

Mendel in a Box – Genetik zum Anfassen

Der Mönch Gregor Mendel hat im 19. Jahrhundert verschiedene Kreuzungsexperimente mit Erbsen gemacht und daraufhin drei zentrale Vererbungsregeln formuliert. Ihr werdet ein paar der Experimente nachstellen, aber nicht mit Erbsen, sondern mit einem Kraut namens Acker-Schmalwand (lateinisch *Arabidopsis thaliana*). Sie ist die wichtigste Modellpflanze der Wissenschaft, sie ist quasi die Maus der Botaniker. Da sie nicht so groß wird, wie die Erbse, könnt Ihr sie problemlos auf eurem Fensterbrett anziehen.

Das Saatgut für Mendel in a Box basiert auf verschiedenen Varianten der *Arabidopsis*, die sich in ihrem genetischen Bauplan leicht unterscheiden. Columbia (Col) ist die wilde Mutterpflanze mit behaarten Blättern und normalem Blütenaufbau (vier weiße Blütenblätter, alle Geschlechtsorgane). Aus Col wurden durch Mutation und Selektion zwei reinerbige, mutante Linien erzeugt: *wuschelig* (*wus*) und *kahl* (*ka*)¹. *wuschelig* ist nach ihren Blüten benannt, welche keine Geschlechtsorgane und eine Fülle an weißen Blütenblättern aufweist. *kahl* hingegen besitzt keinerlei Blatthaare, die Blätter sind komplett glatt (siehe Seite 2).

Für dieses Experiment werdet Ihr die Nachkommen von verschiedenen Kreuzungen zwischen diesen Linien aussäen und beobachten, wie diese sich entwickeln. Eine grafische Übersicht über die Mutanten und welche Kreuzungen ihr betrachtet, seht ihr auf Seite 2. Folgendes Saatgut ist in dieser Box enthalten (in Klammern die Anzahl der Töpfe, die zu befüllen sind):

- reinerbige Parentalen für Col und *ka*²(jeweils 1 Topf)
- *ka* F1: die Nachkommen einer Kreuzung von Col und *ka* (2 Töpfe)
- *ka* F2: die Nachkommen einer *ka* F1 Pflanze³ (5 Töpfe)
- *wus* F2: die Nachkommen einer Pflanze („*wus* F1“), welche das mutante und das wilde *wus* Gen enthält (5 Töpfe)
- *ka* x *wus* F2: die Nachkommen einer Pflanze (*ka* x *wus* F1) die durch Kreuzung einer *ka* F1 und „*wus* F1“ Pflanze entstand (16 Töpfe)

Teilt euch in Gruppen á 2-3 Schüler auf. Eine Gruppe ist zuständig für das Vorbereiten der Töpfe für die anderen Gruppen, welche die Samen aussäen.

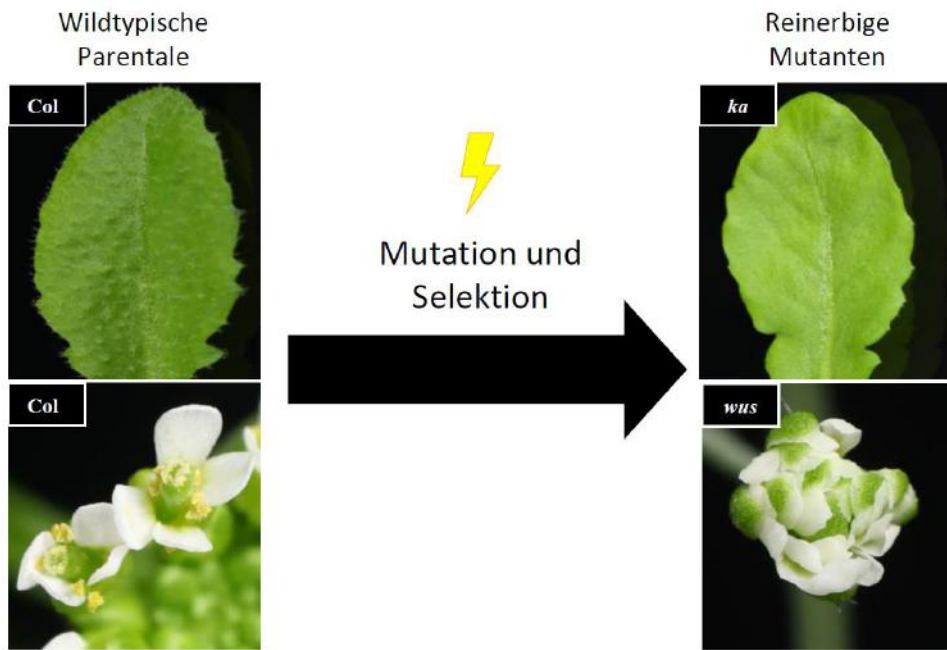
Aufgaben:

