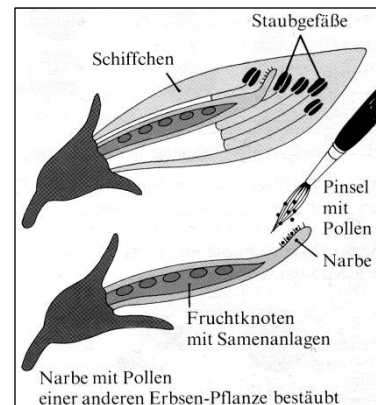


## Gregor Mendels Kreuzungsexperimente



Der **Augustinermönch** Johann Gregor Mendel (1822 – 1884) führte von 1853 bis 1868 seine später berühmt gewordenen **Experimente** mit **Erbsenpflanzen** durch.

Er wählte dazu eine besondere Erbsenart, die **Saaterbse**, die ursprünglich im Mittelmeerraum beheimatet ist und dort **von bestimmten Insekten bestäubt** wird. In Mitteleuropa, wo er seine Experimente durchführte,



gibt es diese Insekten hingegen nicht.

Die Pflanzen können sich einerseits durch Selbstbestäubung vermehren, andererseits führte Mendel **Kreuzungsexperimente** durch, bei denen er die **Blüten einer Erbsenrasse** mit den **Pollen einer anderen Erbsenrasse** bestäubte (rechte Abbildung).

Zu Beginn seiner Experimente besorgte er sich **34 verschiedene Saatgutportionen** und züchtete die Pflanzen **über zwei Jahre** hinweg im Klostergarten. Dabei fiel ihm auf, dass **auf einigen Beeten stets gleichaussehende Pflanzen** wuchsen.

Aus dieser Beobachtung formte er den Begriff der „**Reinerbigkeit**“. Reinerbig waren nach Mendel alle jene Rassen, die ein **bestimmtes Merkmal über mehrere Generationen hinweg ohne Ausnahme** beibehielten. Diese reinerbigen Rassen bildeten die Grundlage seiner Kreuzungsexperimente.

Anfangs hat er **stets immer nur ein Merkmal** untersucht, das sich gut beobachten und klar unterscheiden ließ, **z.B. die Blütenfarben** seiner Erbsenrassen. Er hat **sehr viele Experimente** durchgeführt, um an ein umfangreiches Zahlenmaterial zu gelangen.

Später betrachtete er auch mehrere Merkmale auf einmal.

### Aufgabe

1. **Beurteile Mendels Vorgehen** anhand der Überlegungen, die du zuvor angestellt hast, und **gib** jeweils Gründe für bestimmte Aspekte seines Vorgehens **an** (Warum verwendete er z.B. keine einheimische Pflanze?).
2. **Erkläre, welche Erkenntnisse und Mittel** der heutigen Wissenschaft Mendel zu seiner Zeit noch **nicht zur Verfügung standen**.
3. **Erläutere, welche Experimente** Mendel zudem weiterhin **durchführen müsste**, um allgemeingültige Aussagen zu erhalten.

### Wichtige Begriffe:

**Organismen einer Art** können sich miteinander **uneingeschränkt vermehren**, wobei auch die Nachkommen wieder fruchtbar sind.

**Organismen zweier Rassen einer Art** sind ebenso uneingeschränkt vermehrungsfähig, unterscheiden sich aber in einem oder mehreren Merkmalen (Beispiel: die jeweils für die Hunderasse typische Ausprägung der Körperstruktur von Dackel und Windhund).

## Gene, Allele und Kreuzungsschemata

Mendel hat einige neue Begriffe geprägt, um die von ihm gefundenen Vererbungsregeln darstellen zu können:

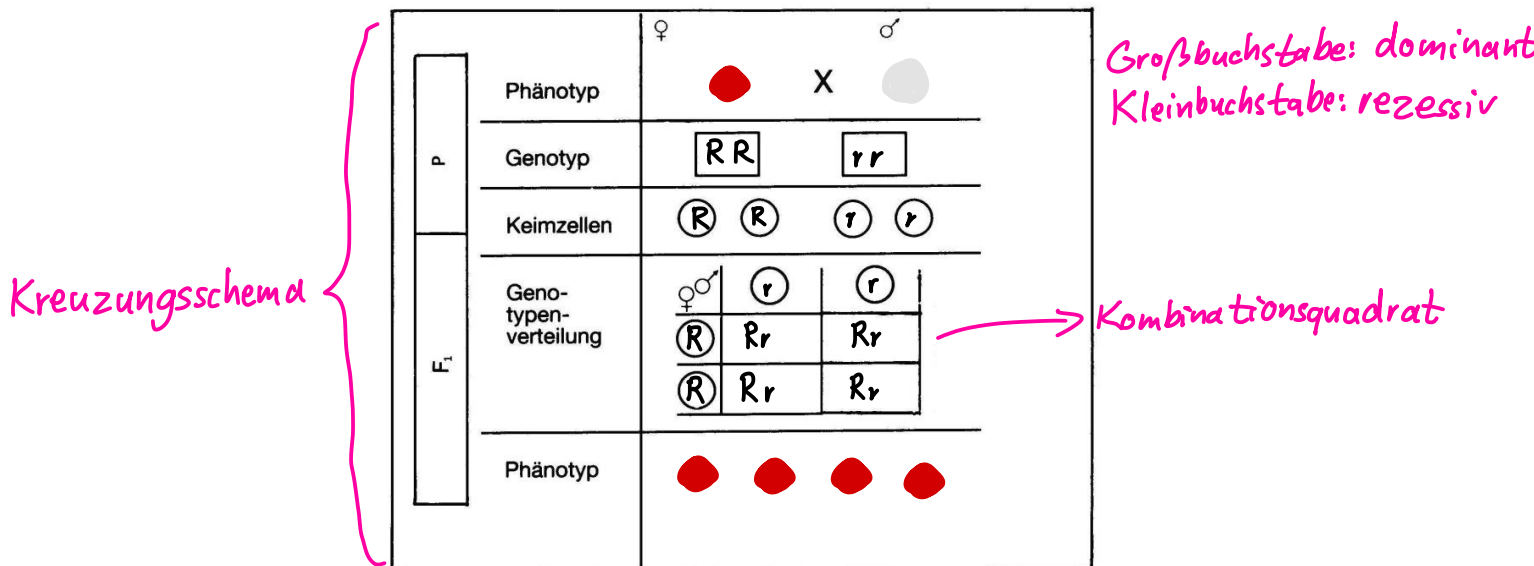
**Gen:** Erbinformation für ein bestimmtes Merkmal, z.B. für das Merkmal Blütenfarbe

**Allel:** Zustandsform eines Gens, Allele werden durch einzelne Buchstaben dargestellt

**dominantes Allel:** ein dominantes Allel ist ein Allel, das sich bei seinem Auftreten immer im Phänotyp zeigt; dominante Allele werden mit einem Großbuchstaben dargestellt (Bsp.: R)

**rezessives Allel:** ein rezessives Allel ist ein Allel, das sich bei gleichzeitigem Auftreten eines dominanten Allels nicht im Phänotyp ausprägt; rezessive Allele werden mit einem kleinen Buchstaben dargestellt (Bsp.: r)

Mithilfe eines **Kreuzungsschemas** lässt sich die Vererbung einzelner Merkmale sehr übersichtlich darstellen. Diese Darstellungsform wurde von Gregor Mendel entwickelt und wird noch heute verwendet. Im Folgenden siehst du eine Darstellung eines solchen Schemas:



### Begriffserklärung:

**P:** Parentalgeneration (die Generation der Eltern)

**Phänotyp:** Erscheinungsbild des betrachteten Merkmals, z.B. rote bzw. weiße Blütenfarbe, links steht das betrachtete Merkmal des weiblichen Organismus, rechts das des männlichen. Das x symbolisiert die Kreuzung (Paarung).

**Genotyp:** Die Kombination der Erbinformationen (also der Allele) für das betrachtete Merkmal, jede Erbinformation liegt doppelt vor und wird durch einzelne Buchstaben dargestellt

**reinerbig / homozygot:** beide Allele des Genotyps sind gleich, z.B. hier [ RR ] oder [ rr ]

**mischerbig / heterozygot:** die Allele des Genotyps sind unterschiedlich, z.B. [ Rr ]

**Keimzellen:** männliche oder weibliche Keimzellen des Organismus, diese enthalten immer nur noch eine Erbinformation, also nur noch ein Allel (dargestellt durch einen Buchstaben)

**F1:** Filialgeneration (die Kinder der Eltern in der 1. Generation)

### **Aufgabe:**

**Fülle** das Schema für folgenden Fall **aus:** weibliche Blüte – rot, männliche Blüte weiß, die rote Blütenfarbe wird dominant vererbt, beide Pflanzen sind reinerbig.

## Formen der Vererbung

Bei der **dominant-rezessiven** Vererbung werden für die Allele die gleichen Buchstaben verwendet, einer wird dann groß, der andere klein geschrieben.

