



Farbstoff-Elektrophorese-Labor

Mendels Erbsen

Leitfaden für Schüler



Hintergrundinformationen	P. 11
Die Aufgabe	P. 18
Glossar	P. 22
Laborleitfaden	P. 23
Fragen zur Vorbereitung	P. 24
Fragen zur Untersuchung nach dem Labor	P. 25
Fragebogen	P. 27



Hintergrundinformationen

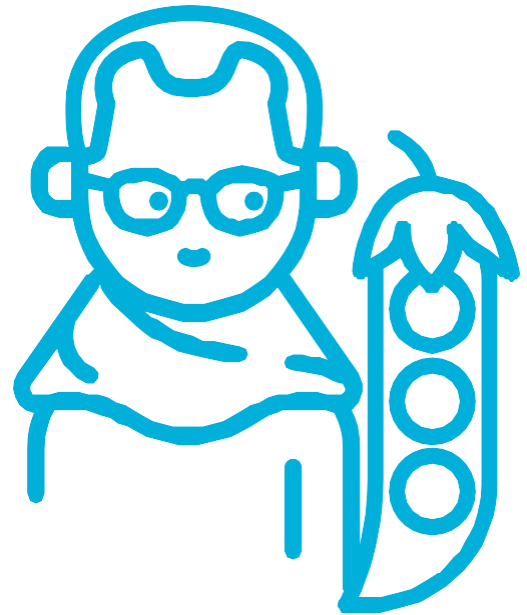
Ein bahnbrechender Genetiker: Gregor Mendel

1

- Viele Merkmale werden **vererbt**, das heißt, sie sind von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben.
- In den 1800er Jahren entdeckte Gregor Mendel grundlegende Muster der Vererbung, indem er Erbsenpflanzen züchtete und beobachtete, ob die Nachkommen den beiden Elternpflanzen ähnlich sahen.
- Mendel untersuchte vererbte Merkmale, die bei Erbsenpflanzen in zwei Formen auftreten. Erbsen können zum Beispiel

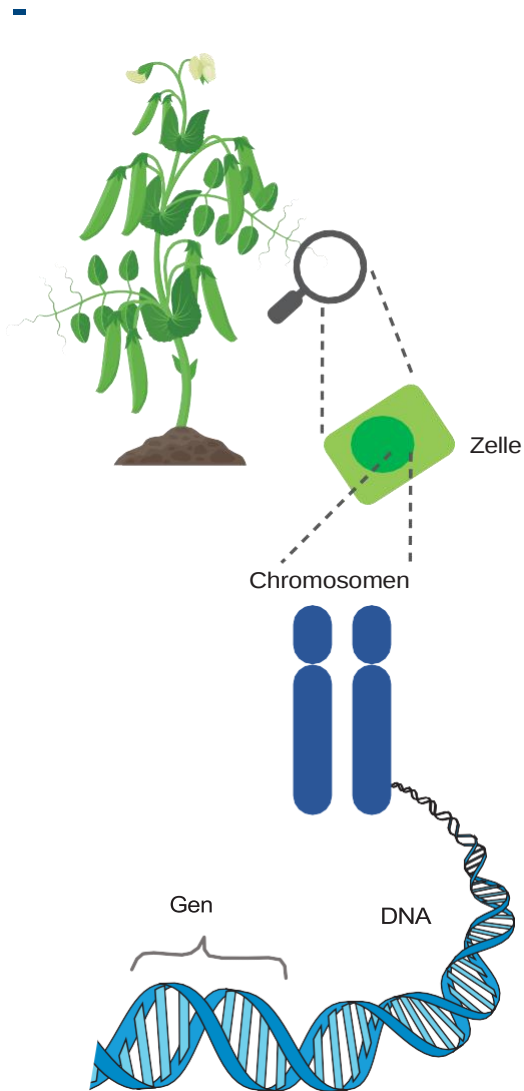
2

- Durch seine Experimente kam Mendel zu folgenden Erkenntnissen glauben, dass Erbsenpflanzen von jedem Elternteil etwas erhalten, das das Aussehen der Pflanze bestimmt.
- Er wusste nicht, worum es sich bei diesem Material handelte, aber er symbolisierte es mit Groß- und Kleinbuchstaben wie A und a.
- Ihr Ziel im heutigen Labor ist es, eine Verbindung zwischen Mendels A und a





DNA und Gene



1

- Heute wissen wir, dass alle Organismen Merkmale vererben von ihren Eltern durch DNA.
- **Die DNA** enthält Anweisungen für die Zelle und befindet sich in Strukturen, die **Chromosomen** genannt werden.
- Die Zellen vieler Organismen, einschließlich des Menschen und der Erbsenpflanze, haben zwei

2

- Ein **Gen** ist ein Abschnitt der DNA, der eine bestimmte Anweisung für die Zelle.
- Die Anweisungen in den Genen eines Organismus bestimmen seine vererbten Eigenschaften.
- Erbsenpflanzen haben zum Beispiel ein Gen, das Folgendes enthält

3

- Jedes Gen kann in verschiedenen Versionen vorliegen. Wir nennen verschiedene Versionen desselben **Genallels**.
- Allele desselben Gens tragen unterschiedliche Anweisungen.
- So gibt es beispielsweise zwei Allele für das Gen, das die Erbsenform bestimmt. Ein Allel hat Anweisungen, die zu runden Erbsen führen, und das andere Allel enthält Anweisungen, die zu faltigen Erbsen führen.