1. Verfahrt in euren Gruppen nach der Anleitung (Töpfe präparieren, Samen aussäen → siehe Seite 3)
2. Macht euch in euren Gruppen Gedanken zu folgenden Aufgaben und notiert eure Lösungsvorschläge in eurem Hefter:
 - a. Nennt Eigenschaften, die *Arabidopsis thaliana* zu einer geeigneten Modellpflanze machen könnten.
 - b. Stellt Hypothesen bezüglich der Merkmale auf, die die unterschiedlichen Pflanzenlinien in den Töpfen haben werden.

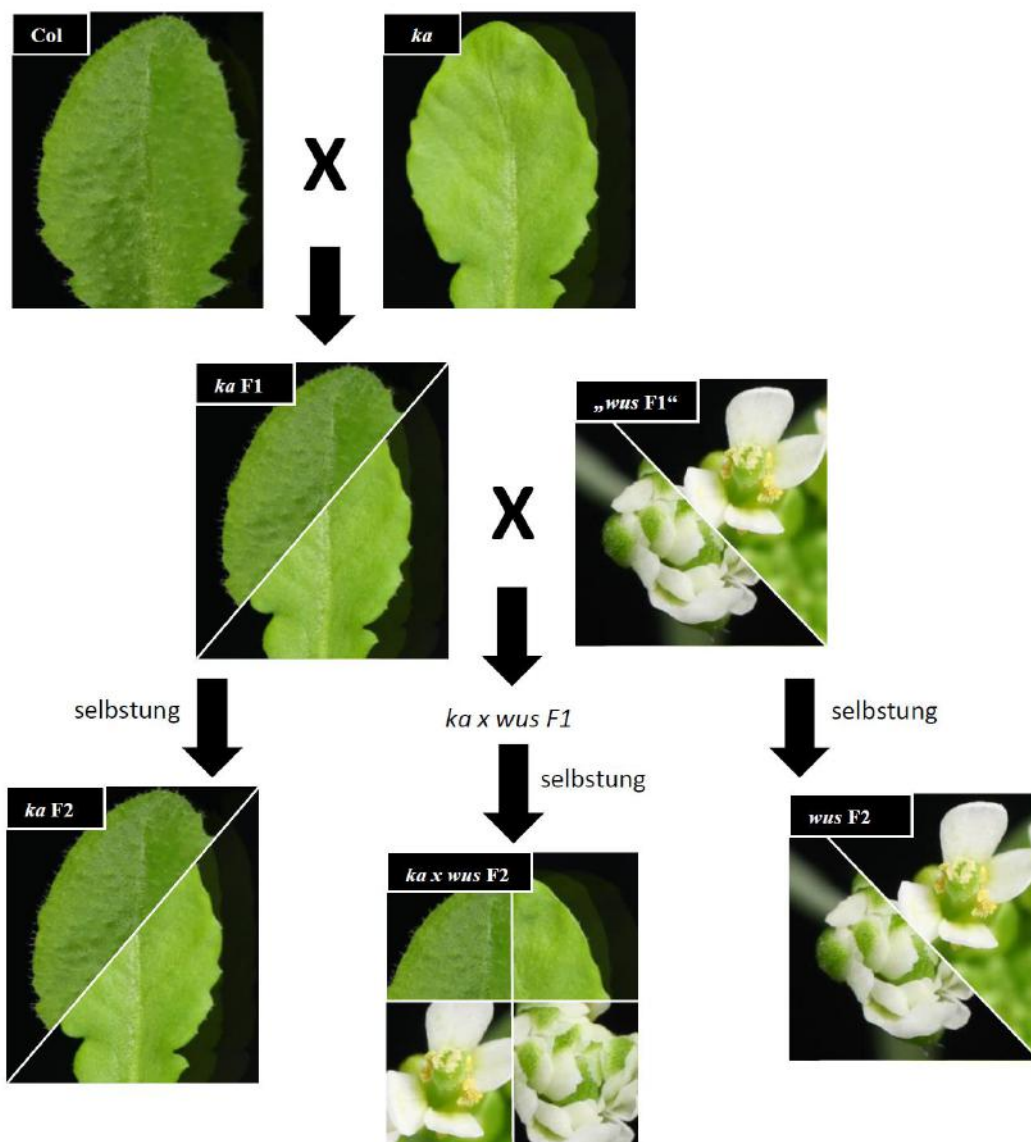
¹ In der Biologie werden neue Mutanten meist nach ihrem Aussehen benannt und Wissenschaftler können sehr kreativ werden. Andere Mutanten die offiziell publiziert sind: *knirps*, *knolle* und *schnarchzapfen*.

