

# GENETIK



## **BioKit Evolutionsspiel**

Nach Prof. R.C. Stebbins und B. Allen

**Art. 465.501**

**Anleitung für den Lehrer**

**Schlüter Biologie**

# Evolutionsspiel

Art. 465.501

Modellversuche zur natürlichen Auslese, entwickelt von Professor R. C. Stebbins und B. Allen

## Inhalt des Kits:

10 verschiedenfarbige Chips  
5 verschiedenfarbige Chips  
3 verschiedenfarbige Chips  
1 Farbbrille  
1 Augenklappe  
1 Schicksalskarte



2 Umweltunterlagen (Stoffe)  
1 Plastikstreudose  
Anleitung für den Lehrer  
1 Würfel  
1 Kopiervorlage f. Diagrammbogen (Protokoll)  
1 Plastikkoffer mit Einlagen

## Die wichtigsten Übungen sind:

### A GRUNDVERSUCH

### B ADAPTIVE RADIATION

### C MUTATION

### D AUSLESEWIRKUNG AUF DIE RÄUBER

Evolution durch natürliche Auslese ist eines der wichtigsten Themen der modernen Biologie. Das „Evolutionsspiel“ wurde entwickelt, um das nicht immer einfache Verständnis dieses Prozesses durch eigene Übungen zu erfahren. Die theoretischen Kenntnisse über die Vorgänge der Evolution und natürlichen Auslese werden als bekannt vorausgesetzt.

Die Auslese wird mit Hilfe von Umweltunterlagen, welche speziell auf diese Versuche abgestimmt sind, simuliert, indem verschiedenfarbige sowie verschieden gezeichnete und geformte Chips auf den Unterlagen verstreut werden. „Raubtiere“ – (Schüler) - fallen dann über diese Population her und entfernen 75 % davon. Die restlichen vermehren sich wieder auf ihre ursprüngliche Anzahl. Dabei wird der Einfachheit halber die ungeschlechtliche Fortpflanzung simuliert. Diesen Vorgang wiederholen die Schüler 2 – 3 mal, so dass die „Überlebenden“ eine Population darstellen, welche sich „getarnt“, also dem Farbschema des Untergrundes angepasst hat.

Die Anpassung der **Farbe** an den Untergrund ist methodisch besonders einprägsam. Es darf jedoch nicht versäumt werden, die Schüler darauf hinzuweisen, dass die natürliche Auslese von einer **Vielzahl** von Eigenschaften der Individuen bestimmt wird, z.B. Eigenschaften physiologischer, biochemischer, struktureller Nähe usw.

## A GRUNDVERSUCH ZUR NATÜRLICHEN AUSLESE

Die Durchführung dieses Auslese-Experimentes über 2 Generationen benötigt ca. 20 Minuten

Die nachfolgende Anleitung geht von 5 Teilnehmern als „Räuber“ aus. Wenn weniger oder mehr Schüler die Chips von der Unterlage sammeln, dann müssen die hier genannten Zahlenverhältnisse der Chips bzw. die Gesamt-Chipzahl geändert werden (auch im Protokoll)

1. Breiten Sie die Unterlage auf einem Tisch aus, der von mehreren Seiten zugänglich ist und prüfen Sie, ob die Beleuchtung richtig ist. Das Licht abdunkeln, falls sich die Schnitzel zu sehr abheben. Zu helle Beleuchtung (Prof. Stebbins weist ausdrücklich drauf hin) ergibt verfälschte Ergebnisse. Ebenso zu große Dunkelheit.
2. Von den linsenförmigen, ungestrichelten Chips gibt es 10 verschiedene Farben. Zählen Sie von jeder Farbe 10 Chips ab (zusammen 100 Chips) und geben Sie diese in die Streudose. Deckel schließen.
3. Die Teilnehmer stellen sich mit dem Rücken zur Unterlage um den Tisch, damit sie die Verteilung der Chips nicht beobachten können.
4. Der Spielführer schüttelt die 100 Chips mit der Streudose gleichmäßig über dem Stoff aus (Streudose schräg halten, damit nicht zu viele auf einmal herausfallen). Sollten sich Chips an einer Stelle häufen, verteilen Sie diese mit der Handfläche **gleichmäßig** über den Stoff
5. Auf Kommando des Spielleiters beginnt jeder Teilnehmer so schnell wie möglich mit dem Auflesen der Chips. Diese müssen **einzel**n aufgesammelt und **einzel**n in die hohle Hand oder in ein Schälchen gelegt werden. Die Schüler dürfen sich nicht nach unten beugen, sondern in aufrechter Haltung sammeln. Die Chips können von jeder beliebigen Stelle der Unterlage entfernt werden, aber nie durch Tastsinn (also nicht mit der Hand über die Decke streichen). Jeder Schüler sammelt genau 15 Chips auf. Wer diese Anzahl zuerst erreicht hat, ist der tüchtigste Räuber und hört auf. Insgesamt werden 5 x 15 Chips, also 75 % aufgelesen.

