

## Methodisch-didaktische Hinweise

### Warum wird der Kabeljau immer kleiner?

#### Die Simulation

Die vorliegende Simulation dient dazu, den Schülerinnen und Schülern Ursachen und Auswirkungen der Selektion quantitativer Merkmale auf genetischer Ebene zu verdeutlichen. Dazu wird hier ein gut dokumentiertes Beispiel für die vom Menschen verursachte Evolution genutzt: die Abnahme der Körpergröße des Kabeljau (*Gadus morhua*) (z.B. Hutchings 2005).

Grundsätzlich stehen verschiedene Simulationen im Bereich Evolution zur Verfügung, die sich deutlich darin unterscheiden, wie sie die Effekte von Variation und Selektion auf evolutionären Wandel simulieren. Der bekannteste Simulations-Typ besteht in unspezifischen Räuber-Beute Systemen, in denen farbige Objekte von unterschiedlich gefärbtem Untergrund aufgenommen werden sollen, mit dem Ergebnis, dass sich die besser angepassten Organismen gegenüber den schlechter angepassten Organismen durchsetzen (vgl. Stebbins & Allen 1975, o.J.). Dieser Simulations-Typ demonstriert lediglich die phänotypische Veränderung innerhalb einer Population (Makro-Ebene), verdeutlicht aber nicht auf genetischer Ebene (Mikro-Ebene) die Ursachen und Auswirkungen der Selektion.

Ein anderer Simulations-Typ beschäftigt sich mit der genetischen Basis von Variation und evolutivem Wandel. Die Simulation von Allen & Wold (2009) thematisiert z.B. die Abnahme der Körpergröße beim Kabeljau, indem verschieden große Bohnen, Erbsen und Linsen durch ein Sieb gegeben werden. Die wiederholte Durchführung soll demonstrieren, dass gröbenselektiver Fischfang zu einer Abnahme der Körpergröße der überlebenden Fische führt. Diese Simulation ist problematisch, da die Materialien – nach Angabe der Autoren dieser Simulation – gleichzeitig Gene und Organismen symbolisieren. Zum anderen wird die Körpergröße des Kabeljau durch additive polygenetische Varianz determiniert und nicht durch ein einzelnes Gen.

In der vorliegenden Simulation wird die Körpergröße des Kabeljau durch insgesamt 3 Gene bestimmt, die alle den gleichen Einfluss auf die Größe des Individuums nehmen. Die Anzahl der Gene ist in diesem Fall ein Ergebnis der didaktischen Reduktion, in der Realität sind weit mehr Gene an der Ausprägung des Merkmals beteiligt. Für jeden Genort nehmen wir in dieser Population das Auftreten von 4 verschiedenen Allelen an, die sich in ihrem Beitrag zur Größe unterscheiden. Ebenfalls aus Gründen der didaktischen Reduktion werden die verschiedenen Gene und ihre Allele durch die gleichen Chips dargestellt. Verschiedene Gene durch verschiedene Formen darzustellen, wäre eindrücklicher, dies würde aber den Aufwand der Simulation erhöhen und die Durchführung verkomplizieren! Diese didaktische Reduktion sollte aber im Unterricht thematisiert werden!

Die Genloci werden zufällig mit Allelen besetzt und die Körpergröße der Tiere berechnet. Die Bedeutung des Zufalls ist den Schülern in diesem Zusammenhang ausdrücklich klar zu machen! Die Chips müssen aus dem Säckchen gezogen und immer 6 pro Fisch verteilt werden, ohne die Allele näher zu betrachten oder sogar auszuwählen, um zu verhindern, dass bewusst große oder kleine Fische zusammengestellt werden!

Anschließend werden die größten Fische gefangen und ihre Allele aus dem Genpool der Population entfernt, während die verbleibenden Allele durch simulierte sexuelle Reproduktion vermehrt (verdoppelt) werden. Dadurch wird veranschaulicht, wie sich Allelfrequenzen über Generationen hinweg verändern, wenn ein gerichteter Selektionsdruck auf die Körpergröße einwirkt. Diese Simulation trägt dem Phänomen der additiven polygenetischen Varianz

Vom Menschen verursachte Evolution – Warum wird der Kabeljau immer kleiner? (Methodisch-didaktische Hinweise)

Rechnung, die vielen quantitativen Merkmalen zugrunde liegt, wie z.B. Körpergröße, Körpergewicht oder der Länge von Extremitäten.

**Zur Durchführung:**

Als Einstieg in die Thematik eignet sich z.B. der Dokumentarfilm „Der Fall des schrumpfenden Kabeljaus“ (ca. 8min., [www.evolution-of-life.com](http://www.evolution-of-life.com)).

Es wird empfohlen, die Klasse in Kleingruppen mit jeweils maximal 5 Schülerinnen und Schülern zu unterteilen. Für die Durchführung der Simulation und Besprechung der Ergebnisse sind ca. 90min. einzuplanen.

Pro Gruppe benötigen Sie die folgenden Materialien, die zum Download zur Verfügung stehen:

- Arbeitsmaterialien bestehend aus  
Beschreibung des Phänomens, Spielanleitung, Vorlagen für Tabelle und Diagramm
- 1 Spielfeld (das Spielfeld besteht aus 2 DIN A4-Bögen, die zusammengeklebt werden müssen)

Pro Gruppe benötigen Sie folgende zusätzliche Materialien:

- 1 undurchsichtiger Beutel, z.B. Leinenbeutel
- Spielchips, Durchmesser ca. 15mm (siehe Beispielabbildung): es werden pro Gruppe 4 Farben zu jeweils 60 Chips benötigt (60 x Rot, 60 x Gelb, 60 x Schwarz, 60 x Blau); bei 4 Gruppen wären dies beispielsweise insgesamt 240 Chips pro Farbe.
- Alternativ zu den Spielchips könnten auch bunte Schokolinsen verwendet werden.



**Literatur:**

- Allen, J. H., Wold, J. (2009). Investigating Contemporary Evolution via Size-Selective Harvest. The American Biology Teacher 71(3): 151-155.
- Hutchings, J.A. (2005). Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 62: 824-832.
- Stebbins, R.C., Allen, B. (1975). Simulating Evolution. The American Biology Teacher (4): 206-211.
- Stebbins, R.C., Allen, B. (o.J.). BioKit Evolutionsspiel. Schlüter Biologie.

Dokumentarfilm / Produktion: LMU München (2009). *Der Fall des schrumpfenden Kabeljaus* <http://www.evolution-of-life.com/de/beobachten/video/fiche/the-case-of-the-shrinking-cod.html> (letzter Zugriff: September 2012)