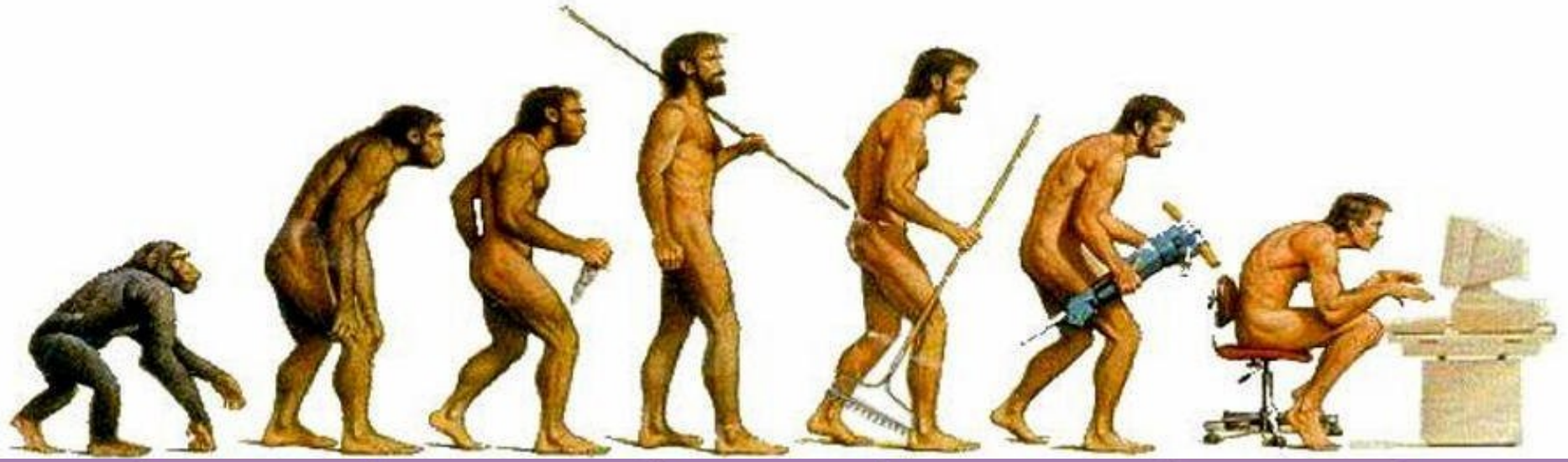
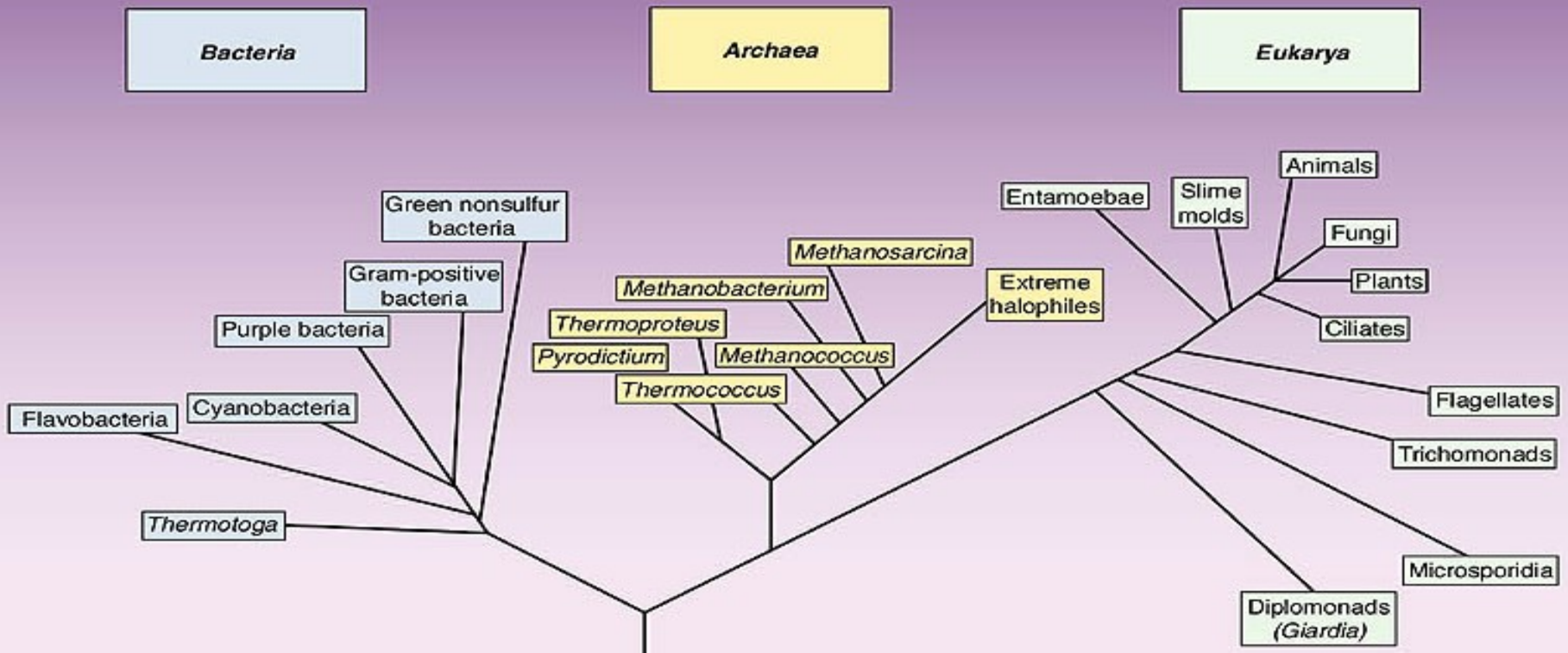
Von der Mikro- zur Makroevolution ... (3) - Problem Fortschritt





Wiederholung: Anpassungsleistungen durch natürliche Selektion

Evolution funktioniert derartig, daß aus einem Reservoir zufälliger Mutationen (in Form von Allelen im Genpool einer Art) durch natürliche Selektion sich tendenziell die Individuen mit besseren „Überlebensmerkmalen“ im Phänotyp fortpflanzen, als die Individuen, denen dieses Merkmal fehlt. Das führt zu einer „Anreicherung“ der Allele in der Population, die dieses Merkmal exprimieren, Allele, die dieses Merkmal im Genotyp nicht codieren, werden rezessiv oder werden aus dem Genpool ausgemerzt.

