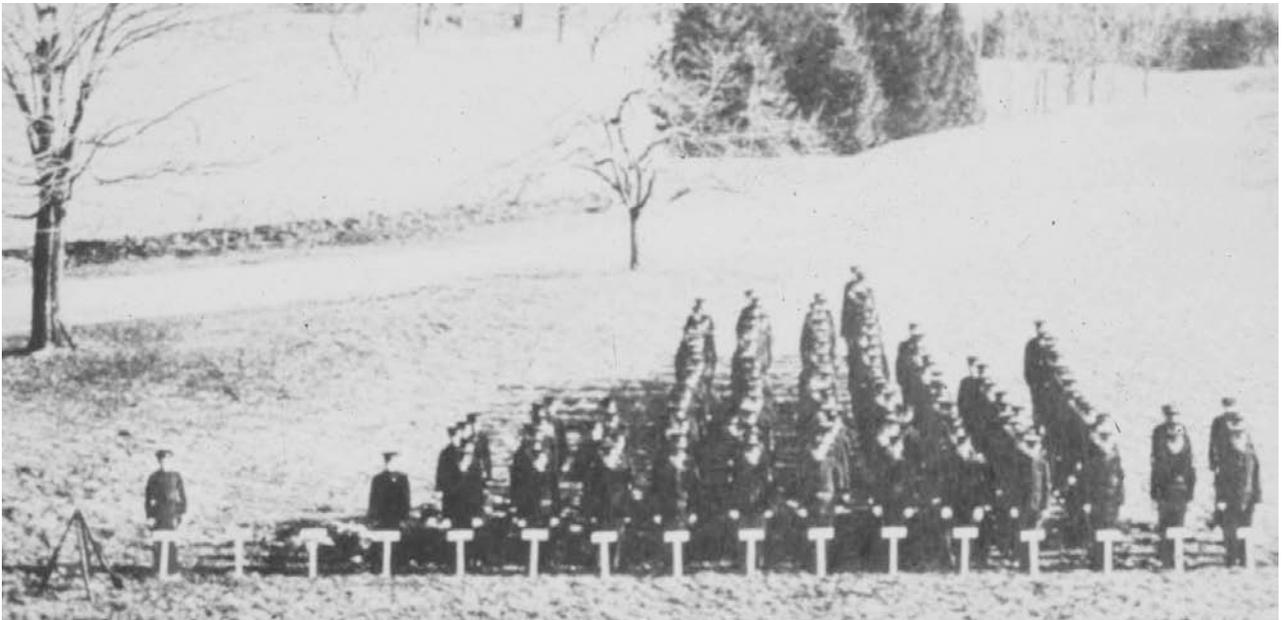


ETH Zürich

Nr. 701-245-00L

Einführung in die Populations- und Evolutionsbiologie

Bachelor-Studiengang / 3. Semester



P. Schmid-Hempel (IEE)

September 2004

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Prinzipien der Evolution und makroevolutive Muster
3. Populationsgenetik: Gene und ihre Frequenzen
4. Änderung von Genfrequenzen
5. Quantitative Genetik
6. Grundlagen der Populationsbiologie
7. Das Studium der Adaptation
8. "Life history" Theorie
9. Evolutionsstabile Strategien
10. Selektionsregimes
11. Inklusive Fitness und Soziobiologie
12. Rekonstruktion der Phylogenese
13. Der Mensch und die Evolutionsbiologie

Appendix A: Kleine Ideengeschichte

Appendix B: Glossar

Empfohlenes Lehrbuch:

Freeman S, Herron JC (2004) "Evolutionary Analysis" (3rd ed). Pearson Education (Prentice & Hall), Upper Saddle River NJ 07458

Verkauf u.a. durch Polybuchhandlung (www.polybuchhandlung.ch)

