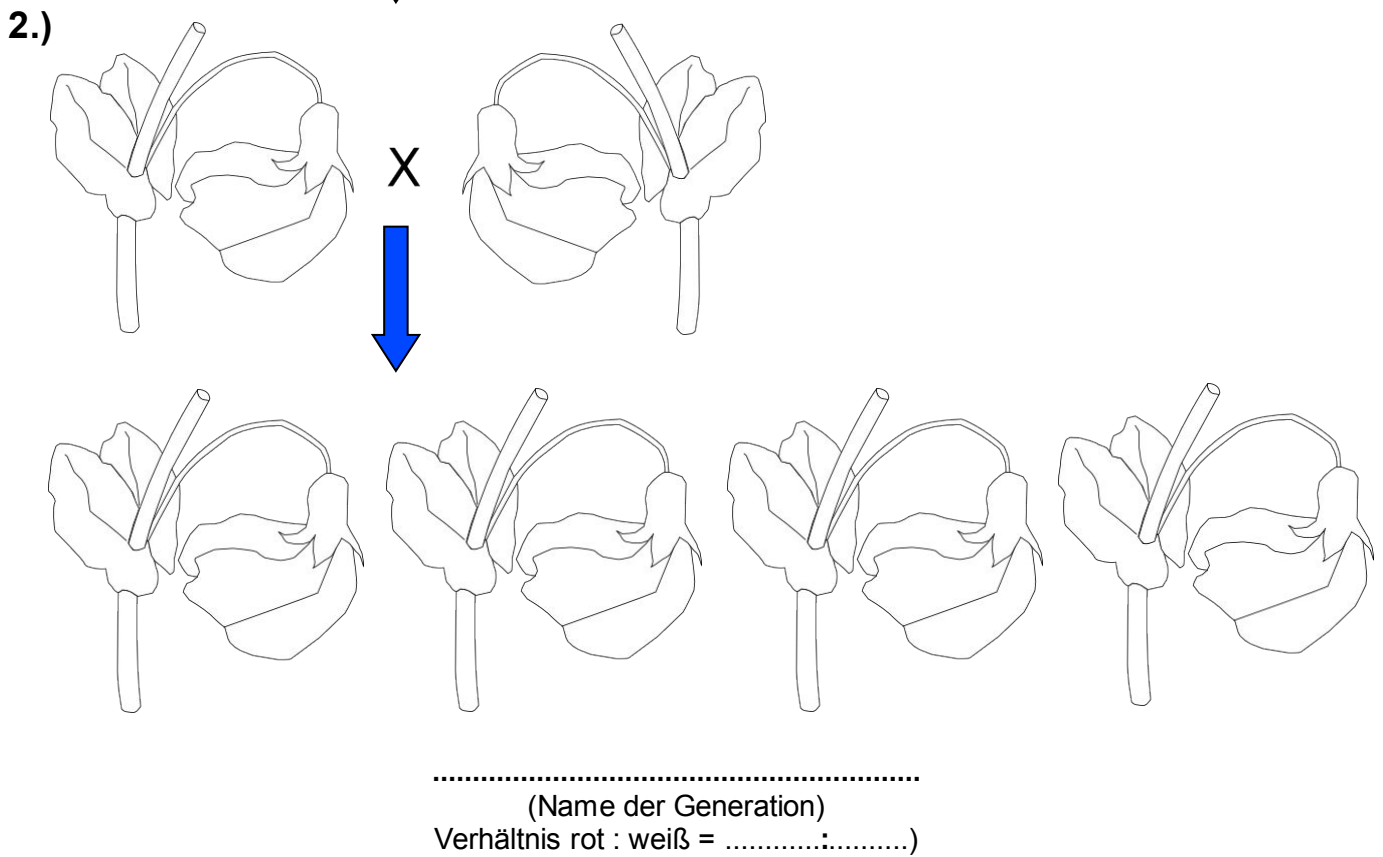