Für die Vererbung der Blütenfarbe rot – dominant und weiß – rezessiv gibt es daher drei mögliche Genotypen und zwei unterschiedliche Phänotypen:

Die Genotypen [ RR ] und [ Rr ] erzeugen den Phänotyp rote Blüte.

Der Genotyp [ rr ] erzeugt dagegen den Phänotyp weiße Blüte.

Es gibt keine Zwischenstufen in der Farbe.

Bei einer anderen Vererbungsform, der **intermediären** Vererbung, werden dagegen für beide Allele kleine Buchstaben verwendet, die dann unterschiedlich sein müssen. Dies liegt daran, weil beide Allele den Phänotyp zu gleichen Teilen bestimmen, häufig tritt dies bei Farben auf. Beispiel: intermediäre Vererbung der Blütenfarbe der Wunderblume: rote Blüte – r, weiße Blüte – w

Hier gibt es drei mögliche Genotypen und auch drei mögliche Phänotypen:

Genotyp [ rr ] erzeugt den Phänotyp rote Blüte.

Genotyp [ ww ] erzeugt den Phänotyp weiße Blüte.

Genotyp [ rw ] erzeugt den Phänotyp rosa Blüte.










### Aufgabe:

**Fülle** das nachfolgende Schema zur intermediären Vererbung der Blütenfarbe der Wunderblume **aus** und **prüfe**, ob die Uniformitätsregel (1. Mendelsche Regel) zutrifft. Du musst also von reinerbigen Eltern ausgehen.

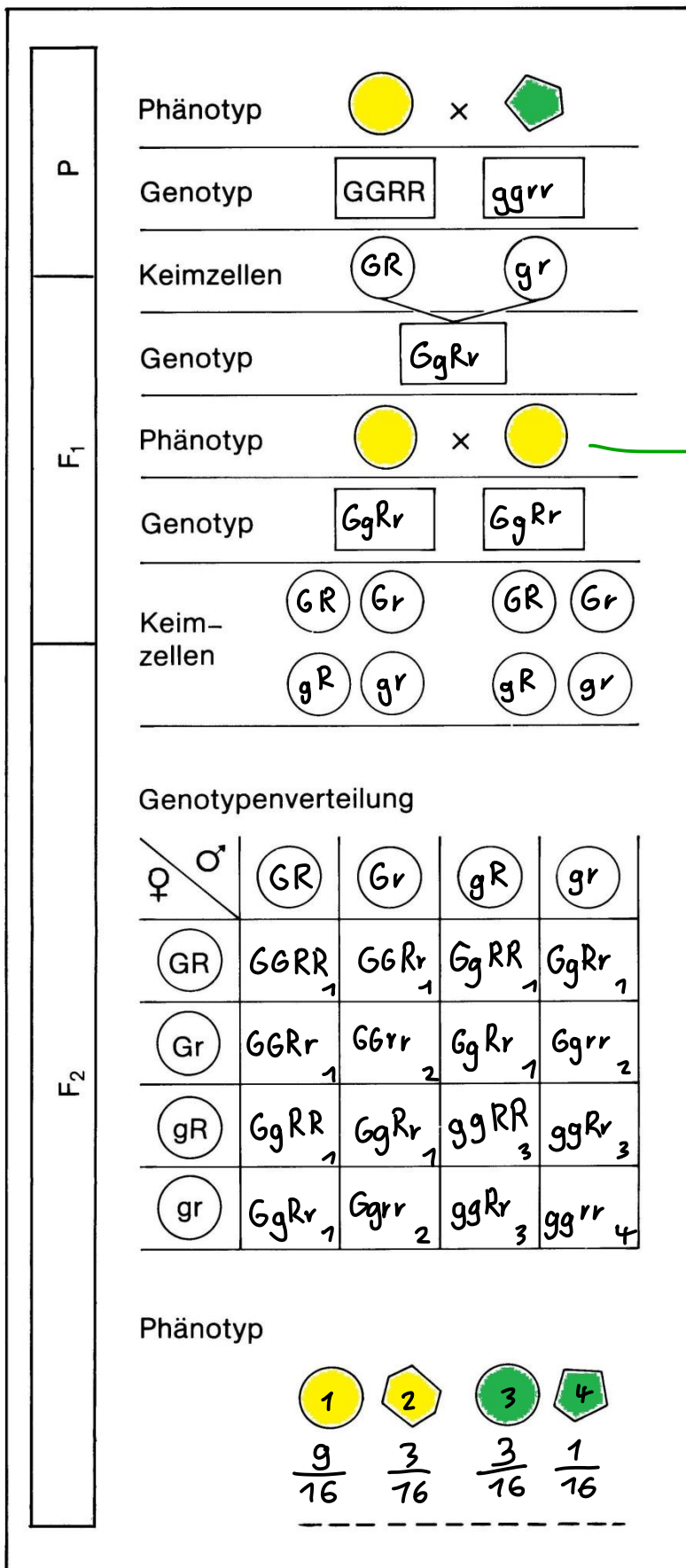
**Lege** danach ein weiteres Kreuzungsschema **an**, um auch die Spaltungsregel zu prüfen.