² *wus* Mutanten besitzen keine Geschlechtsorgane und produzieren deshalb keine Nachkommen. Reinerbige *wus* Pflanzen können also nicht gekreuzt oder vermehrt werden.

³ *Arabidopsis* ist fakultativ selbstbestäubend. Das heißt, dass die Pflanze sich normalerweise selbst befruchtet, aber auch künstlich gekreuzt werden kann.



Kreuzungsschema



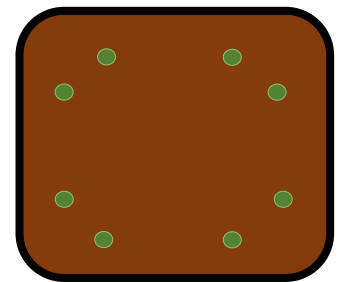
Gruppe 1: Töpfe präparieren

Die anderen Gruppen brauchen die Töpfe, um ihre Samen aussäen zu können, also arbeitet zügig! Füllt einen Eimer mit Erde und fügt nach und nach Wasser hinzu. Mischt die Erde gut durch, sodass keine größeren Klumpen übrig bleiben. **Mischt nicht zu viel Wasser bei**, es sollte kein stehendes Wasser im Eimer sein und die Erde nur feucht, nicht klitschnass sein! Wenn ihr stehendes Wasser im Eimer sehen solltet, gießt dieses ab. Entfernt größere Holzstücke. Füllt alle Töpfe **voll bis zum Rand** und presst die Erde **nicht** an, da die Keimlinge **luftige Erde** brauchen. Stellt die gefüllten Töpfe bereit für die Aussaat und macht alles sauber, wenn ihr mit den Töpfen fertig seid.

Restliche Gruppen: Samen aussäen

Jede Gruppe bekommt das Saatgut in kleinen Plastikgefäßen bereitgestellt. Welches Saatgut ihr habt und wie viele Töpfe zu füllen sind, entnehmt ihr Seite 1. Zusätzlich braucht jede Gruppe ein Schild pro Topf, Zahnstocher und ein kleines Stück Zellstoff pro Gefäß mit Saatgut (Taschentuch, Papierhandtuch o.Ä., ca. 10x10 cm).

Beschriftet die Schilder für eure Töpfe und legt das Papier vor euch auf den Tisch oder einen Teller. Beschriftet das Papier mit dem Namen für das Saatgut, welches ihr bekommen habt und öffnet das entsprechende Gefäß. Kippt den Inhalt des Gefäßes in einem Schwung auf das Papier, sodass sich die Samen gut auf dem nassen Papier verteilen. Holt euch nun die benötigten Töpfe von Gruppe 1.



Säht acht Samen in die Ecken des Topfes aus, aber lasst etwas Abstand zum Rand!