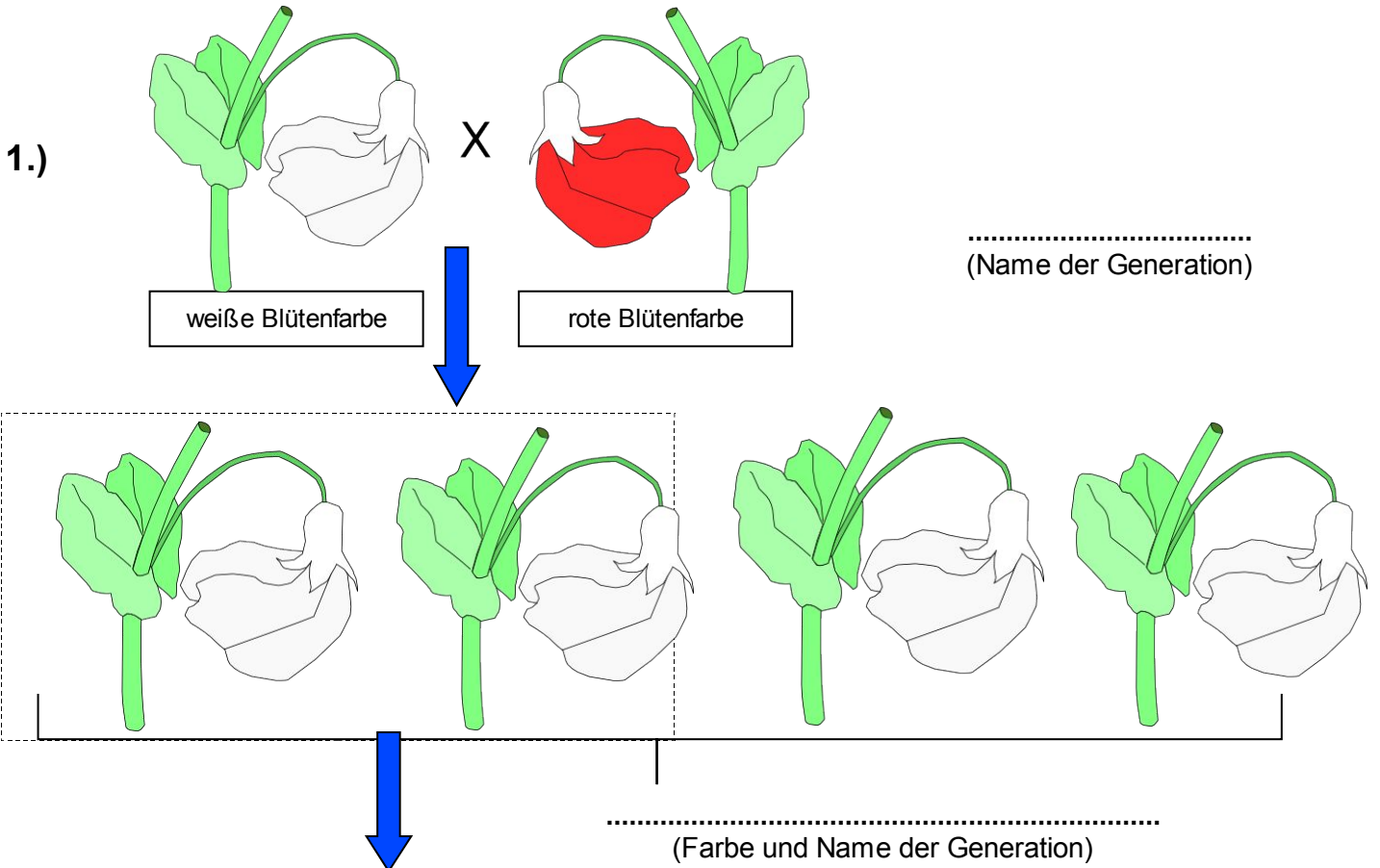