Beispiel: Entwicklung des Auges

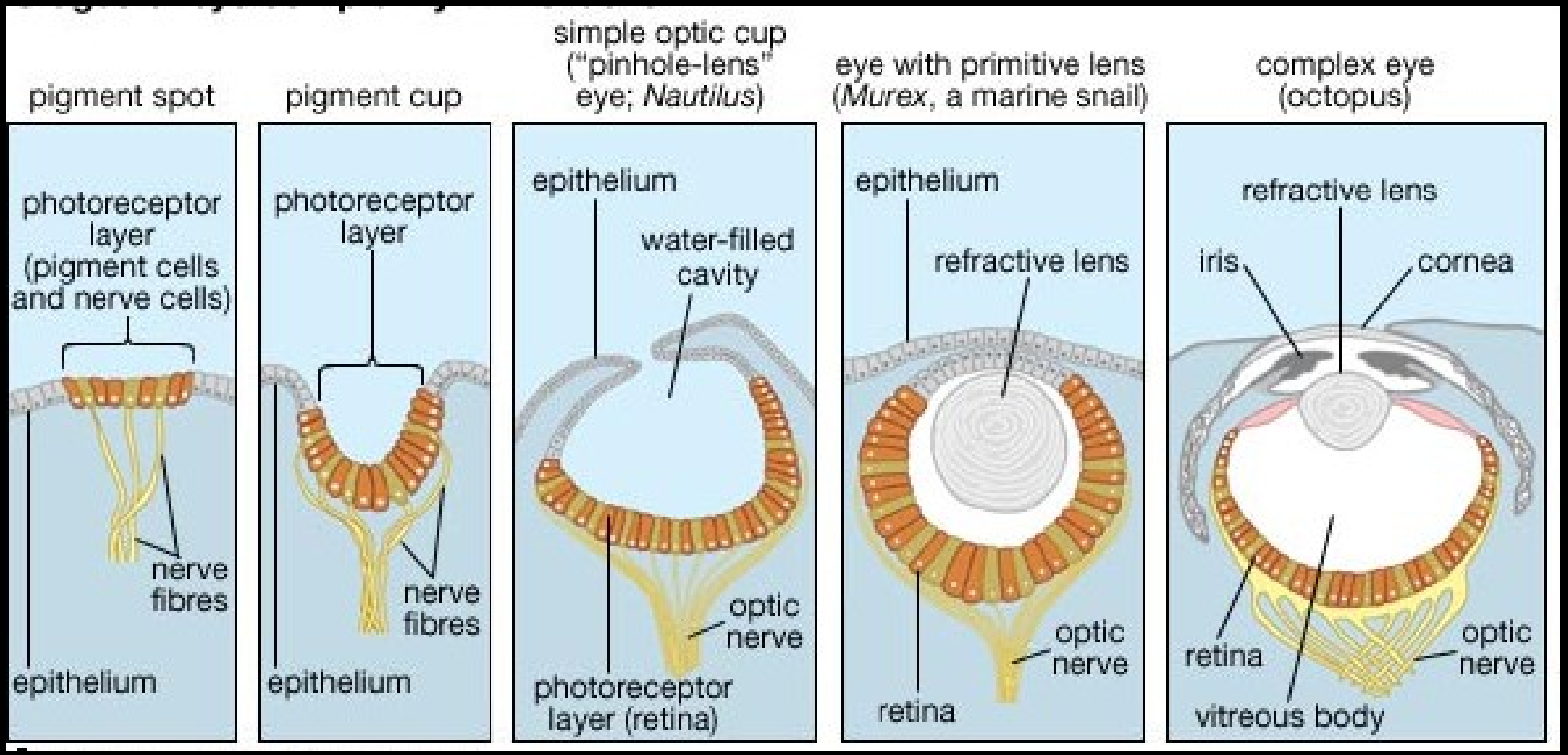
- „Sehen“ ist ein enormer Überlebensvorteil
- Auf der Erde wurde das „Auge“ ca. 40 mal unabhängig voneinander „erfunden“
- für fast alle „optischen Abbildungsprinzipien“ gibt es rezente Beispiele

→ Die Natur arbeitet hervorragend bei der schrittweisen Optimierung vorhandener Grundbaupläne: Wirbeltierauge – Oktopusauge

→ Sackgassen in der Entwicklung führen zu Stillstand oder Aussterben (Säbelzahntiger)

Das Einzige, was Evolution benötigt, sind sich ändernde Umweltbedingungen und Zeit