Kapitel 1

Einleitung

Evolution ist sowohl eine historische Tatsache wie auch ein Prozess, d.h. es gibt ein Muster und eine Erklärung dafür, wie dieses Muster zustande kommt. Evolution ist das vereinheitlichende Prinzip für alle lebenden Systeme; Leben lässt sich nicht erklären, ohne den Prozess der Evolution. In dieser Lehrveranstaltung sollen die grundlegenden Prinzipien des Evolutionsprozesses diskutiert werden. Wie ersichtlich wird, findet der Evolutionsprozess vor allem innerhalb von Populationen statt (Mikroevolution). Über längere Zeiträume und geografische Distanzen führt dies zur Makroevolution und bestimmt schliesslich die Vielfalt des Lebens über Raum und Zeit. Der Evolutionsprozess ist von grosser Wichtigkeit für den Menschen. Er bestimmt nicht nur unsere Umwelt, sondern hat auch vielfältige praktische Auswirkungen, z.B. in der Medizin (Antibiotika-Resistenz), Landwirtschaft (Schädlingsbekämpfung) oder im Naturschutz (Umweltveränderungen). Die Beschäftigung mit den Grundprinzipien des Evolutionsprozesses ist deshalb nicht esoterischer Selbstzweck, sondern hat unmittelbare praktische Bedeutung.

CHARLES DARWIN (1809-1882) hat als Erster die auch noch heute noch gültigen, grundlegenden Prinzipien des Evolutionsprozesses formuliert (Tab.1.1) (s. Ideengeschichte, Appendix A). Eine unvermeidliche Konsequenz der Prinzipien der Tab.1.1 ist eine Veränderung in der Zusammensetzung einer Population von Generation zu Generation. Es wird auch zu einer Zunahme vorteilhafter Varianten kommen und damit eine Anpassung der Organismen an ihre Umwelt vorstatten gehen. Dies ist DARWIN's Bild einer graduellen Veränderung über die Zeit. Dieses Bild hat sich als grundsätzlich richtig erwiesen, auch wenn wir heute sehr viel mehr wissen über die Details und die Komplexität des Prozesses. Insbesondere verstehen wir heute sehr viel mehr über die genetischen Mechanismen der Evolution, während DARWIN noch keine Kenntnis über Gene hatte. Es war die moderne Synthese aus den 1930- 1940er Jahren, welche schliesslich die Prinzipien der Mikroevolution (Tab.1.1) in Einklang mit den makroevolutiven Mustern, der Systematik und dem paläontologischen Verlauf brachte.

Tab 1.1 Die Prinzipien der Darwin'schen Evolution durch natürliche Selektion

DARWIN's Formulierung	Heutige Formulierung (Beispiel)
Individuen einer Population variieren in ihren Eigenschaften	Es gibt phänotypische Variation innerhalb einer Population
Die Variation zwischen Individuen wird zum Teil an die Nachkommen weitergegeben	Ein Teil der phänotypischen Variation stammt von (additiver) genotypischer Variation. Es gibt Heritabilität.
In jeder Generation sind einige Individuen erfolgreicher als andere im Überleben und der Reproduktion	Phänotypen unterliegen der Selektion und damit auch die entsprechenden Gene.
Unterschiede im Erfolg beruhen auf Unterschiede in den Eigenschaften der Individuen. Die erfolgreichsten Varianten werden daher natürlicherweise selektioniert.	Die Frequenz vorteilhafter Gene nimmt zu und damit auch die Frequenz der entsprechenden Phänotypen.

Phänotyp und Genotyp. Diese wichtige Unterscheidung (eingeführt von WILHELM JOHANNSEN 1857 - 1927) erlaubt es den Evolutionsprozess gut zu verstehen (Fig.1.1). Der Phänotyp umfasst die Merkmale welche für die Selektion "sichtbar" sind, im einfachsten Fall ist dies ein morphologisches Merkmal wie z.B. Körperfarbe oder Körpergrösse. Der Phänotyp ist mit dem zugrundeliegenden Genotyp verbunden über den

Prozesse der Entwicklung (Ontogenese). Er ist Träger seiner Gene, die im Falle des Erfolgs an die Nachkommen (teilweise) weitergegeben werden. Die Details dieser Zusammenhänge und Prozesse sind allerdings nicht trivial.