4

- Auch wenn Mendel seine Experimente durchführte, bevor wir wussten, dass die DNA die Grundlage Vererbung zeigten seine Arbeiten, wie Allele von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden.
- Heute wissen wir, dass verschiedene Allele desselben Gens unterschiedliche Anweisungen tragen, weil sie Unterschiede in ihrer DNA haben.



Hintergrund: Innehalten und nachdenken

Kreise die Wörter ein, die den Satz vervollständigen:

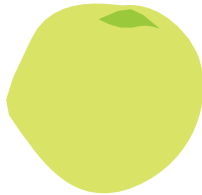
Q1. (Allele/DNA-Moleküle) sind verschiedene Versionen desselben (Gens/Chromosoms).



Mendelsche Vererbung

1

- Heute wissen wir, dass Mendel in seinen Erbsenzuchtexperimenten Allele verfolgte.
- Mendel prägte die Begriffe dominant und rezessiv, um zu erklären, wie einige Merkmale eine Generation überspringen können. Heute verwenden wir dieselbe Sprache, um die Beziehung zwischen Allelen desselben Gens zu beschreiben.
- Eine einzige Kopie eines dominanten Allels eines Gens erzeugt das dominante Merkmal.
- Ein rezessives Merkmal ist nur dann vorhanden, wenn beide Allele rezessiv sind.



Runde Erbsen
Dominantes
Merkmal AA
oder Aa



Runzelige
Erbsen
Rezessives
Merkmal aa

2

- Mendel zeigte, dass runde Erbsen dominant und faltige Erbsen rezessiv sind. Dies bedeutet, dass Erbsen nur mit zwei Kopien des rezessiven Allels faltig sein können.
- Wissenschaftler stellen Allele heute auf dieselbe Weise dar Mendel: Ein Großbuchstabe symbolisiert das dominante Allel, ein Kleinbuchstabe das rezessive Allel.



Hintergrund: Innehalten und nachdenken

Kreise das/die Wort/e ein, die jeden Satz vervollständigen:

Q2. Mendel hat gezeigt, dass die Erbsenform (rund/faltig) dominant ist. Er verwendete Groß- und Kleinbuchstaben, um die Vererbung des Merkmals der Erbsenform zu verfolgen. Mendel zeigte, dass eine Erbse, die Aa war, (runde/faltige) Erbsen haben würde.

Die Genetik ist kompliziert!

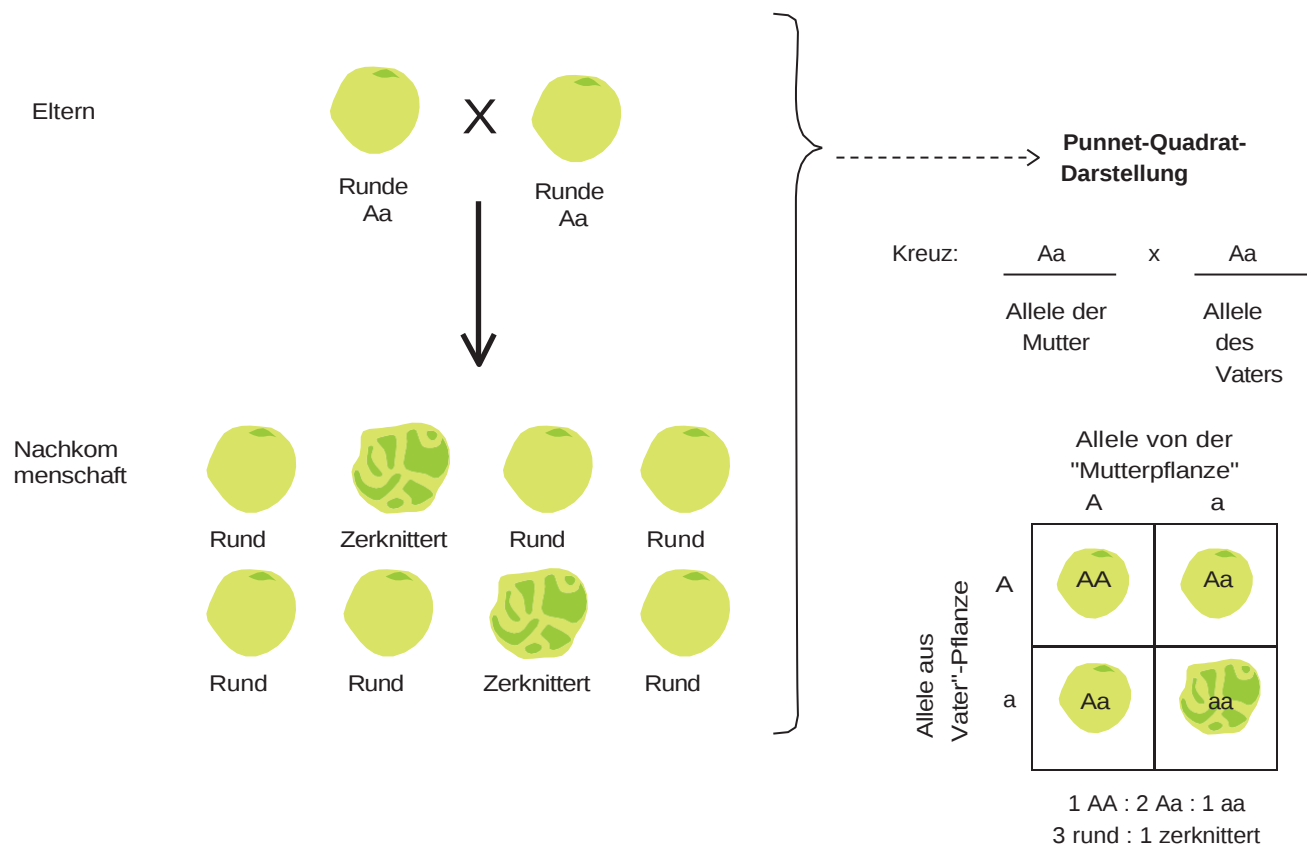
- In diesem Labor untersuchen wir den einfachen Mendelschen Erbgang, bei dem ein einziges Gen mit einem dominanten Allel und einem rezessiven Allel die Erbsenform bestimmt.
- Die Untersuchung eines einfachen Merkmals wie der Erbsenform ist ein guter Einstieg in die Vererbung, aber es ist wichtig zu bedenken, dass die meisten vererbten Merkmale von vielen Genen und/oder Umweltfaktoren beeinflusst werden. So wird beispielsweise die menschliche Körpergröße von vielen Genen beeinflusst, ist aber auch stark von Umweltfaktoren wie der Ernährung abhängig.