Entwicklung des Oktopus-Linsenauges aus einem Photorezeptorfleck

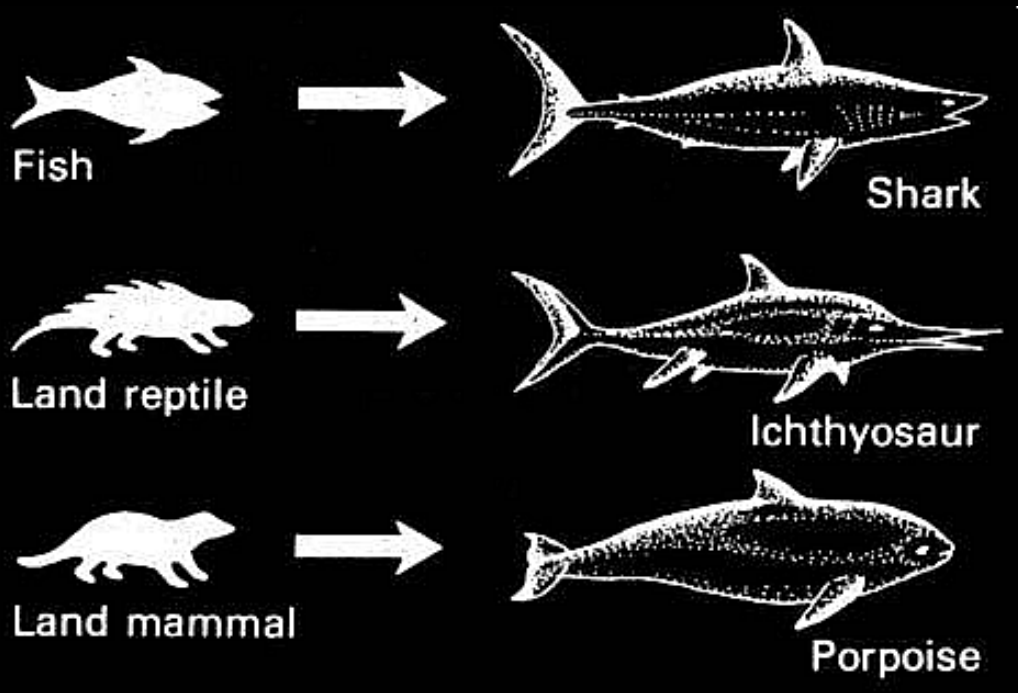


Fleck Becherauge Lochkamera Primitive Linse Krakenauge

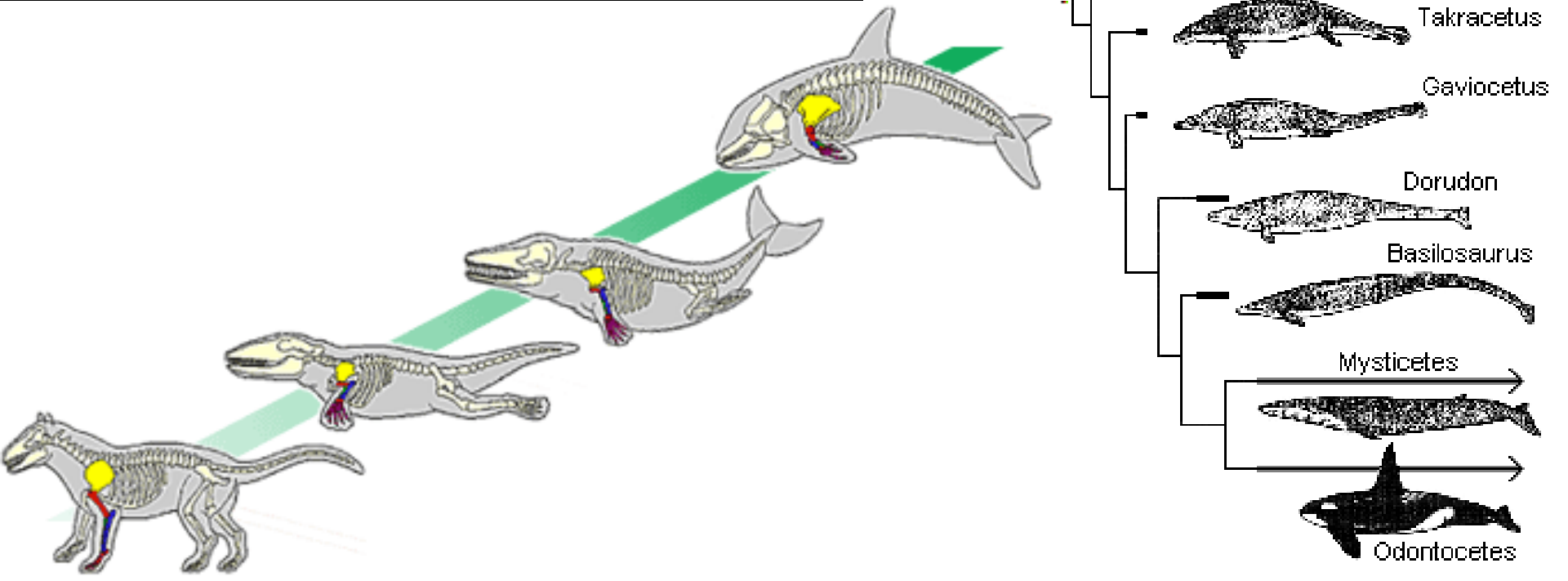
Eigenschaften der „Darwinschen Evolution“ von Anpassungseigenschaften

1. Es gibt keine „Sprünge“ – Anpassungen erfolgen immer **graduell**
2. „Grundbaupläne“ können variiert und optimiert – aber nicht grundsätzlich geändert werden (z.B. **Homologie** der Gliedmaßen von Vertebraten)
3. Stammeslinien sind stetig und damit lückenlos – auch wenn fossile Belege fehlen
4. Ähnliche Umweltbedingungen führen zu ähnlichen Bauplanoptimierungen

--> **Konvergente Evolution:** morphologische Ähnlichkeit sonst nicht näher verwandter Formen



Entwicklung Land – Meer am Beispiel der Wale



Ist Evolution = Fortschritt?

Das **Fortschrittsdenken** beinhaltet folgende geschichtsphilosophischen Axiome:

- Die geschichtliche Entwicklung verläuft linear
- Der allgemeine Zustand wird zunehmend besser, eventuell durch Rückschläge unterbrochen
- Eventuell kommt noch die Vorstellung hinzu, daß die Veränderungen einem Ziel zusteuern ("Teleologie")
- Oft ist mit dem Fortschrittsglauben die Vorstellung verbunden, daß sich Geschichte planvoll entwickle (z.B. marxistische Geschichtsphilosophie)

--> Veränderung ist im Regelfall eine Verbesserung ...

