

Die *synthetische Evolutionstheorie* beruht auf der Konkurrenz der Individuen um die knappen Ressourcen und damit ums Überleben, ein „*struggle for life*“. Diejenigen Individuen, die in dieser Konkurrenzsituation gegenüber anderen Individuen einen Vorteil haben, erhöhen ihre Überlebenschancen.

DARWIN prägte hierfür den Begriff *Survival of the fittest*, also das Überleben der am besten Angepassten. Solche Individuen besitzen eine höhere *reproduktive Fitness* (= Fortpflanzungserfolg) als ihre Konkurrenten und zeugen statistisch eine höhere Rate überlebender Nachkommen. An die Nachkommen werden dafür verantwortliche günstige genetische Eigenschaften mit relativ großer Wahrscheinlichkeit auch weiter vererbt. Die am besten Angepassten setzen sich deshalb auch evolutiv durch.

Die Konkurrenz um die Ressourcen tritt zwischen den Individuen derselben Art auf, der **innerartliche Konkurrenz**.

Aber auch die Individuen verschiedener Lebensformen konkurrieren um die Ressourcen. Eine Konkurrenzsituation setzt voraus, dass die betroffenen Individuen im selben Gebiet leben. Alle Individuen derselben Art, die im selben Gebiet leben und über sexuelle Vermehrung potentiell Nachkommen produzieren können, bilden eine **Population**, also eine **Fortpflanzungsgemeinschaft**. Die innerartlichen Konkurrenz in der Population und die Selektion der am besten Angepassten beruht darauf, dass sich die Einzelindividuen in ihren Merkmalen voneinander unterscheiden. Es gibt also eine innerartliche Variabilität in bestimmten Merkmalen. Die Gesamtheit aller Merkmale eines Organismus wird dabei auch als **Phänotyp** bezeichnet. Die Merkmale bezieht sich äußerlich sichtbaren Merkmale, beispielsweise Körperbau oder Zahnlänge aber auch auf physiologische Merkmale, etwa die Menge produzierter Verdauungsenzyme oder die Anzahl roter Blutzellen.

1. Ursachen innerartlicher Variabilität

1.1 Modifikatorische Variabilität am Beispiel der Pantoffeltierchen

Pantoffeltierchen sind einzellige Organismen, die vor allem in Süßwasser vorkommen.



Abb. 1 Pantoffeltierchen (*Paramecium aurelia*). Q: wikicommons A: Barfooz

Eine Pantoffeltierchen kann sich durch einfache Zellteilung vermehren. Aus einem einzelnen Individuum können sehr viel Nachkommen hervorgehen. Alle Individuen besitzen das gleiche Erbgut, also denselben **Genotyp**.

Trotz gleichen Genotyps aller Individuen, unterscheiden sich die einzelnen ausgewachsenen Zellen in der Länge. Hier spiegeln sich die verschiedenen wachstumshemmenden und wachstumsfördernden Umwelteinflüsse wider.

Bei sehr ungünstigen Umweltbedingungen kann die Zelle nur zu einer Länge von 136 µm heranwachsen. Dazu gehören beispielsweise ein niedriger Sauerstoffgehalt im Gewässer oder auch Stress durch grelle Sonneneinstrahlung. Sie wirken sich ungünstig für das Wachstum aus.

Besonders wachstumsfördernde Umwelteinflüsse können hingegen zu einer Maximallänge vom ca. 200 µm führen. Förderlich für das Wachstum ist unter anderem gedämpftes Licht, eine gleichbleibende Temperatur und ein pH-Wert von pH = 7 – 8. Da jedoch die meisten Individuen sowohl günstigen als auch ungünstigen Faktoren unterliegen, sind die Tiere mittlerer Länge am häufigsten.

Wird irgendeines der Individuen als Ausgangstierchen für eine neue Vermehrungslinie ausgewählt, so resultiert in der Nachkommenschaft wieder dieselbe Verteilung der Zellgrößen. Dies gilt unabhängig von der Größe des Ausgangsindividuums. Wiederum hängt die Länge des Nachkommens von den vorherrschenden Umgebungsvariablen ab und es resultiert eine Normalverteilung der Messwerte.

Allgemein wird ein durch Umweltfaktoren verursachter Phänotyp auch **Modifikation** genannt. Durch die Umweltfaktoren werden die Gene nicht verändert, eine Modifikation kann daher – anders als eine Veränderung durch Mutation – nicht vererbt werden. Die durch Umweltfaktoren verursachten Unterschiede im Phänotyp werden in ihrer gesamten Breite auch als **modifikatorische Variabilität** oder auch **phänotypische Plastizität** bezeichnet.

1.2 Genetische Variabilität

Pantoffeltierchen können sich auch in ihrem Genotyp unterscheiden. Lässt man die gleichen Umweltbedingungen auf Pantoffeltierchen unterschiedlichen Genotyps einwirken, so sind auch hier zu Variationen in der Länge und auch in anderen Merkmalen zu beobachten. Die genetisch bedingten Unterschiede im Phänotyp oder in einem Einzelmerkmal wird als **genetische Variabilität** bezeichnet.