### Fachbegriffe der klassischen Genetik

<b>Allel</b>	Ausprägungsform eines Gens. (Z.B. Allele für die Fellfarbe einer Kuh: braun, schwarz)
<b>dihybrides Lebewesen</b>	Zweifach mischerbiges Lebewesen. Das Erbgut ist in Bezug auf eine Merkmal gemischt.
<b>diploid</b>	Vollständiger Chromosomensatz einer Zelle. Beim Menschen 46 Chromosomen.
<b>dominant</b>	Eigenschaft eines Merkmals bzw. eines Allels bei Mischerbigen ein anderes Allel zu überdecken. So setzt sich bei der Vererbung der menschlichen Augenfarbe oft das Allel für die dunklere Farbe durch. Dominante Allele werden durch einen Großbuchstaben gekennzeichnet.
<b>Filialgeneration (F1)</b>	= Tochtergeneration (=Nachkommengeneration)
<b>Gen</b>	Abschnitt der DNA, welcher für genau eine Eigenschaft, ein Merkmal zuständig ist.
<b>Genotyp</b>	Gesamtheit der Erbanlagen.
<b>haploid</b>	Einfache Anlagenausstattung pro Merkmal. Also reduzierter Chromosomensatz. Beim Menschen 23 Chromosomen.
<b>heterozygot</b>	= <b>rischerbig</b> : Es liegen also zwei verschiedene Allele hinsichtlich eines Merkmals vor. Man notiert es durch einen Großen- und einen Kleinbuchstaben. (z.B. Aa) Das Lebewesen wird auch Bastard, Mischling, oder Hybrid genannt.
<b>homozygot</b>	= <b>reinerbig</b> : zwei <u>gleiche</u> Allele hinsichtlich eines Merkmals. Es gib natürlich zwei Möglichkeiten: a) homozygot dominant (AA) b) oder homozygot rezessiv (aa)
<b>intermediärer Erbgang</b>	Die Eigenschaften beider Allele kommen bei Mischlingen in Erscheinung (Mischform). Kein Allel ist dominant.
<b>Modifikationen</b>	Phänotypische Veränderungen von Merkmalen, die durch Umwelteinflüsse zustande kommen
<b>monohybrid</b>	Einfach mischerbig
<b>Mutation</b>	Veränderung im Erbgut - sie geschehen meist spontan
<b>Parentalgeneration (P)</b>	= Elterngeneration
<b>Phän</b>	Merkmalsausprägung, konkrete Erscheinungsform eines Merkmals
<b>Phänotyp</b>	äußeres Erscheinungsbild eines Individuums
<b>rezessiv</b>	Eigenschaft eines Allels bei Mischlingen sich durch ein anderes Allel überdecken zu lassen- Ein rezessives Allel wird durch einen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

**Arbeitsblatt - Vervollständige die Kreuzungsergebnisse**

**Kreuzung von Erbsenpflanzen mit Merkmalsvariation in der Blütenfarbe:**



## Übungsaufgaben zu den Mendelschen Regeln

### 1) Zungenrollen:

Das U-förmige Rollen der Zunge wird dominant über ein Gen vererbt (**Z**). Wie groß ist der statistische Anteil der zungenrollenden Kinder zweier mischerbiger Eltern?

### 2) Form der Ohrläppchen.

Angewachsene Ohrläppchen werden durch das Gen **o** verursacht. Bestimme aus der Anzahl der Schüler mit angewachsenem Ohrläppchen, ob es ein dominant oder rezessiv vererbtes Gen ist.

### 3) Irispigment:

In die Regenbogenhaut wird ein grüner Farbstoff eingelagert. Je mehr davon vorhanden ist, desto dunkler ist die Augenfarbe (bis hin zu dunkelbraun). Fehlt er, ist die Augenfarbe blau. Das dominante Gen **P** verursacht dabei die Pigmenteinlagerung.

- Warum haben Neugeborene oft noch blaue Augen?
- Welche Augenfarben sind bei einem blauäugigen Vater und einer grünäugigen Mutter für die Kinder denkbar? Stelle dazu das Kreuzungsschema auf.
- Welche Ursache kann ein blauäugiges Kind zweier braunäugiger Eltern haben?

### 4) Haarform

Glattes Haar wird dominant durch das Gen **G** vererbt. Stark gelocktes Haar durch das Gen **g**. Welche Besonderheit liegt vor, wenn Du berücksichtigst, dass es auch Menschen mit mittellockigem (also nur leicht gewelltem) Haar gibt? Stelle dazu ein Kreuzungsschema auf.