Führen evolutionäre Veränderungen zu „fortschrittlicheren Lebewesen“ ?

→ Mikrobe --> Einzeller --> Wurm --> Fisch --> Reptil --> Maus --> Mensch ???

→ ist Evolution zweckgerichtet --> „Endziel“ ist der Mensch ??? (Teleologie)

→ **Fortschritt setzt einen gerichteten Trend voraus !**

Was bedeutet „Fortschritt“ in der Entwicklungsgeschichte der Lebewesen?

- In der Phylogenese eines Zweiges im Stammbaum nimmt die Komplexität der Lebewesen zu (?)
- Im Laufe der Zeit wird die Anpassung an die Umwelt immer besser (?)
- Die Diversität eines Astes im Stammbaum wird immer größer (?)
- Eine Art behauptet sich in ihrer Umwelt immer besser und verdrängt andere, weniger erfolgreiche Arten (?)

Intuitiv: Die Evolution scheint sich zielgerichtet von weniger komplexen zu immer komplexeren Lebewesen zu entwickeln, was als „Fortschritt“ wahrgenommen wird …

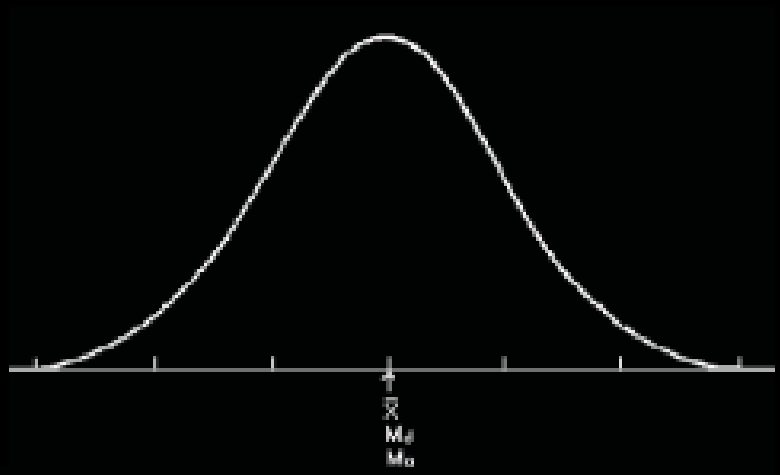
Läßt sich dieser „Fortschritt“ quantifizieren?

Parameter: Häufigkeit des Auftretens (z.B. Anzahl der Arten pro taxonomische Einheit)

Komplexität im Sinne von Kompliziertheit / angepaßt sein

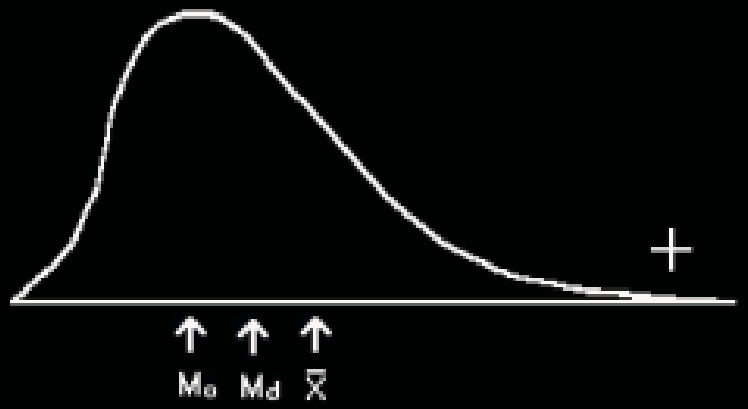
Gauß-Verteilung:

Mittelwert, Median und Modus fallen zusammen und bilden das Maximum



Links- und rechtsschiefe Verteilung:

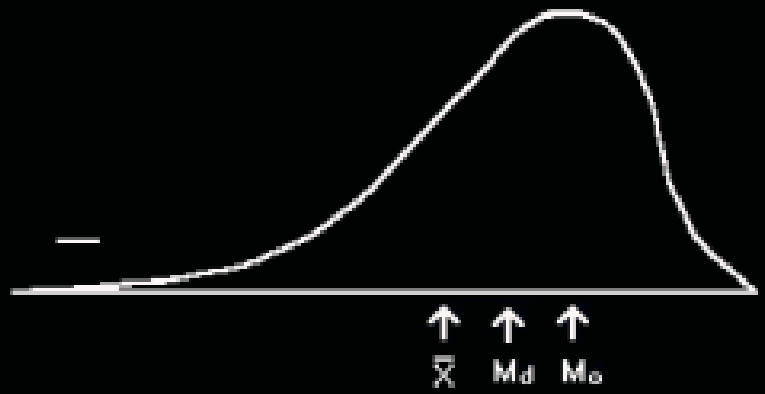
Mittelwert, Median und Modus fallen nicht mehr zusammen



Ursache für schiefe Verteilungen sind „Wände“, die an einer Seite nicht mehr unterschritten werden können.

Der Bereich der Abszisse, den die Verteilungs-funktion einnimmt, beschreibt die

→ **Variationsbreite**



Beobachtungen und Tatsachen

„öffentliche Meinung“: Man sieht in einem geologischen Zeitalter immer nur die „großen“ und „vorherrschenden“ Tiere

Paläozoikum: Trilobiten, Fische
Mesozoikum: Lurche, Saurier …
Kanäozoikum: Elefanten, Säbelzahntiger, Menschenaffen, Menschen

und übersieht, daß in diesen Epochen die in den Epochen zuvor lebenden Tierklassen immer noch in großer Zahl die Erde besiedeln …und zwar bis heute

