

Evolution: alles zusammen

Was muss zusammenkommen, damit sich eine Population verändert?

Drei Zutaten, und keine ist entbehrlich

Zutat	Was sie beiträgt
Reproduktion	Überlebende Falter pflanzen sich fort und geben ihre Färbung an die nächste Generation weiter.
Variation	Durch Mutation weichen die Nachkommen leicht von den Eltern ab, heller oder dunkler. So entsteht die Vielfalt, auf die alles Weitere angewiesen ist.
Selektion	Wer auffällt, wird gefressen. Wer sich tarnt, überlebt häufiger, ganz ohne Absicht.

Der Birkenspanner ist ein Nachtfalter, der tagsüber regungslos auf Baumrinde sitzt. In der Simulation trägt jeder Falter ein Gen für seine Färbung, eine Zahl von 0 (kreideweiß) bis 1 (rußschwarz).

Derselbe Mechanismus, zwei Auswählende

In Tab 1 wählst **du** aus, wie ein Züchter. In Tab 2 übernimmt der Vogel, und es passiert genau dasselbe, ganz von allein.

Frage	Zuchtwahl (Tab 1)	Natürliche Selektion (Tab 2)
Wer wählt aus?	eine Absicht	die Umwelt, ohne Ziel
Was läuft gleich ab?	Nur bestimmte Falter bekommen Nachkommen, die Nachkommen variieren leicht, der Durchschnitt verschiebt sich.	genau dasselbe

Auch der Preis der Zuchtwahl wird sichtbar: Wählst du zu wenige Eltern aus, schrumpft die Population. Das ist ein **Zuchtengpass**.

Die Umwelt gibt die Richtung vor

Auf kreideweißer Rinde setzen sich die hellen Falter durch. Legt sich Ruß auf die Bäume, kehrt sich das um, und die Population wird dunkel. Stellst du den Rußgrad mitten im Lauf wieder auf hell, wird sie über einige Generationen wieder heller.

Selektion hat keine Erinnerung und kein Ziel. Sie bevorzugt immer das, was gerade jetzt am besten getarnt ist. Ändert sich die Umwelt, ändert sich die Richtung der Anpassung.

Der Satz, auf den alles hinausläuft

„Die Falter haben sich dunkel gefärbt, weil die Rinde dunkel wurde“ ist biologisch falsch. Kein einzelner Falter ändert seine Farbe. Es gab von Anfang an hellere und dunklere Tiere; auf dunkler Rinde überleben die dunkleren häufiger und vererben ihre Färbung. **Nicht das Individuum passt sich an, sondern die Population verändert sich über Generationen.**

Und wenn eine Zutat fehlt?

Stellst du den Räuberdruck auf 0, schwankt der Durchschnitt zufällig hin und her, ohne klare Richtung. Das ist **Gendrift**, und dabei entsteht keine Anpassung. Ohne Mutation wiederum hätte die Selektion keine Unterschiede, auf die sie wirken könnte. Erst Reproduktion, Variation und Selektion zusammen ergeben eine gerichtete Veränderung.

Was das Modell vereinfacht

Die Färbung ist hier ein stufenloses Merkmal mit einem Zahlenwert. Real ist sie beim Birkenspanner überwiegend ein Ein-Gen-Merkmal, bei dem dunkel dominant vererbt wird.