6. 25 bleiben übrig (25 %). Sie werden von der Unterlage heruntergeschüttelt, nach Farben geordnet, gezählt und vom Spielleiter protokolliert. (Achten Sie darauf, dass wirklich alle Schnitzel herunterfallen). Falls mehr als 25 Chips „überlebt“ haben, werden sie nochmals auf der Unterlage verteilt und die überzähligen wie oben abgesammelt oder sie reduzieren willkürlich. Falls es weniger sind, ergänzen Sie wahllos auf 25 Chips.
7. Nun komplettieren Sie wieder auf 100 Chips. Jeder „überlebende“ Chip hat 3 Nachkommen. Blieden z.B. 79 grüne Chips übrig, dann müssen Sie 21 grüne dazugeben, so dass sich in der Nachfolgegeneration insgesamt 28 grüne Chips befinden usw.
8. Nun wiederholen Sie den Auslesevorgang ein oder mehrere Male. (Schütteln Sie die Chips im Streuröhrchen stets gut durch) und protokollieren Sie die Ergebnisse. Schon in der 2. Generation ist der Auslesevorgang klar erkenntlich. Besprechen Sie die Ergebnisse.
9. Sortieren Sie am Ende der Übungen die Chips wieder farblich getrennt in die Klarsichtschachteln ein.

### B ADAPTIVE RADIATION

Nacheinander oder parallel zum Grundversuch auf der einen Umweltunterlage werden dieselben Übungen auf der 2. anders farbigen Unterlage durchgespielt. Beim Vergleich beider Ergebnisse zeigt sich, wie aus demselben „genetischen Material“ Organismengruppen entstehen können, die an verschiedene Umwelten angepasst sind. (Schulbeispiel Darwinfinken).

### C MUTATION

Diese lässt sich am anschaulichsten demonstrieren, wenn Sie aus einer angepassten Population (etwa 2. Generation) von einer reichlich vertretenen Farbe 3 bis 5 Chips entfernen und dafür die gleiche Anzahl Mutanten hinzufügen  oder 

In der Regel werden die Mutanten schnell ausgemerzt.

Sie können aber auch erhalten bleiben und sich in der Population ausbreiten. Wenn Sie **verschiedene** Mutanten **gleichzeitig** auf ihre Überlebensfähigkeit prüfen wollen, müssen Sie beide Mutanten in gleicher Anzahl verwenden.

Vergleichen Sie auch, ob der Selektionsvorgang auf verschiedenem Untergrund gleich oder verschieden ausfällt.

Es wäre auch interessant, eine angepasste Population auf den anderen Untergrund zu übertragen und dabei zu prüfen, ob die Mutanten möglicherweise zur Anpassung an den neuen Lebensraum beitragen.

### D GLEICHZEITIGE SELEKTION ZWEIER ODER MEHRERER EIGENSCHAFTEN

Das Überleben in natürlichen Populationen ist oft von dem Zusammenwirken mehrerer bzw. aller Individuumsmerkmale abhängig. Einige Eigenschaften können dabei, in Abhängigkeit von Zeit und Ort, eine besonders wichtige Rolle spielen. Bei unserem Grundversuch benutzten wir nur die Farbe als Auslesefaktor. Nun nehmen wir eine zweite Eigenschaft, nämlich das Muster „gestrichelt“ hinzu. Wir wählen wieder 100 Chips und zwar von 5 Farben, die auch gestrichelt vorkommen. Also, je 10 einfarbige und je 10 gestrichelte Chips der gleichen Farbe, und das 5 x. Nun wird in bewährter Weise durchgespielt. Protokollieren Sie, welche Farbe und welche Mustereigenschaft (einfarbig oder gestrichelt) die Auslese begünstigen.

### E POSITIVE SELEKTION

Nehmen wir an, die verschiedenfarbigen Chips stellen Blüten dar und die Schüler würden als Insekten, die sie bestäuben, angesehen werden. Dann stehen die erbeuteten Schnitzel für erfolgreich bestäubte Blüten. Jeder der 5 Teilnehmer liest eiligst 5 oder 10 Chips auf. Die liegengebliebenen Schnitzel scheiden aus. Anschließend reproduzieren Sie zur neuen Population von insgesamt 100 Blüten (Chips). Mit dieser Übung wird die „positive Selektion“ demonstriert. Man prüfe auch die Wirkung der farbigen Brille in bezug auf die Selektion verschiedener Blütenfarben.

## **F DAS SEHVERMÖGEN DER RÄUBER**

Es wird angenommen, dass z. B. Füchse, Löwen, Hauskatzen u.a. ein sehr begrenztes Farbsehen besitzen. Das Farbsehen ist also eingeschränkt. Die folgende Übung soll diese Wirkung demonstrieren. Wählen Sie die Unterlagen mit überwiegend grünen Farbtönen aus.