Punnett-Quadrate

1

- Allele werden häufig im Rahmen eines **Punnett-Quadrats** dargestellt, einem Diagramm, das die mögliche Kombinationen von Allelen bei Nachkommen, die von einem Elternpaar geboren werden könnten.



2

- Wie bei Mendel werden auch bei Punnett-Quadraten Buchstaben verwendet, um die Allele eines Gens darzustellen.
- In diesem Labor werden Sie Mendels A und a mit unserem modernen Verständnis von DNA und Allelen



Hintergrund: Innehalten und nachdenken

Q3. Mendel untersuchte sieben verschiedene Merkmale bei Erbsenpflanzen. Er zeigte auch, dass violette Blüten dominant sind und weiße Blüten rezessiv sind. Nutzen Sie diese Informationen, um die folgenden Fragen zu beantworten.

- Verwenden Sie den Buchstaben B, um das dominante violette Blütenallel darzustellen.
- Verwenden Sie den Buchstaben b, um das rezessive Allel der weißen Blüte darzustellen.

Kreuz: **Bb** x **bb**
 Allele der Mutter Allele des Vaters

- A. Sie haben eine Mutterpflanze, die Bb ist.
 Diese Pflanze wird (lila/weiße) Blüten haben.
- B. Sie haben eine Vaterpflanze, die bb ist. Diese Pflanze wird (lila/weiße) Blüten haben.
- C. Verwenden Sie das Punnett-Quadrat auf der rechten Seite, um das Ergebnis der Paarung dieser beiden Pflanzen vorherzusagen.
- D. Wie hoch ist das erwartete Allelverhältnis für Nachkommenschaft der Pflanzen?

Allele von der "Mutter"-Pflanze

Allele aus Vater"-Pflanze

___ BB : ___ Bb : ___ bb

- E. Welche Verhältnisse erwarten Sie für das Aussehen der Erbsennachkommen?

___ Lila : ___ Weiß



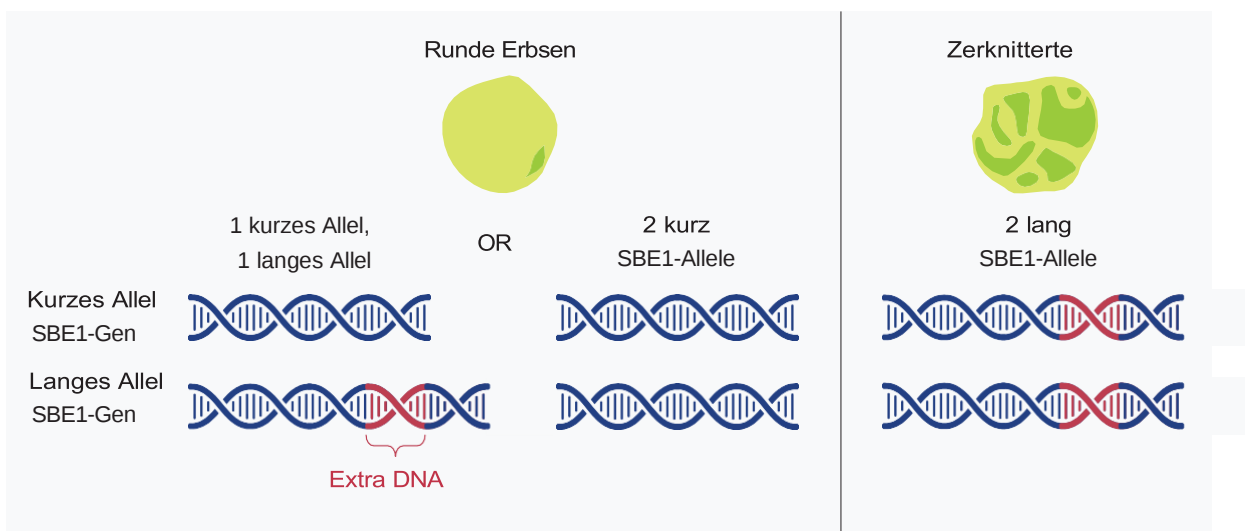
Die Suche nach den Mendelschen Genen!