### 5) Rinderfarbe:

Bei Kühen sind die Eigenschaften „Fellfarbe schwarz“ (**f**) und das Merkmal „ungescheckt“ (**g**) (= einfarbig) zahlenmäßig am häufigsten vertreten (gegenüber „Fellfarbe braun“ und „gescheckt“).

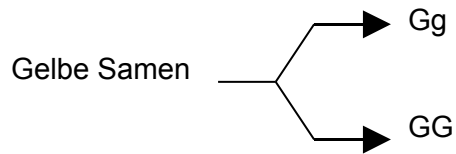
- Welche Merkmale sind dominant?
- Kann man aus einer reinerbig schwarz - gescheckten und einer braun-ungescheckten Kuh eine braun-gescheckte züchten? Wie groß ist die statistische Verteilungshäufigkeit?

### 6) Blütenfarbe der Erbse:

Bei einer rotblühenden (**R**) Erbse weiß man nicht, ob sie rein- oder mischerbig ist. Beschreibe ein Experiment, welches geeignet ist, eine Entscheidung über den Genotyp zu treffen.

### Die Rückkreuzung

Ein für Mendel unüberwindbares Problem: Es liegt kein phänotypischer Unterschied zwischen (gelben) homozygoten dominanten und (gelben) heterozygoten Erbsen vor!



Eine Aussage über den tatsächlichen Genotypen einer gelben Erbse ermöglicht die Rückkreuzung einer gelben Erbse mit einem mit rezessivem Partner!

$\text{GG} \times \text{gg} \Rightarrow$  alle gelb

$\text{Gg} \times \text{gg} \Rightarrow$  gelb : grün im Verhältnis 1:1

## Die Wunderblume (Mirabilis jalapa) und ihr intermediäre Erbgang

Betrachte die Fotos auf den folgenden Seiten:

<http://www.blackstein.de/pflanzenfotos/wunderblume.html>

[http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Mirabilis\\_jalapa\\_ja01.jpg](http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Mirabilis_jalapa_ja01.jpg)

[http://commons.wikimedia.org/wiki/Mirabilis\\_jalapa](http://commons.wikimedia.org/wiki/Mirabilis_jalapa)

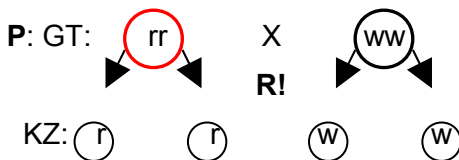
Was fällt Dir auf? Kannst Du eine Erklärung finden?

**Der intermediäre Erbgang ist ein Sonderfall. Man kann ihn schön bei der Japanischen Wunderblume (Mirabilis) beobachten. Kreuzt man dort eine rot blühende mit einer weiß blühenden, so sind alle Nachkommen rosa!**

### Kreuzung der Japanischen Wunderblume:

1 Elter: Blütenfarbe rot      ×      F1-Generation  
1 Elter: Blütenfarbe weiß      Blütenfarbe rosa

### Kreuzungsschema:



F<sub>1</sub>: GT:   
PT: rosa

F<sub>2</sub>: Aufspaltung: rot : rosa : weiß  
1 : 2 : 1

### Aufgabe:

1. Die Höhe der Stimme eines Menschen wird monohybrid und intermediär vererbt. Stelle ein Kreuzungsschema auf, welches zeigt, warum Chorleiter es leichter haben viele Mittelstimmen zu finden, es aber wenige tiefe oder hohe Stimmen gibt.

## Polygenie

Viele Merkmale beruhen nicht auf der Wirkung eines einzelnen Gens, sondern auf das Zusammenwirken mehrerer Gene (z.B. Hautfarbe). Man spricht von Polygenie. Es gibt zwei Typen der Polygenie.

### a) Additive Polygenie

- Die Wirkung der einzelnen Allele addiert sich.
- Typisches Kennzeichen sind abgestufte Unterschiede der Phänotypen.