Da wir im Evolutionsspiel nur eine Farbbrille zur Verfügung haben, können an dieser Übung nur 2 Teilnehmer mitwirken. Die anderen beobachten die unterschiedlichen Ergebnisse mit. Ein Schüler selektiert so schnell wie möglich 75 von 100 Chips von der Unterlage und wiederholt dies mindestens noch ein zweites Mal. Anschließend wählt ein anderer Schüler oder derselbe bei den gleichen Farbkombinationen der Chips, aber mit aufgesetzter **roter Brille** aus. Die unterschiedlichen Ergebnisse werden besprochen.

## **G AUSLESEWIRKUNG AUF DIE RÄUBER**

Selbstverständlich gibt es auch eine Auslesewirkung auf die Populationsgröße der Räuber in Abhängigkeit vom Fresserfolg. Zur Demonstration dieses Auslesevorgangs benötigen wir die Schicksalskarte, die Farbbrille, eine Augenklappe und den Würfel. Genetisch bedingte oder durch Umweltfaktoren hervorgerufene Bevorzugungen und Beeinträchtigungen im Fangvermögen werden simuliert. Es werden wieder 100 Chips von 10 verschiedenen Farben ausgestreut. Benutzen Sie zu dieser Übung die Umweltunterlage, in welcher die Grüntöne überwiegen (da sonst die Negativwirkung der roten Brille kaum zum Tragen kommt). Jeder der 5 Schüler erwürfelt sich eine Nummer der Schicksalskarte. Sie können veranlassen, dass jede Nummer nur einmal vergeben wird oder auch mehrfach, dann scheidet andere Nummern aus. (Wir besitzen allerdings nur 1 Brille und nur 1 Augenklappe). Es geht jetzt darum, dass auf Kommando jeder Teilnehmer unter Einhaltung der Schicksalskarten-Regel so schnell wie möglich 15 Chips einsammelt. Sie können festlegen, dass eine bestimmte Anzahl von Beutetieren in einer bestimmten Zeit gefangen werden muss. Wer dies nicht schafft, scheidet aus. Da diese Werte von den jeweiligen äußeren Gegebenheiten (z.B. Beleuchtung, Art der Unterlage etc.) abhängen und weil meist wenig Zeit zur Verfügung steht, um all dies zuvor zu testen, empfehlen wir ein simpleres Verfahren, - nämlich, dass einfach der Langsamste ausscheidet. Dieselben Chips werden wieder ausgestreut. Auf diese Weise können Sie, bei mehrfacher Wiederholung, eine Auslese der Räuber demonstrieren. Allerdings entspricht sie nicht der Wirklichkeit, weil ja eine Vermehrung der Fangtüchtigen fehlt. Der Wirklichkeit zwar auch nicht entsprechend, aber doch um einiges anschaulicher könnten Sie verfahren, wenn der Ausscheidende die Fangeigenschaften des jeweils Fangbesten übernimmt und mit diesem zusammen weiterspielt. So verändert sich die Population nach und nach in Richtung der fangtüchtigsten Räuber. Dass in freier Natur eine Begrenzung der Vermehrungsquote der Räuber eintritt, liegt u.a. an dem begrenzten Nahrungsangebot und ist in erster Linie ein ökologisches Problem.

## **H GRÜNDERPRINZIP**

Schließlich wollen wir nicht versäumen, auf die Möglichkeit zu verweisen, das „Gründerprinzip“ zu simulieren. Dazu benötigen Sie allerdings wesentlich mehr Chips, als im Evolutionsspiel angeboten. Ca. 40 – 50 verschiedene „Typen“, die Sie aus farbigen Bögen am besten mit einem Locher herausstanzen.

Ein Beispiel ist die zufällige Verdriftung einiger Vertreter einer Population vom Festland auf eine entlegene Insel. Dort pflanzen sie sich fort, und wenn keine weiteren Ansiedler hinzukommen, dann kann die natürliche Auslese sich nur auf das genetische Material der Gründerindividuen auswirken.

Legen Sie je 1 Chiptyp in einen Behälter, der den ursprünglichen Ort des Vorkommens darstellen soll. Aus der Vielfalt der „Veranlagungen“ wählen Sie 10 aus, diese sind zufällig auf der Insel gelandete „Individuen“. Nun müssen Sie jeden Farbton dieser Ansiedlerpopulation auf 10 erhöhen und die Auslese wenigstens bis zur 2. Generation durchführen. – Wiederholen Sie anschließend die Übung, in dem Sie von der **gleichen!!** Zusammenstellung der Chips im Behälter wie am Anfang ausgehen, aber erneut wahllos 10 Farbtypen herausnehmen. Vergleichen Sie die Endpopulation aus Übung 1 und 2 und besprechen Sie die Ergebnisse, die durch die zufällige Auswahl der Ausgangsproben entstanden sind.