1

- Das Vererbungsmuster für die Form von Erbsensamen ist seit Mendels Experiment bekannt: rund ist dominant und faltig ist rezessiv.
- Aber selbst mit modernen Hilfsmitteln kann es schwierig sein, vererbte Merkmale mit bestimmten Genen in Verbindung zu bringen. Tatsächlich versuchen die Wissenschaftler immer noch

2

- Sie Pflanzengenetiker, und Ihr Labor hat zwei Allele eines Gens namens **SBE1** entdeckt, die kontrolliert die Erbsenform.
- Die SBE1-Allele sind , nur dass eines von ihnen in der Nähe des Genendes zusätzliche DNA aufweist. Wir bezeichnen sie als kurzes Allel und langes Allel.
- Ihr Team hat gezeigt, dass das kurze SBE1-Allel dominant ist und zu runden Samen führt.



3

- Sie vermuten, dass die kurzen und Die langen Allele des SBE1-Gens könnten die A- und A-Allele sein, die Mendel verfolgt hat...
- Aber ohne Zugang zu den tatsächlichen Erbsen, die Mendel in den 1800er Jahren verwendete, gibt es keine Möglichkeit zu wissen mit Sicherheit.





Hintergrund: Innehalten und nachdenken

Q4. Geben Sie an, welchem SBE1-Allel jede Beschreibung :

- | | |
|--|-----------------------|
| A. Zwei Kopien dieses Allels führen zu faltigen Erbsen | I. Kurzes SBE1-Allel |
| B. Dominantes SBE1-Allel | II. Langes SBE1-Allel |
| C. Dieses Allel hat im Vergleich zum anderen Allel zusätzliche DNA | |
| D. Rezessives SBE1-Allel | |

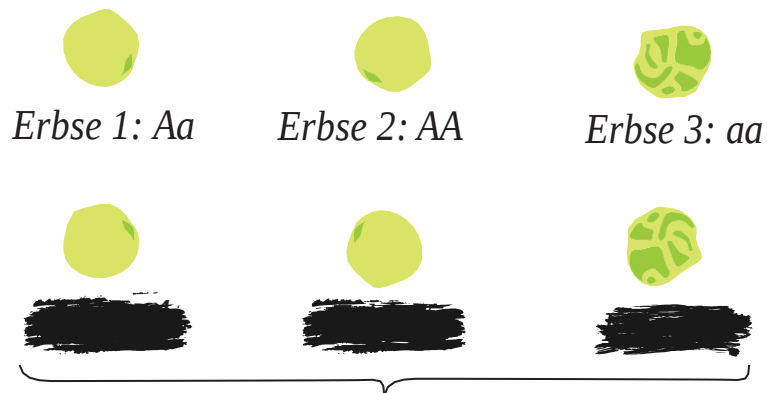


Die Aufgabe

Historiker haben gerade eines von Mendels verlorenen Notizbüchern entdeckt. In Mendels Notizen sind sechs getrocknete Erbsen enthalten. Sie können nun Ihre Hypothese testen, dass die kurzen und langen Allele des SBE1-Gens den A- und A-Allelen entsprechen, die Mendel verfolgt hat!

Um dies zu erreichen, müssen Sie:

- Bestimmen Sie, welche SBE1-Allele in den Erbsen aus dem Mendelschen Notizbuch vorhanden sind
- Vergleichen Sie die SBE1-Allele der Erbsen mit Mendels Notizen



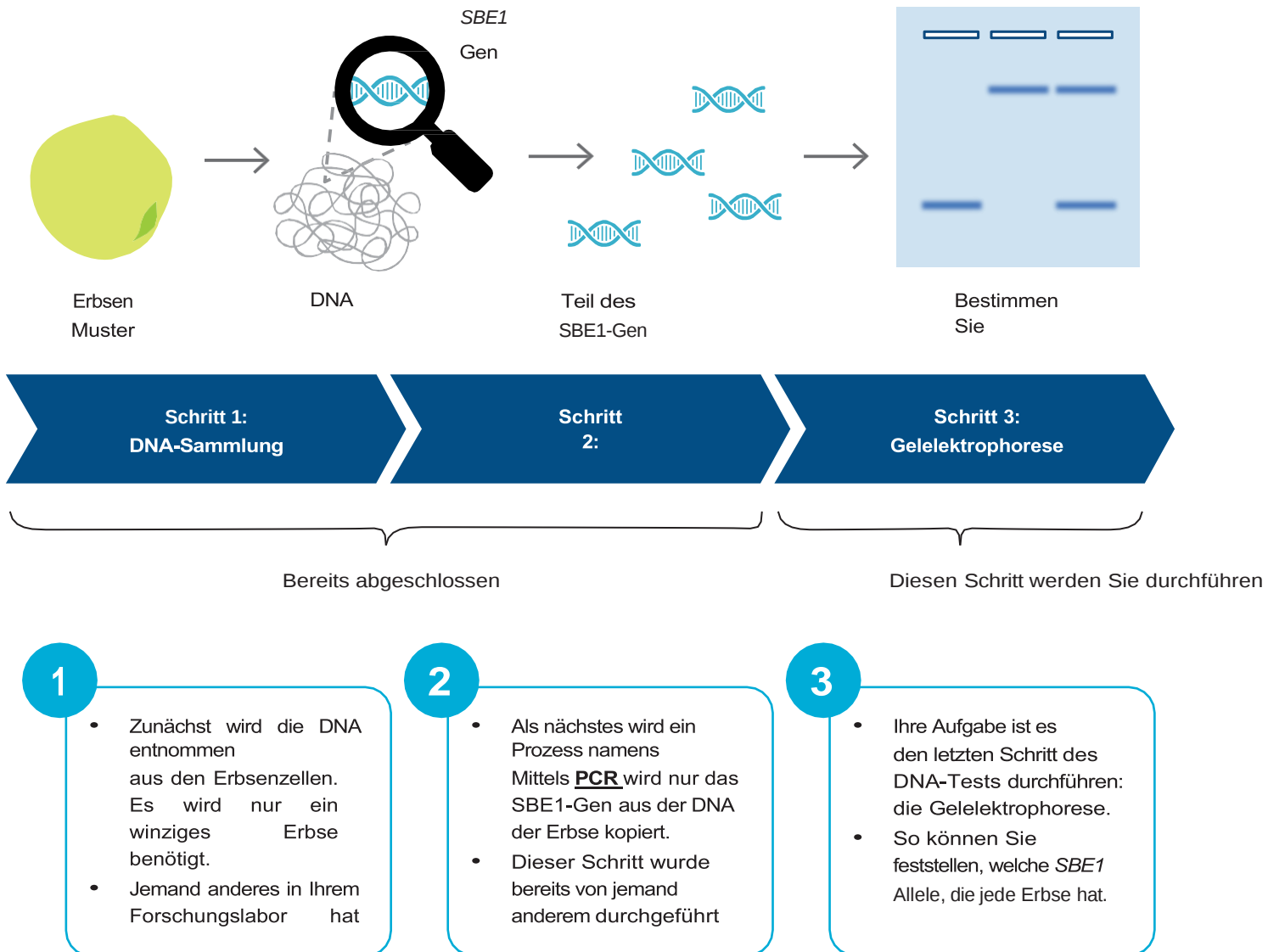
Die Tinte in Mendels Notizbuch war
verschmiert und man seine Notizen zu einigen
Erbsen nicht mehr erkennen