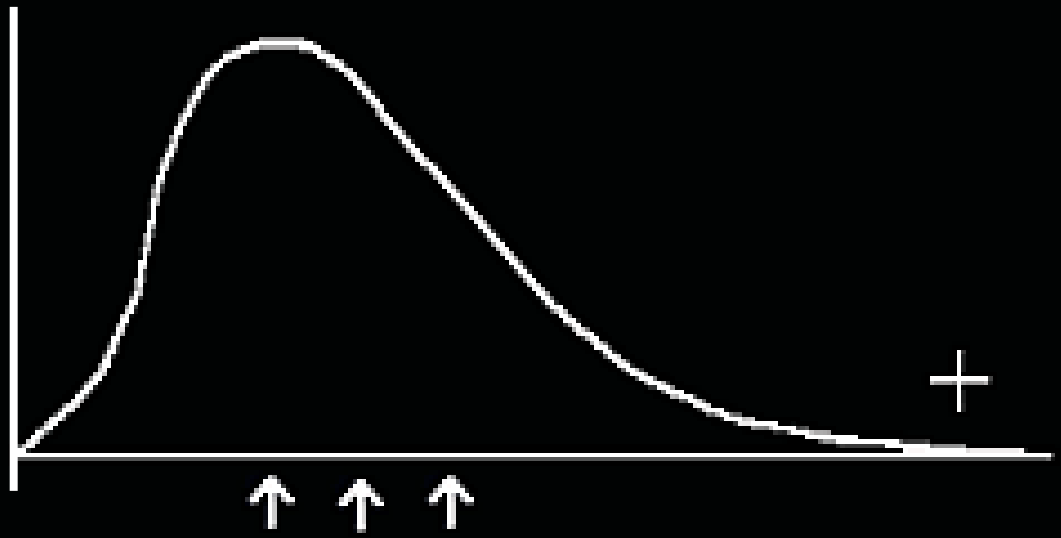
→ Bei Naturkatastrophen (z.B. Meteoriteneinschlag) sterben offensichtlich fast immer die jeweils am „höchsten“ entwickelten Lebewesen aus

→ Je „höher“ eine Art entwickelt ist, desto geringer ist ihre Populationsgröße im Vergleich zu „weniger“ entwickelten Arten

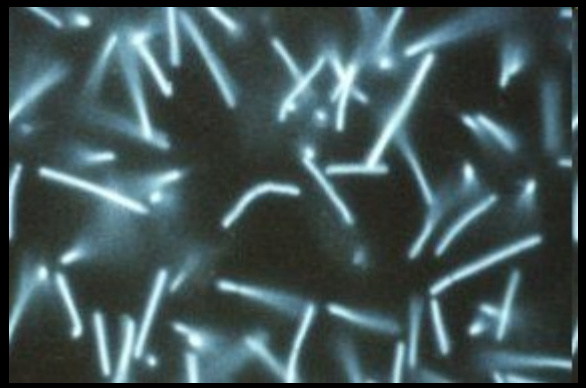
→ Das führt dazu, daß „höher“ entwickelte Arten viel mehr gefährdet sind, auszusterben

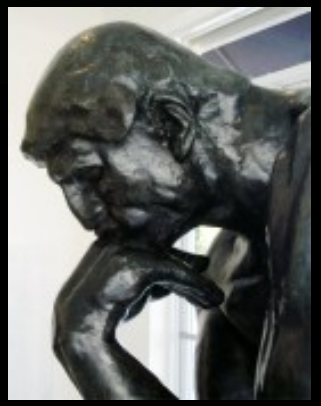
Alle Arten von Lebewesen, die heute leben, sind das Ende einer ca. 4 Milliarden Jahre alten Ahnenreihe, die jeweils ununterbrochen bestanden hat.

Häufigkeit des Auftretens



Die linke Wand kennzeichnet die geringstmögliche Komplexität eines Lebewesens





Biodiversität: ca. 1 – 10 Millionen Bakterienarten
ca. 1 Million „niedere Tiere“ (hauptsächlich Arthropoden)
ca. 50 000 Wirbeltiere (ohne Mammalia)
ca. 4000 Säugetierarten (Mammalia)

Ist es sinnvoll ein „Ganzes“ (also alle zu einem bestimmten erdgeschichtlichen Zeitpunkt existierende Lebewesen) nur durch einen von uns ausgewählten repräsentativen Teil zu beschreiben?