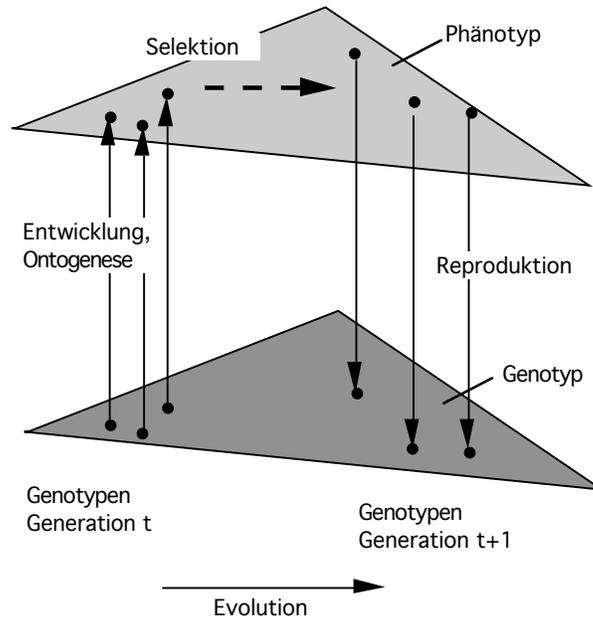


Fig 1.1 Der Evolutionsprozess. Eine Population verfügt über einen Genpool (dunkles Dreieck, unten). Individuen mit bestimmten Genotypen (Punkte auf der Fläche) entwickeln sich in juvenile und dann adulte Organismen, d.h. der Genotyp bildet einen zugehörigen Phänotyp (Punkte auf der obigen Fläche). Die Umwetzung des Genotyps in einen Phänotyp wird auch durch nicht-genetische Faktoren aus der Umwelt bestimmt. Die Gesamtheit der Phänotypen einer Population bildet den Phänotyp-Raum (helles Dreieck, oben), welcher der Selektion zugänglich ist. Selektion bewirkt, dass nur ein Teil aller möglichen Phänotypen erfolgreich ist und schliesslich reproduziert. Diese erfolgreichen Varianten steuern ihre Genotypen für den Genpool der nächsten Generation (t+1) bei.

Population. Eine Population besteht aus einer Anzahl Individuen der gleichen Art, welche sich untereinander (potentiell) fortpflanzen. In der Praxis wird die Abgrenzung meist definiert nach dem Sinn und Zweck der Studie, z.B. die Vogelpopulation des Engadins usw.. Je nach Fragestellung macht es also Sinn, die Grenzen so zu definieren, dass die Population eine möglichst abgeschlossene Gruppe im Sinne der eigentlichen Definition charakterisiert (z.B. Individuen in einem Alpental) (Fig.1.2).

Populationen werden charakterisiert mit Variablen wie Grösse (Anzahl Individuen), Dichte, Geschlechtsverhältnis, Wachstumsrate, usw. Speziell im Zusammenhang mit dem Studium des Evolutionsprozesses sind die Frequenzen verschiedener Merkmale bzw. Gene und Genotypen von Interesse. Eine Frequenz ist die (relative) Häufigkeit eines bestimmten Merkmals innerhalb der Population.

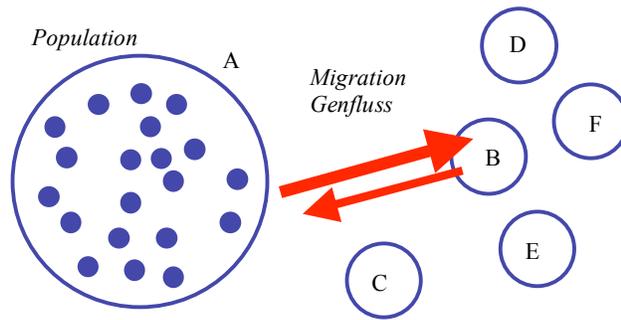


Fig 1.2 Schematische Darstellung von Populationen (A...F). Zwischen den Populationen kann es zu Genfluss kommen, verursacht durch migrierende Individuen. Populationen, welche so miteinander verknüpft sind, bilden eine Metapopulation (bestehend aus einzelnen Populationen, A...F).
