

Warum wird der Kabeljau immer kleiner?

Das Phänomen:

Einige Kabeljaubestände sind im 20. Jahrhundert über viele Jahrzehnte hinweg intensiv befischt worden. Auf Grund der Maschengröße der Netze wurden dabei vor allem die großen Exemplare besonders häufig gefangen. Mit der Zeit stellte man fest, dass nicht nur Anzahl der Fische kontinuierlich abnahm, sondern auch ihre Durchschnittsgröße. Diese Größenabnahme war nicht nur auf ein geringeres Alter der Tiere zurück zu führen, auch alte Tiere erreichten nicht mehr die Größe vorangegangener Populationen. Damit sich die Bestände wieder erholen, wurde in einigen Gebieten der Kabeljaufang eingestellt. Dabei hoffte man, dass die Tiere mit der Zeit wieder die Größen erreichen würden, wie vor der Befischung. Allerdings musste man feststellen, dass dies nicht der Fall war. Die Durchschnittsgröße der Fische nahm gar nicht oder nur langsam wieder zu.

Das Simulationsspiel soll helfen, die genetische Grundlage dieses Phänomens zu verstehen.

Die Genetik der Größe:

Wie viele andere Merkmale, die bei den Individuen einer Population eine kontinuierliche Varianz aufweisen (sogenannte quantitative Merkmale), hängt auch die Größe bei Tieren nicht von einem einzigen Gen ab. Vielmehr trägt eine ganze Reihe von Genen zur Größe bei. Da sich die Wirkungen der einzelnen Gene auf die Ausprägung des Merkmals Körpergröße addieren, spricht man bei einer solchen Vererbung von additiver genetischer Varianz. Von jedem Gen, das zur Größe beiträgt, kann es in einer Population eine Reihe verschiedener Allele geben, die sich in ihrem jeweiligen Beitrag zur Körpergröße unterscheiden. Die Größe, die ein Tier erreicht, hängt also neben verschiedenen Umweltfaktoren vor allem davon ab, welche Allele ein Individuum besitzt.

In dem Simulationsspiel wird die Wirkung von Selektion auf ein quantitatives Merkmal dargestellt, dessen Ausprägung von drei verschiedenen Genen mit jeweils 4 verschiedenen Allelen determiniert wird.

Warum wird der Kabeljau immer kleiner?

Spielanleitung:

In unserer **Modellpopulation** sind **3 verschiedene Gene** (A, B und C) für die Größe eines Fisches zuständig. Jedes Gen hat zwei Genorte und für jeden dieser Genorte treten in der Population jeweils **4 verschiedene Allele** (Varianten von Genen) auf. Um den Ablauf des Spiels zu vereinfachen, werden die 4 Allele jedes Gens durch die gleichen Chips symbolisiert. Die Farbe jedes einzelnen Allels gibt an, wie stark es zur Größe eines Individuums beiträgt. Die Größe eines Individuums wird bestimmt, indem man den Beitrag aller 6 Allele addiert.

Rotes Allel	4 Größeneinheiten
Gelbes Allel	3 Größeneinheiten
Schwarzes Allel	2 Größeneinheiten
Blaues Allel	1 Größeneinheit

1. Zunächst wird der Genpool der Ausgangspopulation (Generation 1) vorbereitet, indem die Allele der Ausgangspopulation in ein undurchsichtiges Säckchen geben werden. Die Population startet in einem Zustand, in dem von allen Allelen für jedes Gen gleich viele vorhanden sind. Für 10 Fische werden insgesamt 60 Allele benötigt, **in das Säckchen werden also von jeder Farbe 15 Chips gegeben.**
2. Nun werden die Allele auf die Ausgangspopulation verteilt. **Für jeden Fisch werden 6 Chips zufällig (!) und ohne hinzuschauen aus dem Säckchen gezogen** (für jedes Gen zwei Allele) und auf die verschiedenen Genorte **dieses Fisches** gelegt. Sind die Genorte aller Fische besetzt, kann die Größe jedes Individuums bestimmt werden, indem der Beitrag der Allele addiert und in die Tabelle und das Diagramm eingetragen wird. Ein Tier kann maximal 24 (an allen Genorten nur rote Allele) und minimal 6 Größeneinheiten groß sein (nur blaue Allele).
3. **Nun werden die 5 größten Individuen der Population weggefischt.** Da die Tiere sterben, ehe sie sich fortgepflanzt haben, **werden ihre Allele vom Spielplan entfernt** (sind mehrere Individuen gleich groß, wird durch Zufall - z.B. Münzwurf, Würfeln etc. - bestimmt, welches entfernt wird und welches bleibt). **Die übriggebliebenen Individuen können sich nun vermehren. Dazu werden die verbliebenen Allele verdoppelt und wieder in das Säckchen gegeben,** sodass anschließend in jedem Säckchen wieder 60 Allele sind.
4. Dann werden die Allele für die 2. Generation verteilt (siehe 2.). Wieder wird die Größe jedes Individuums bestimmt und in die Tabelle sowie das Diagramm eingetragen. **Zusätzlich wird bestimmt, wie viele Allele jeder Farbe im Genpool dieser Population vorhanden sind und die Zahlen in der Tabelle notiert** (in Generation 1 waren jeweils 15 der 4 Allele im Säckchen).
5. Nun wird wieder gefischt und die 5 größten Individuen werden entfernt. Wieder vermehren sich die übriggebliebenen und die Verteilung der Allele für die neue Generation vorgenommen.
6. Dieser Zyklus (Schritt 2-5) wird für insgesamt 4 Generationen durchgeführt.

Warum wird der Kabeljau immer kleiner?

- Tragt die ermittelte Körpergröße für jeden Fisch in die Tabelle ein und errechnet die Summe der Körpergröße aller 10 Fische sowie die durchschnittliche Größe der Fische.
- Bestimmt den jeweiligen Anteil der Allele in jeder Generation.
- Tragt die Körpergrößen der Fische jeder Generation auch in die Grafik ein.
- Diskutiert das Ergebnis in eurer Gruppe: Warum wird der Kabeljau immer kleiner?

	Generationen			
	1	2	3	4
Fisch 1				
Fisch 2				
Fisch 3				
Fisch 4				
Fisch 5				
Fisch 6				
Fisch 7				
Fisch 8				
Fisch 9				
Fisch 10				

Gesamt				
Durchschnitt				

Anteil der Allele				
Rot	15			
Gelb	15			
Schwarz	15			
Blau	15			

Vom Menschen verursachte Evolution – Warum wird der Kabeljau immer kleiner? (Aufgabe)