		♀	♂		
			X		
P	Phänotyp				
	Genotyp	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">rr</span>	X	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ww</span>	
	Keimzellen	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">r</span>		<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">w</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">w</span>	
F <sub>1</sub>	Genotypenverteilung	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">w</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	
		<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">r</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	
		<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">r</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">r</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">w</span>	
	Phänotyp				

alle Buchstaben  
klein

		♀		♂
P	Phänotyp		X	
	Genotyp	$rr$		$ww$
	Keimzellen	$r$ $r$		$w$ $w$
F <sub>1</sub>	Genotypenverteilung	♀♂	$w$	$w$
		$r$	$rw$	$rw$
		$r$	$rw$	$rw$
	Phänotyp			
	Genotyp	$rw$	$rw$	$rw$
	Keimzellen	$r$ $w$		$r$ $w$
F <sub>2</sub>	Genotypenverteilung	♀♂	$r$	$w$
		$r$	$rr$	$rw$
		$w$	$rw$	$ww$
	Phänotyp			
				

## Dihybrider Erbgang bei der Saaterbse



### Phänotypen der Eltern:

Weiblich: gelbe & runde Samen, beides wird dominant vererbt

Männlich: grüne & kantige Samen, beides wird rezessiv vererbt

### Aufgaben

1) **Vervollständige** das Schema und **überprüfe**, ob die 1. Mendelsche Regel zutrifft.

Uniformitätsregel ✓

### ACHTUNG:

Da zwei Merkmale betrachtet werden, benötigst du vier Buchstaben für den Genotyp der Pflanzen, also zwei Allelpaare, so wie es im Schema gezeigt wird.

Von jedem dieser Paare geht nur ein Allel in die Keimzelle ein, somit besteht der Genotyp der Keimzellen aus jeweils zwei (unterschiedlichen!) Buchstaben.

2) **Gib** unten im Schema die Phänotypen der F<sub>2</sub>-Generation und ihr Zahlenverhältnis **an**.

3) **Leite** eine allgemeine Regel **ab**.

Bei der Kreuzung zweier Individuen in einem Dihybriden Erbgang resultieren die Phänotypen der F<sub>2</sub>-Generation in einem 9:3:3:1 - Verhältnis.

## ÜBUNG

### Aufgabe 1

Fülle das Kreuzungsschema für folgenden Fall aus:

- Merkmal: Fellform von Meerschweinchen
- Vater mischerbig, lockiges Fell
- Mutter reinerbig, glattes Fell
- Allel für lockiges Fell dominant (F)
- Allel für glattes Fell rezessiv (f)

<b>P</b>	×										
Phänotyp											
Genotyp	Ff	ff									
Keimzellen	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">F</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">f</span>	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">F</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">f</span>									
<b>F1</b>											
Genotypenverteilung	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">♂ ♀</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">F</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">f</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">f</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">Ff</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">ff</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">f</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">Ff</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">ff</td> </tr> </table>		♂ ♀	F	f	f	Ff	ff	f	Ff	ff
♂ ♀	F	f									
f	Ff	ff									
f	Ff	ff									
Phänotyp	50% 	50% 									

### Aufgabe 2

Fülle das Kreuzungsschema für folgenden Fall aus:

- Merkmal: Zungenrollen beim Menschen
- Vater mischerbig, kann Zungenrollen
- Mutter mischerbig, kann Zungenrollen
- Allel für Zungenrollen dominant (Z)
- Allel für Nicht-Zungenrollen rezessiv (z)

<b>P</b>	×										
Phänotyp											
Genotyp											
Keimzellen	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: inline-block;"></span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: inline-block;"></span>	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: inline-block;"></span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: inline-block;"></span>									
<b>F1</b>											
Genotypenverteilung	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">♂ ♀</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px;"></td> </tr> </table>		♂ ♀								
♂ ♀											
Phänotyp											