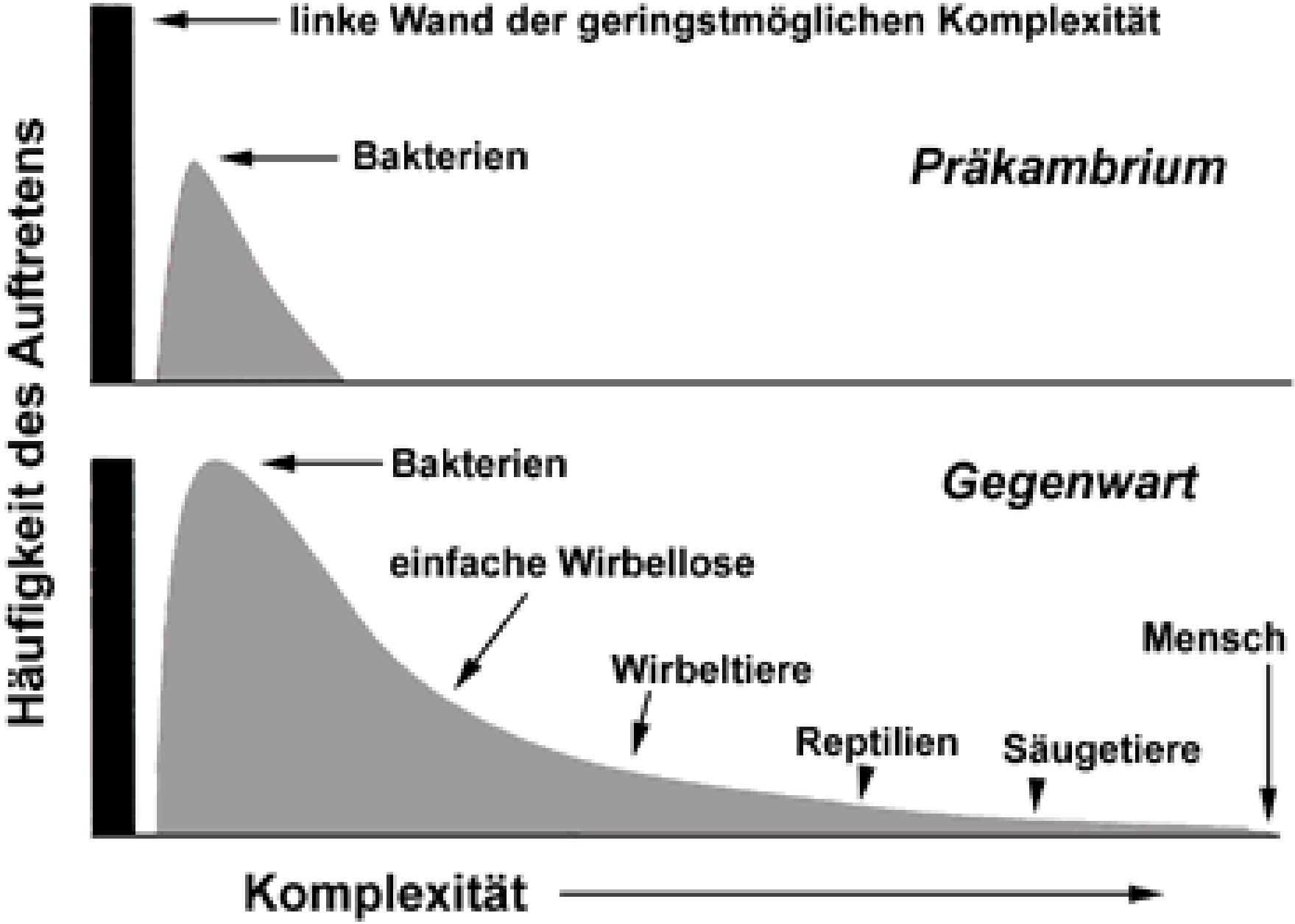
Beispiel: „Zeitalter der Säugetiere“ (aber es gibt nur ca. 4000 Arten)

Wenn man es recht betrachtet, ist aber die vorherrschende Lebensform auf der Erde (und war es schon immer), die bakterielle Form.

- und zwar in ihrer Diversität
- in der Größe der in ihnen gebundenen Biomasse
- in ihrer Robustheit gegenüber Naturkatastrophen
- in ihrer Anpaßbarkeit

Ähnliche Erfolgsmerkmale haben höchstens noch die Gliederfüßler (Arthropoden) aufzuweisen.

„Komplexe“, also nach landläufiger Meinung fortgeschrittenere Lebensformen, stellen lediglich Extremwerte in der Variationsbreite der Lebewesen dar.


linke Wand der geringstmöglichen Komplexität
Bakterien
Präkambrium
Bakterien
Gegenwart
einfache Wirbellose
Wirbeltiere
Reptilien
Säugetiere
Mensch
Häufigkeit des Auftretens
Komplexität

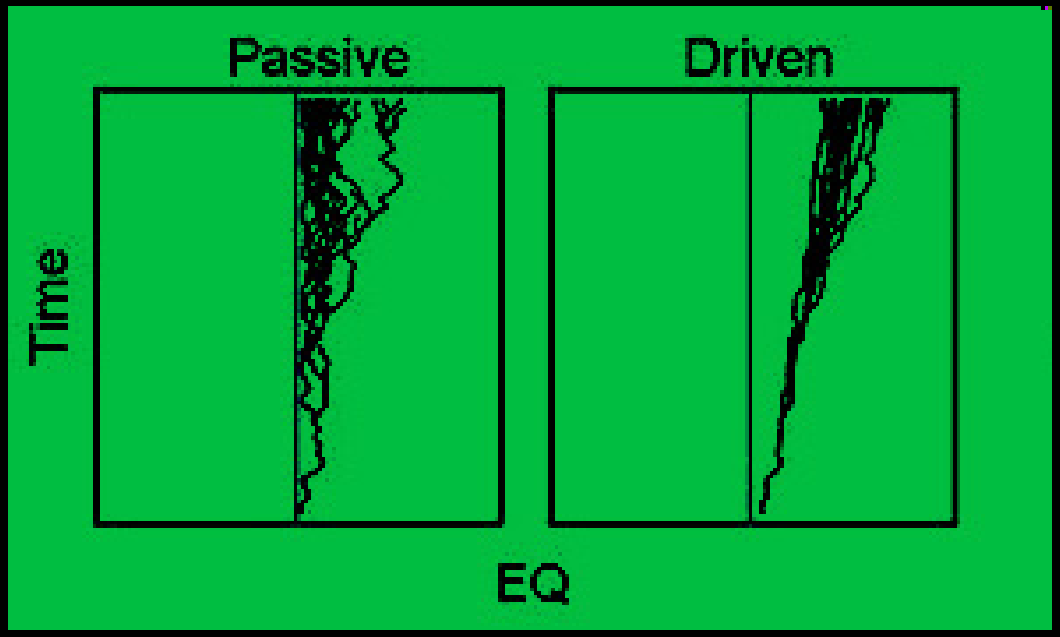
Warum sind die Bakterien die vorherrschende Lebensform auf der Erde?