1.3 Verknüpfung beider Variabilitäten

Zu der unter natürlichen Bedingungen beobachtbaren Gesamtvariabilität einer Population, tragen sowohl die *genetische Variabilität* als auch die *modifikatorische Variabilität* bei.

Das sich insgesamt ergebende Muster in einem Häufigkeitsdiagramm ergibt typischerweise einer glockenförmige Kurve (**Glockenkurve**). Diese Art der Häufigkeitsverteilung wird deshalb auch als **Normalverteilung** bezeichnet.

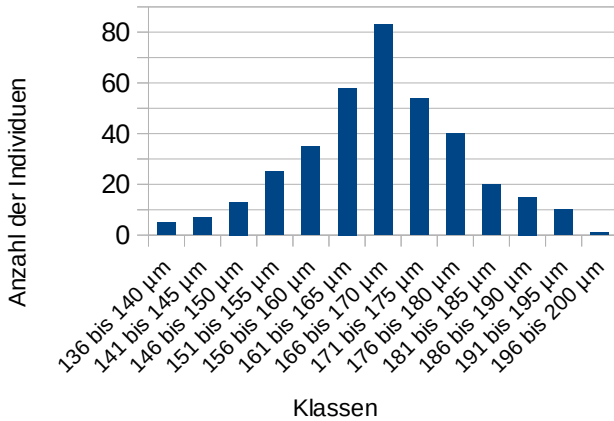
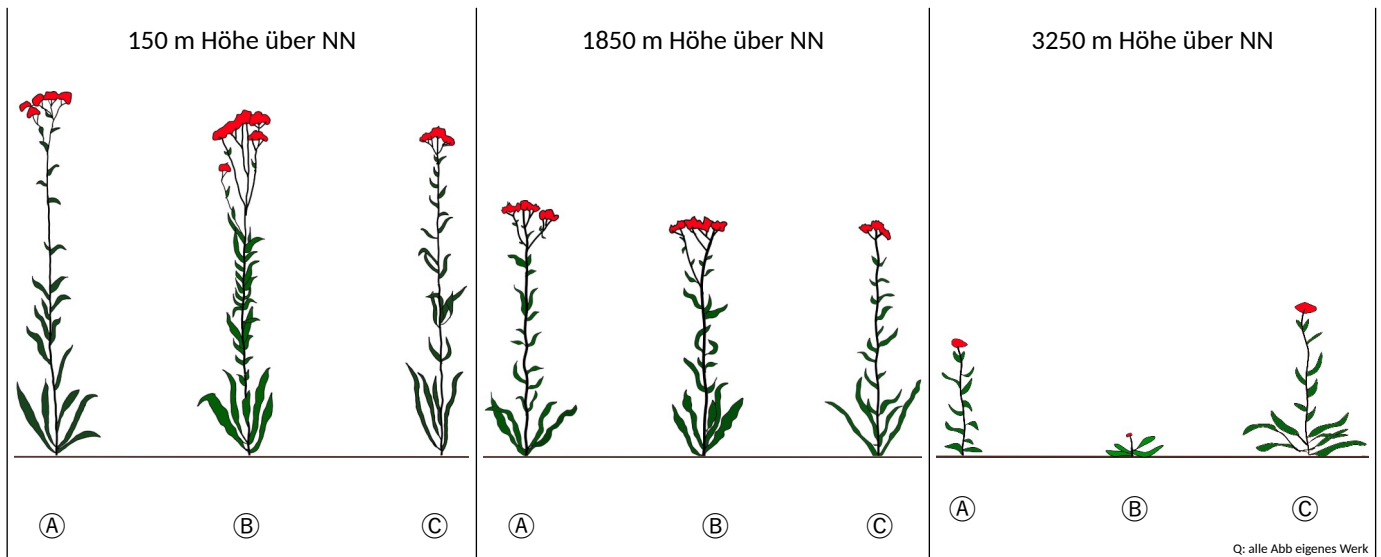


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Zelllängen (n = 366) Q: e.W.

2. Aufgabe: Identifizierung der beiden Variabilität-Arten

Eine junge Pflanze kann man vermehren, wenn man sie vorsichtig der Länge nach teilt. Die Teilstücke wachsen wieder zu einer vollständigen Pflanze heran. Die Nachkommen dieser rein vegetativen Vermehrung werden **Ableger** genannt.

Von drei jungen Pflanzen derselben Art (A, B und C) wurden jeweils drei Ableger erzeugt. Jeweils ein Ableger wurde in unterschiedlichen Höhen eingepflanzt und nach vollständigem Heranwachsen die Wuchshöhe bestimmt. Ergebnisse:



Q: alle Abb eigenes Werk

- Erklären Sie ausführlich die Beobachtungen unter dem Aspekt der Variabilität.
- Vom Ableger B auf 3250 m Höhe werden vegetativ drei weitere Nachkommen produziert und alle drei auf 150 m Höhe angepflanzt. Welche Beobachtungen erwarten Sie?

1.1 Zeichnen Sie die hypothetische Normalverteilung, wenn extrem viele Individuen untersucht werden und die Klassenbreite dabei immer kleiner gewählt wird.

x-Achse: Zelllänge y-Achse: Häufigkeit(sdichte)