**Bsp. Hautfarbe:** A = Anlage für dunkle Hautfarbe  
 a = Anlage für helle Hautfarbe  
 B = Anlage für dunkle Hautfarbe  
 b = Anlage für helle Hautfarbe

(Annahme: Die Wirkung der Allele A und B sei gleich stark)

P: **AABB** x aabb

F<sub>1</sub>: **AaBb**

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

**Aufspaltung 1 : 4 : 6 : 4 : 1**

### b) Komplementäre Polygenie

Ein Gen ermöglicht die Ausprägung eines Merkmals, für das ein zweites Gen die Anlage trägt.  
 Bsp. **Cuenot-Mäuse**

B = Anlage für Bildung eines schwarzen Farbstoffs  
 b = Anlage für Bildung eines braunen Farbstoffs  
 C = Anlage, die eine Farbstoffproduktion ermöglicht  
 c = Anlage, die eine Farbstoffproduktion verhindert

### Wiederholungsfragen

1. Nenne die Mendelschen Regeln.
2. Die Form des Nasenrückens wird vererbt: gerade und konvexe (=Rundnase) Nasen werden durch das dominante Gen "N" vererbt. Konkave Nasen (=Stupsnase) durch das Gen „n“. Erstelle die beiden möglichen Kreuzungsschemen, wenn ein Mann (gerade Nase) und eine Frau (Stupsnase) Nachkommen haben und bestimme die Wahrscheinlichkeiten für das Merkmal „Stupsnase“ unter den Kindern.
3. Die Kreuzung zweier heterozygoter rotblühender Erbsen (Genotyp: Rr) ergibt 4 Nachkommen. Welche Phänotypen können sie haben?
4. Zu welchem Ergebnis führt die Kreuzung einer heterozygoten roten mit einer homozygot roten Erbse? Erstelle ein Kreuzungsschema. Wie sehen Phäno- und Genotyp aus? Welche Mendelsche Regel trifft hier zu?
5. Ein Kaninchenzüchter besitzt ein männliches Kaninchen mit kurzhaarigem schwarzem Fell. Es hat Nachwuchs mit dem weiblichen Kaninchen des Nachbarn, welches langhaarig und braun ist. Der komplette Nachwuchs hat langhaariges braunes Fell. Der Züchter bekommt zwei Kaninchen. Da sie ihm gefallen, möchte er möglichst schnell eine reine Zuchtlinie mit kurzhaarigem braunem Fell erhalten. Wie soll er vorgehen?
6. Es werden zwei 2 phänotypisch gleiche Kürbisse gekreuzt. Sie unterschieden sich in zwei Merkmalen. Die Bastarde der ersten Tochtergeneration sind alle gleich. Die Kreuzung der ersten Tochtergeneration ergibt in der F2 dann eine Aufspaltung im Verhältnis 9:3:3:1. Erkläre.
7. Die Kreuzung von violettblühenden Petunien zeigt, dass neben den violettblühenden auch noch rot- und blaublühende Pflanzen als Nachkommen vorliegen.
  - a) Welche Besonderheit liegt hier vor? benenne dazu den Erbgang.
  - b) Erstelle ein Kreuzungsschema, passend zur Aufgabe und bestimme dann das Phäno- und Genotypenverhältnis.
8. Die Kreuzung einer Maispflanze, welche glatte Körner hervorbringen wird, mit einer seltenen Maispflanze, die runzlige Körner produziert, ergibt folgendes Ergebnis:

	glatt	runzlig	Gesamt
Kolben 1	87	53	140
Kolben 2	70	101	171
Kolben 3	113	72	185
Kolben 4	98	42	140
Kolben 5	81	105	186

- a) Wie lautet vermutlich der Genotyp der Elterngeneration?
- b) Erstelle ein mögliches Kreuzungsschema und kläre, ob die Ergebnisse den zu erwartenden Ergebnissen einer solchen Kreuzung entsprechen!
- c) Betrachtet man den vierten Kolben und wertet das Ergebnis aus, so könnte man in Bezug auf den Genotyp der Parentalgeneration ein anderes Ergebnis erhalten. Warum ist es dennoch nicht wissenschaftlich korrekt?

**Noch ein Hinweis: Die Mehrzahl von Chromosom ist nicht Chromosome, sondern Chromosomen!**