- Bakterien und ihre Viren (Phagen) kommen überall vor (in allen Organismen, Erde, Wasser, Luft – besiedeln alle auch nur annähernd für Leben geeignete Örtlichkeiten
- Die Artenzahl wird auf 1 bis 10 Millionen geschätzt
- Es kommen etwa 10x mehr Phagen als Bakterien vor
- Der Mensch enthält mehr Bakterien (10^14) als Körperzellen (10^13)
- Die überwiegende Mehrzahl (>99%) der Bakterien leben in den Weltmeeren
- Die Zahl der Bakterien wird auf 10^26 geschätzt. Da eine Bakterienzelle ungefähr 10^-12 g wiegt, ergeben sich daraus 10^16 g = **10^10 Tonnen** Biomasse (ca. 1 – 10 Milliarden Elefanten)

Möchte man eine Aussage über den „Fortschritt“ der Entwicklung der Lebewesen auf der Erde eine Aussage treffen, muß man die Entwicklung des Modus der Komplexitätskurve betrachten und nicht den rechten Schwanz …

Die Entwicklung des Lebens **ist nicht durch einen Trend in Richtung höherer Komplexität gekennzeichnet**, sondern durch eine **Erweiterung der Variations-breite**. Da ein linker Rand „minimalster Komplexität“ existiert, entsteht im Laufe der Zeit automatisch ein rechter Rand höherer Komplexität

--> Analogon des betrunkenen „Trinkers“ … (random walk)



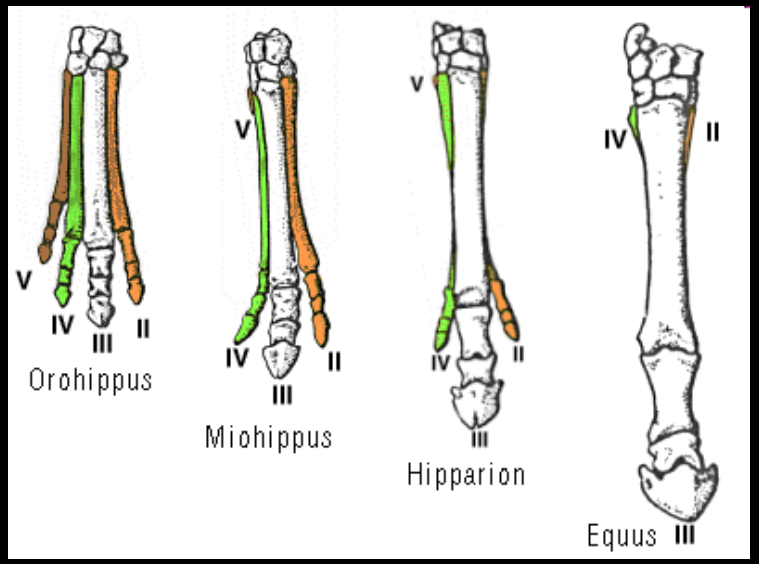
Modalwert konstant
Variationsbreite wächst