DNA-Tests

Um die SBE1-Allele der Erbsen zu untersuchen, werden die Proben wie getestet:

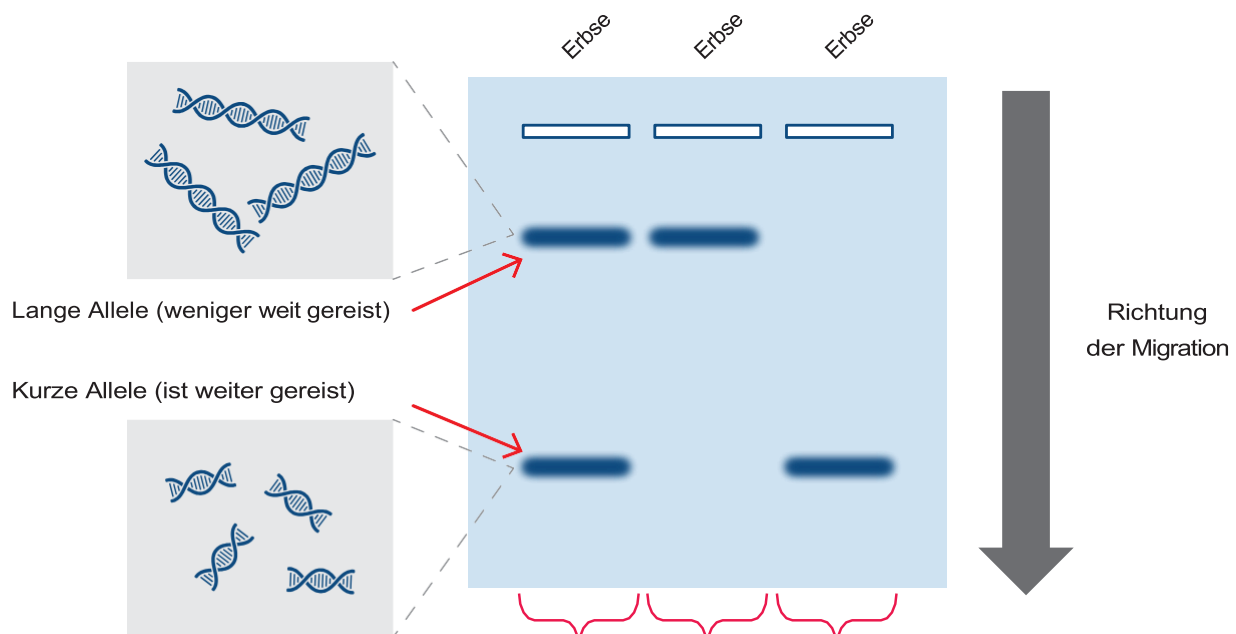




Interpretation der Gelelektrophoreseergebnisse

1

- Sie werden die Gelelektrophorese zur Untersuchung des SBE1-Gens verwenden.
- Bei der Gelelektrophorese** werden DNA-Stücke nach ihrer Größe getrennt. Kleinere DNA-Stücke wandern weiter durch ein **Agarosegel**.
- Da sich die Allele des SBE1-Gens in ihrer Länge unterscheiden, können mit Hilfe der Gelelektrophorese feststellen, welche SBE1-Allele jede von Mendels Erbsen hat.
- Gehen wir die Gelelektrophoreseergebnisse für drei hypothetische Erbsen durch, um zu üben Interpretation der SBE1-Gel-Ergebnisse.



2

- Erbsen A hat zwei Bänder. Dies sagt uns, dass die SBE1-DNA zwei Größen hatte. Da Erbsen A beide Bänder aufweist, wissen wir, dass sie eine Kopie des langen SBE1-Allels und eine Kopie des kurzen SBE1-Allels.

3

- Erbsen B hat nur eine Bande. Dies zeigt uns, dass die gesamte SBE1-DNA die gleiche Größe hatte. Da die DNA weniger weit gereist ist, wissen wir, dass Erbsen B zwei Kopien der langen DNA hat.