Anschließend feuchtet ihr einen Zahnstocher mit dem Mund oder etwas Wasser an und nehmt vorsichtig einen Samen mit der Spitze auf. **Achtung! Achtet darauf, die Samen nicht zu zerdrücken und nehmt nur einen Samen auf.** Legt die Spitze des Zahnstochers auf die Erde und dreht ihn leicht in euren Fingern. Das sollte den Samen lösen. Die Samen sollten **nicht von Erde bedeckt sein** (Arabidopsis ist lichtkeimend)! Macht euch Notizen, welche Ecken des Topfes ihr bereits befüllt habt. Wenn etwas Erde oder der Samen sich nicht vom Zahnstocher lösen, benutzt etwas Papier, um den Zahnstocher sauber zu machen und nehmt einen neuen Samen. Wenn ihr acht Samen in alle Töpfe verteilt habt, stellt diese in die Anzuchtschale und legt die Haube mit geöffneten Belüftungsschiebern darauf.

Stellt die Schale auf die Fensterbank und schaltet die Pflanzenlampe an (wenn vorhanden).
Und nun heißt es warten und beobachten!

Während die Pflanzen wachsen

Lasst die Haube für die ersten zwei bis drei Wochen auf der Schale, solange die Pflanzen noch klein sind (weniger als sechs Blätter). Prüft regelmäßig die Feuchtigkeit der Erde und gießt gegebenenfalls nach. Die Samen und Keimlinge sind sehr trockensensibel.

Nach ca. 1-2 Wochen: Sollten Töpfe unvollständige Keimung aufweisen, transferiert **junge** Keimlinge zwischen Töpfen desselben Genotyps. Werft überschüssige Keimlinge in allen Töpfen weg, bis ihr **vier Keimlinge pro Topf** habt, um ausreichend Platz für die Pflanzen zu bieten.

1. Seht ihr einen Unterschied zwischen den ersten beiden Blättern (Keimblätter) und den darauffolgenden? Woran kann das liegen?

Sobald die Haube weg ist, müsst ihr sicherstellen, dass regelmäßig gegossen wird, also achtet darauf, ob die Erde trockener wird oder die Blätter zusammenfallen und schwach wirken. Arabidopsis mag kein stehendes Wasser, gebt nur ca. 0,75 Liter Wasser in die Schale. Wenn das Wasser nach einem Tag immer noch in der Schale steht, habt ihr zu viel hinzugegeben. Junge Pflanzen müssen im Durchschnitt deutlich seltener gegossen werden als ältere (ca. 1-2x pro Woche zu Beginn, 2-3x pro Woche gegen Ende).

2. Warum brauchen ältere Pflanzen mehr Wasser als junge?
3. Seht ihr Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit zwischen den verschiedenen Töpfen? Welche Faktoren könnten eine Rolle spielen?

Arbeitsblatt Analyse

Sobald die *wus*-Pflanzen anfangen zu blühen, könnt Ihr mit der Datenanalyse beginnen. Vergleicht das Aussehen der verschiedenen Linien und notiert euch die beobachteten Phänotypen.

1. Schaut euch die Populationen an. Entsprechen die Phänotypverteilungen euren Erwartungen? Fertigt ein Punnett-Quadrat an, und vergleicht die erwarteten Verteilungen mit den vorher aufgestellten Hypothesen.
2. Basierend auf euren Ergebnissen, welchen Phänotyp sollten die Pflanzen „*wus* F1“ und *ka* x *wus* F1 haben? Warum?
3. Warum ist es nicht möglich, Saatgut mit ausschließlich *wus*^{-/-} Genotyp zu erhalten? Fällt euch eine Möglichkeit ein, wie man diese Linien trotzdem erhalten könnte?
4. Gregor Mendel hat die verschiedenen Erbsenlinien vor Beginn seiner Experimente mit sich selbst gekreuzt, um reinerbige Linien zu erhalten. Stellt Vermutungen auf, warum das wichtig für den Erfolg seiner Experimente war!
5. Wenn man *wus* und *ka* Pflanzen miteinander kreuzt, entsprechen die Phänotypverteilungen perfekt der 3. Mendelschen Regel. Was sagt das über die Position der beiden Gene auf dem Genom von *Arabidopsis thaliana* aus?
6. Vergleicht das allgemeine Aussehen der *wus* F2 und *ka* F2. Fallen euch Unterschiede auf? Wie sieht es mit der *ka* x *wus* F2 Kreuzung aus? Woran könnten die Unterschiede liegen?