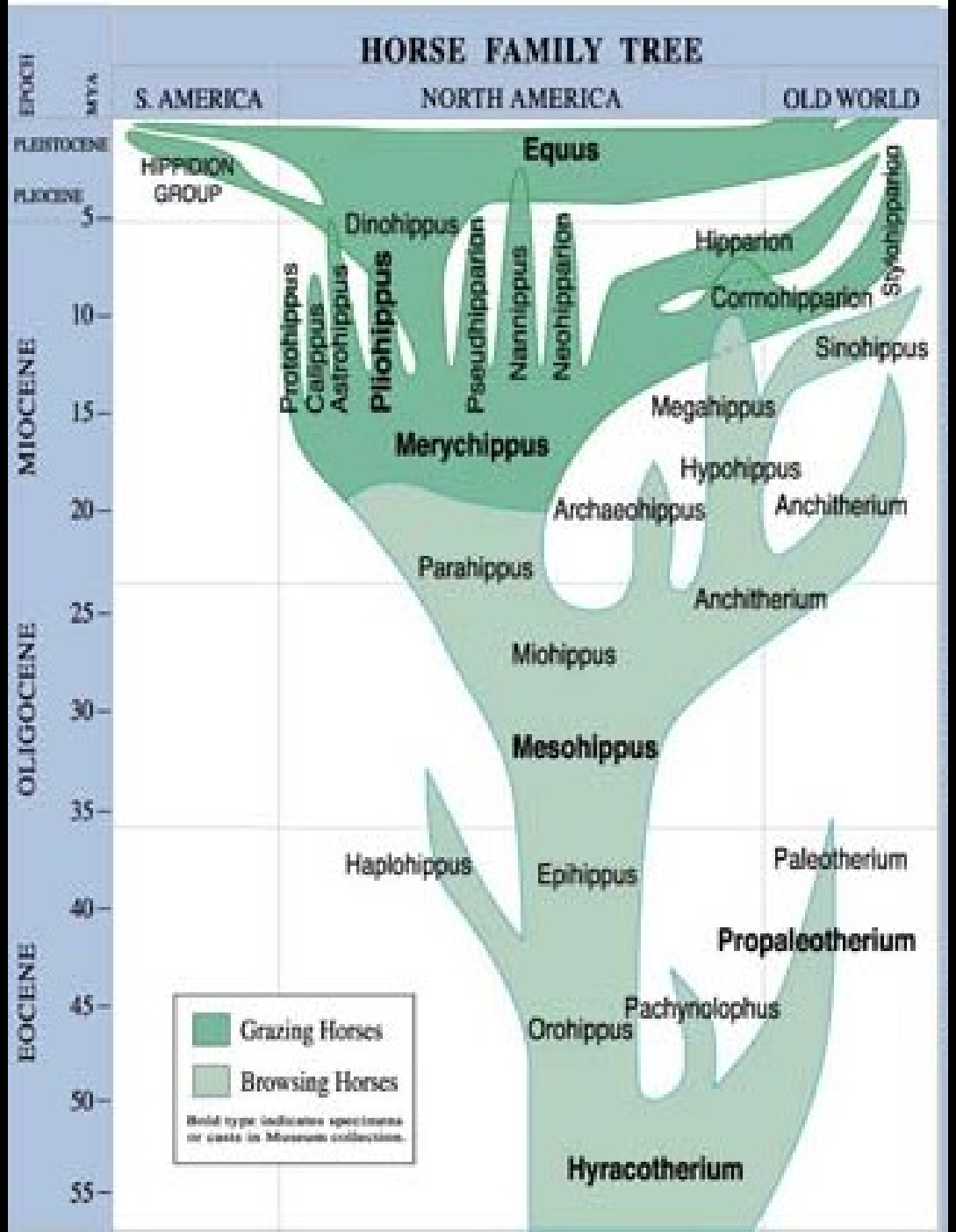
→ Kein Fortschritt

Modalwert verschiebt sich nach rechts
Variationsbreite wächst

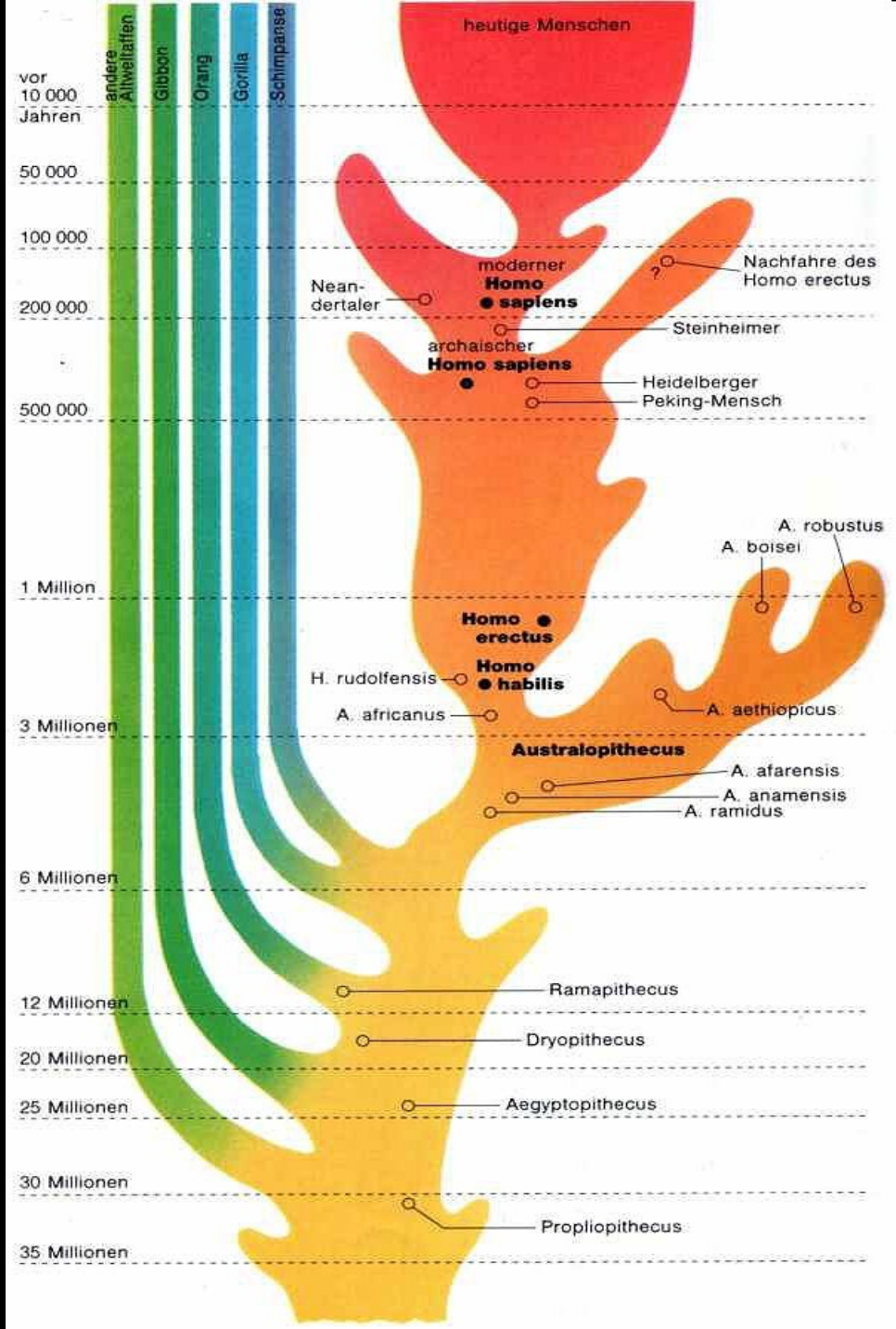
→ Fortschritt

Das Reitpferd
Erfolgsgeschichte der Evolution?





Der Mensch
Erfolgsgeschichte der Evolution?



Ratten, Fledermäuse und Antilopen

Erfolgsgeschichte der Evolution?

Ratten: Sehr viele unspezialisierte Arten (insbesondere Südostasien), die mit allen möglichen Lebensräumen zurechtkommen und dominieren

→ Kulturfolger

Fledermäuse: über 900 Arten in den gemäßigten und tropischen Breiten

Antilopen: 140 Arten (Bovidae – Hornträger) weltweit verbreitet außer Südamerika und Australien; entstanden erst im Miozän (23 Millionen Jahren)

Erkenntnisse:

Evolution kann über den Mechanismus Mutation und Selektion nur lokal auf sich ändernde Umweltbedingungen graduell reagieren

Erfolgreiche Stammeslinien neigen zu Diversifikation, weniger erfolgreiche sterben aus

Spezialisierte Arten sterben bei sich ändernden Umweltbedingungen schneller aus als unspezialisierte Arten

Da es eine linke Wand geringster möglicher Komplexität bei Lebewesen gibt, müssen im Laufe der Zeit passiv zwangsweise Lebewesen mit höherer Komplexität („rechter Schwanz“) entstehen.

Es gibt keinen „angetriebenen“ Trend in der Entwicklung der Komplexität – es vergrößert sich lediglich die Variationsbreite der Merkmale

Jedes heute existierende Lebewesen ist das Endglied einer über Jahrmilliarden erfolgreichen Stammeslinie. Ob sich diese Stammeslinie in die Zukunft genauso erfolgreich fortsetzt, ist vollkommen ungewiß