4

- Erbsen C hat nur eine Bande. Dies zeigt uns, dass die gesamte SBE1-DNA die gleiche Größe hatte. Da die DNA weiter gereist ist, wissen wir, dass Erbsen C zwei Kopien der kurzen DNA besitzt.



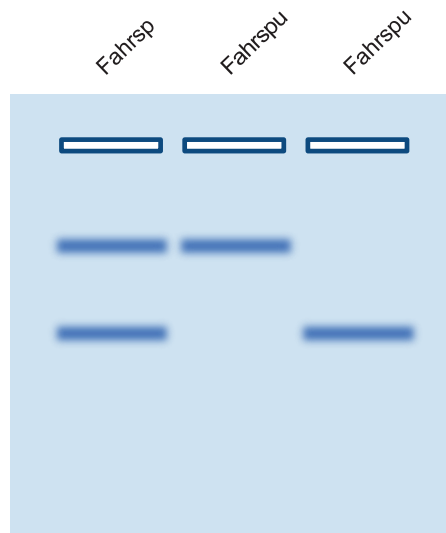
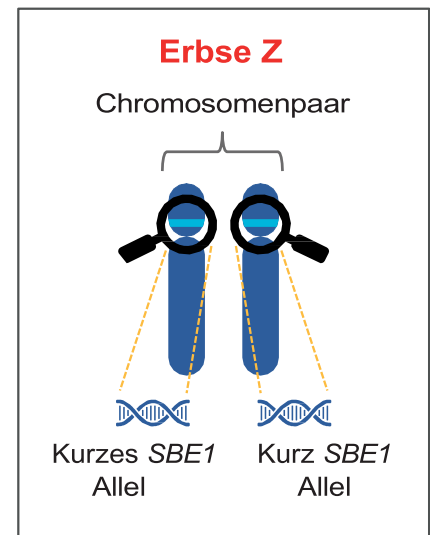
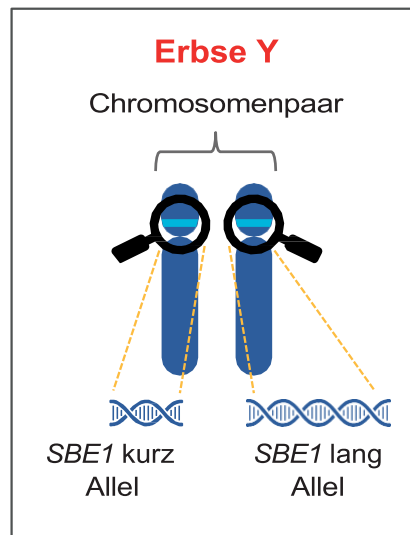
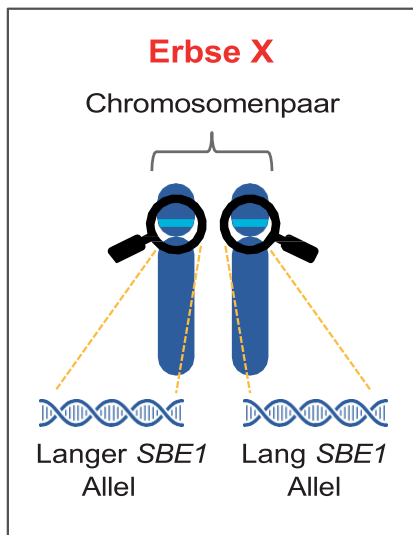
Hintergrund: Innehalten und nachdenken

Q5. Warum ist die Gelelektrophorese ein gutes Instrument zur Untersuchung der verschiedenen Allele des SBE1-Gens bei Erbsen?

- A. Weil man damit Kopien des SBE1-Gens herstellen kann, um es zu untersuchen
- B. Weil Erbsen zwei Kopien von jedem Chromosom haben
- C. Weil man damit DNA aus Zellen extrahieren kann
- D. Da die SBE1-Allele unterschiedlich lang sind

Q6. Ordnen Sie die unten gezeigten möglichen Allelkombinationen für die Erbsen X, Y und Z den entsprechenden Gelergebnissen in den Spuren 1, 2 oder 3 zu.

- A. Erbse X 1. Fahrspur 1
- B. Erbse Y 2. Fahrspur 2
- C. Erbse Z 3. Fahrspur 3



Glossar

Vererbt: Ein Merkmal wird vererbt, wenn es über die DNA von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben wird.

DIE DNA: Die DNA enthält die Anweisungen für die Zelle und wird von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben.

Chromosom: Die Strukturen, die die DNA in der Zelle speichern. Organismen wie Menschen und Erbsenpflanzen haben Chromosomenpaare, wobei jedes Chromosom ein Exemplar von jedem biologischen Elternteil geerbt hat.

Gen: Ein Bereich der DNA, der einen einzigen Satz von Anweisungen enthält. Verschiedene Gene verschiedenen Merkmalen.

Allel: Eine von zwei oder mehr alternativen Versionen desselben Gens. Verschiedene Allele desselben Gens weisen Unterschiede in der DNA auf.

Dominant: Einige Allele haben eine Beziehung, die als dominant/rezessiv bezeichnet wird. Eine einzige Kopie eines dominanten Allels eines Gens erzeugt das entsprechende dominante Merkmal.

Rezessiv: Einige Allele haben eine Beziehung, die als dominant/rezessiv bezeichnet wird. Ein rezessives Merkmal liegt nur dann vor, wenn beide Allele eines Gens rezessiv sind.

Mendelsche Vererbung: Das von Mendel in seiner Studie über Erbsenpflanzen beschriebene Vererbungsmuster. Mendel verfolgte Merkmale, die von einem einzigen Gen mit zwei Allelen bestimmt werden. Die Allele stehen in einem vollständig dominanten/rezessiven Verhältnis zueinander.

Punnett-Quadrat: Ein Diagramm, das die Allelkombinationen der Nachkommen zeigt, die von einer Reihe von Eltern geboren werden könnten.

SBE1-Gen: Ein Gen, das steuert, ob Erbsen rund oder faltig sind. Wissenschaftler vermuten, dass dies das Gen war, das Mendel in seinen Experimenten verfolgt hat.

Polymerase-Kettenreaktion (PCR): Eine Methode, mit der viele Kopien eines DNA-Segments hergestellt werden, das Sie untersuchen möchten. Ausführlichere Informationen zur PCR finden Sie unter <https://www.minipcr.com/polymerase-chain-reaction/>

Gelelektrophorese: Eine Methode, bei der DNA-Stücke nach ihrer Länge getrennt werden. Ausführlichere Informationen zur Elektrophorese finden Sie unter <https://www.minipcr.com/gel-electrophoresis/>

Agarose-Gel: Eine Gelart, die üblicherweise für die Gelelektrophorese verwendet wird. Agarose ist ein Zucker, der aus Seegras gewonnen wird. Auf mikroskopischer Ebene sieht das Innere eines Agarosegels wie ein Netz oder ein Schwamm aus. Kleine Moleküle können sich relativ leicht durch die Löcher bewegen, aber größere Moleküle werden gebremst. Auf diese Weise kann man Moleküle unterschiedlicher Größe voneinander trennen.



Laborleitfaden



Während des gesamten Versuchs sollten Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille getragen werden.

Siehe die ausführliche Anleitung für den Zusammenbau und das Gießen des Gels für das Bandit™ STEM Elektrophorese-Kit <https://www.minipcr.com/bandit-assembly/>



1. Tauchen Sie Ihr Gel in so viel TBE-Puffer ein, dass das Gel gerade bedeckt ist. und füllen die Brunnen.

- Wenn Sie ein Bandit™- oder blueGel™-Elektrophorese-System verwenden, benötigen Sie etwa 30 ml TBE-Puffer.

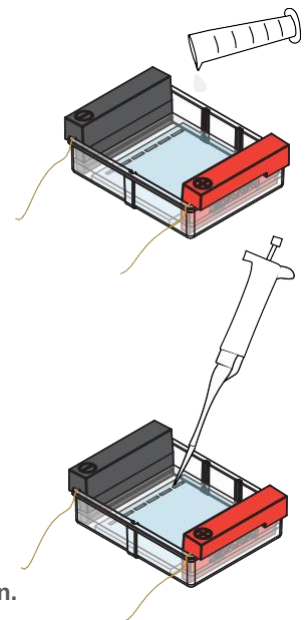
2. Verwenden Sie eine Mikropipette, um Proben aus den entsprechenden Röhrchen in Ihrem Load Ready™ Strip auf das Gel zu laden.

- Spur 1: 10 l Erbse 1 DNA
- Spur 2: 10 l Pea-2-DNA
- Spur 3: 10 l Erbse 3 DNA
- Spur 4: 10 l Erbse 4 DNA
- Spur 5: 10 l Erbse 5 DNA
- Spur 6: 10 l Erbse 6 DNA

3. Schließen Sie die Elektroden an und schalten Sie Ihr Gelelektrophorese-System ein.

4. Lassen Sie das Gel 15-20 Minuten lang laufen oder bis die Banden ausreichend voneinander getrennt sind.

- Die Zeiten basieren auf Bandit™ und blueGel™ Elektrophorese-Systemen. Bei Verwendung anderer Gelelektrophorese-Systeme können die Trennzeiten variieren.
- Längere Elektrophoresezeiten führen zu einer besseren Trennung.
- Wenn Sie das Gel auf einen weißen Hintergrund legen, ist es einfacher um Ihre Ergebnisse zu sehen.





Fragen zur Vorbereitung

Kritisches Denken

Erbsen	Erscheinungsbild	Mendels Notizen
1	Rund	Aa
2	Rund	AA
3	Zerknittert	aa
4	Rund	??
5	Rund	??
6	Zerknittert	??

1	2	3	4	5	6

1. Sie kennen die Allele für Erbsen 1-3 aus Mendels Aufzeichnungen. Zeichne in das obige Gel ein, wie dein Gel für die Erbsen 1-3 aussehen würde, wenn deine Versuchsergebnisse deine Hypothese unterstützen, dass die kurzen und langen SBE1-Allele die A- und a-Allele sind, die Mendel verfolgt hat. Achten Sie darauf, die kurzen und langen SBE1-Allele zu beschriften.
2. Du kannst Mendels Aufzeichnungen über die Allele der Erbsen 4-6 nicht lesen, aber du kannst einige Vorhersagen darüber machen, welche Allele sie haben, basierend auf dem, was du über die Vererbung der Erbsenform weißt. Kürzen Sie die Allele mit A und a ab.

A. Runde Erbsen: Erbsen 4 und 5

Mögliche Allele: Erläutern
Sie Ihre Überlegungen:

B. Zerknitterte Erbsen: Erbse 6

Mögliche Allele: Erläutern
Sie Ihre Überlegungen:

3. Verwenden Sie Ihre Antworten aus Frage 2, um zu zeichnen, wie Ihr Gel für die Erbsen 4-6 aussehen würde, wenn Ihre Versuchsergebnisse Ihre Hypothese bestätigen. Verwenden Sie eine gestrichelte Linie, um Allele einzuzichnen, die Sie aufgrund des Aussehens der Erbse nicht mit Sicherheit vorhersagen können.

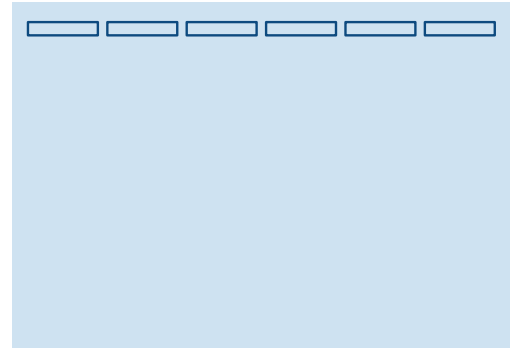


Fragen zur Untersuchung nach dem Labor

Interpretation der Ergebnisse

1. Verwenden Sie das Bild eines Gels auf der rechten Seite, um zu zeichnen, wie Ihr Gel . Zeichnen Sie für jede Probe die Banden ein, die Sie auf Ihrem tatsächlichen Gel sehen.

1 2 3 4 5 6



2. Kennzeichnen Sie jede Bande entweder als kurzes oder langes Allel des SBE1-Gens.

3. Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die folgende Tabelle ein. Die erste Zeile wurde für Sie als Beispiel ausgefüllt.

Erbsen	Erscheinungsbild	Mendels Notizen	SBE1-Gel-Ergebnisse
1	Rund	Aa	Langes Allel, kurzes Allel
2	Rund	AA	
3	Zerknittert	aa	
4	Rund	??	
5	Rund	??	
6	Zerknittert	??	



Kritisches Denken

Vergleichen Sie die Ergebnisse in der Spalte "Mendels Notizen" und in der Spalte "SBE1-Gel-Ergebnisse", um die folgenden Fragen zu beantworten.

4. Stützen Ihre Versuchsergebnisse Ihre Hypothese, dass die kurzen und langen SBE1-Allele den A- und a-Allelen entsprechen, die Mendel verfolgte? Erläutern Sie Ihre Argumentation.

5. Angenommen, Ihre Hypothese ist richtig, wie hätten Mendels Notizen für die Erbsen 4, 5 und 6 lauten müssen, bevor die Tinte verschmiert wurde? Erläutern Sie Ihre Überlegungen.



Fragebogen

Füllen Sie die Tabelle auf der Grundlage Ihrer Ergebnisse aus dem Labor aus. Verwenden Sie die Rubrik auf der nächsten Seite, um Ihre Antworten zu unterstützen.

Frage:

Bestätigen Ihre Versuchsergebnisse Ihre Hypothese, dass die kurzen und langen SBE1-Allele den A- und a-Allelen entsprechen, die Mendel verfolgt hat?

Anspruch

Machen Sie eine klare Aussage, die die obige Frage beantwortet.

Beweise

Legen Sie Daten aus dem Labor vor, die Ihre Behauptung belegen.

Begründungen

Erklären Sie deutlich, warum die von Ihnen vorgelegten Daten Ihre Behauptung stützen. Geben Sie die zugrunde liegenden wissenschaftlichen Prinzipien an, die Ihre Belege mit Ihrer Behauptung verbinden.



Ergebnis	4	3	2	1
ANTRAG Eine Aussage, die die ursprüngliche Frage/Problemstellung beantwortet.	Er macht eine klare, genaue und vollständige Angabe.	Erhebt einen genauen und vollständigen Anspruch.	Stellt eine genaue, aber unvollständige oder vage Behauptung auf.	Stellt eine Behauptung auf, die unzutreffend ist.
BEWEISE Daten aus dem Experiment, die die Behauptung stützen. Die Daten müssen relevant und ausreichend sein, um die Behauptung zu stützen.	Alle vorgelegten Beweise sind hochgradig relevant und eindeutig ausreichend, um die Behauptung zu untermauern.	Bietet Beweise, die relevant und ausreichend sind, um die Behauptung zu stützen.	Enthält relevante, aber unzureichende Beweise zur Unterstützung der Behauptung. Kann einige nicht-relevante Beweise enthalten.	Liefert nur Beweise die den Anspruch nicht stützen.
REASONING Erklären Sie, warum Ihre Belege Ihre Behauptung stützen. Dies muss wissenschaftliche Prinzipien/ Wissen, das Sie über das Thema haben, beinhalten um zu zeigen, warum die Daten als Beweis gelten.	Bietet eine Argumentation, die die Beweise klar mit der Behauptung verbindet. Einschlägige wissenschaftliche Prinzipien sind gut in die Argumentation integriert.	Bietet eine Argumentation, die die Belege für die Behauptung. Einschlägige wissenschaftliche Grundsätze werden erörtert.	liefert eine Argumentation , die Beweise mit der Behauptung verbindet, aber nicht einschlägige wissenschaftliche Grundsätze einbezieht oder sie falsch verwendet.	Er liefert eine Argumentation, die Beweis nicht mit der Behauptung verbindet. Bezieht relevante wissenschaftliche Prinzipien nicht ein oder verwendet sie falsch.

Wir empfehlen den Lehrkräften, die folgende Skala bei der Bewertung dieser Aufgabe anhand der Rubrik zu verwenden. Die Lehrkräfte können diese Skala nach Belieben an ihre Erwartungen anpassen.

Bewertung in der Rubrik	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Äquivalent	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100