

5 Geschichte des Lebens

5.1 Chemische Evolution

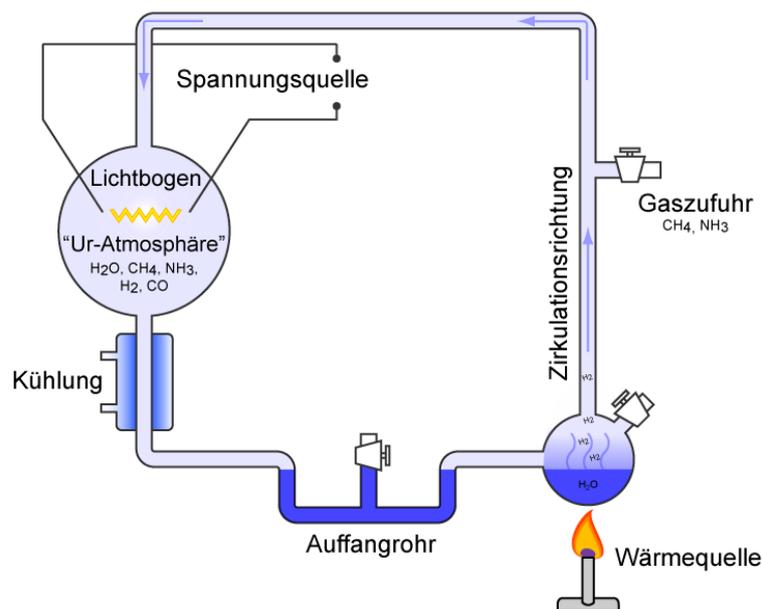
Zeit	Ereignis
13,7 Mrd	Urknall
4,6-3,8 Mrd	Hadaikum: Entstehung der Erde mit folgenden Bedingungen: Hohe Temperaturen (mehrere 100°C), zahlreiche Meteoriten- Einschläge, Uratmosphäre aus Wasserstoff und Helium
3,8-2,5Mrd	Archaikum: Abkühlung der Erde unter 100°C → „großer Regen“ Uratmosphäre aus Wasserstoff und Helium

Woher kommen die Materialien aus denen die Lebewesen aufgebaut sind?

Chemische Evolution:

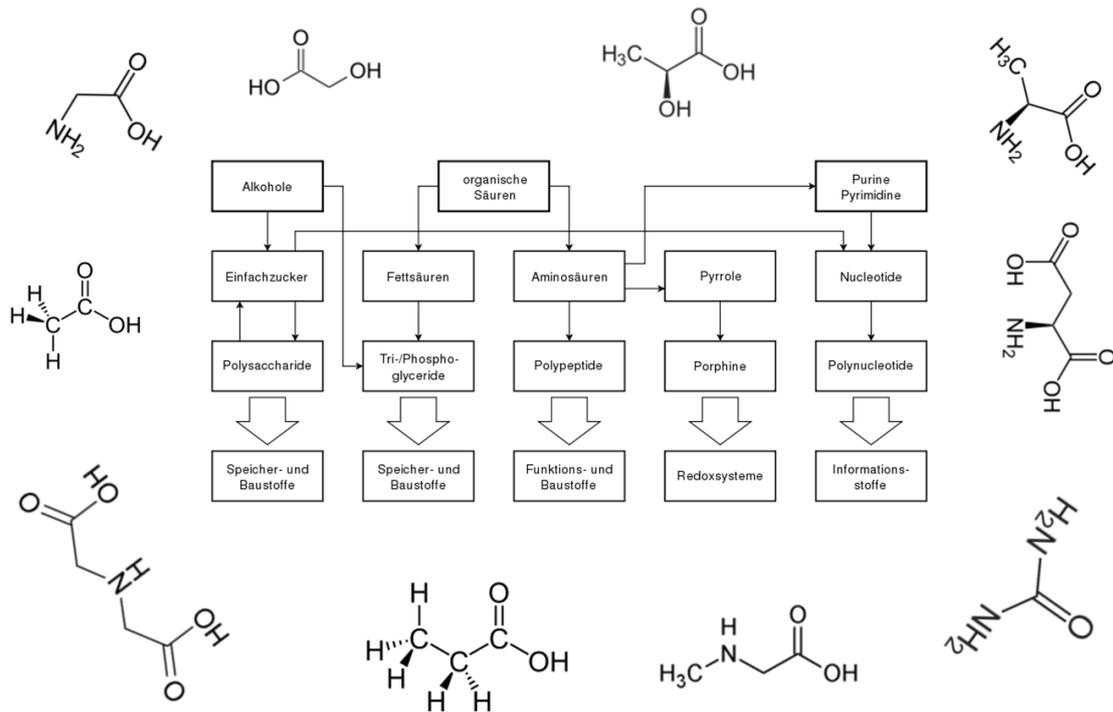
Bildung von organischer Verbindungen (Biomolekülen) aus anorganischen Stoffen

1. *Bildung der organischer Moleküle Stanley Miller (1930-2007):*
Nachbildung der Bedingungen auf der Erde in einem Laborexperiment¹:



¹ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Miller-Urey-Experiment.png>

Beobachtungen nach 8 Tagen Versuchsdauer:



Erklärung:

Organische Moleküle können aus anorganischen Vorstufen entstehen.

Kritik: Bedingungen auf der Urerde waren nicht absolut identisch mit Miller's Versuchsbedingungen.

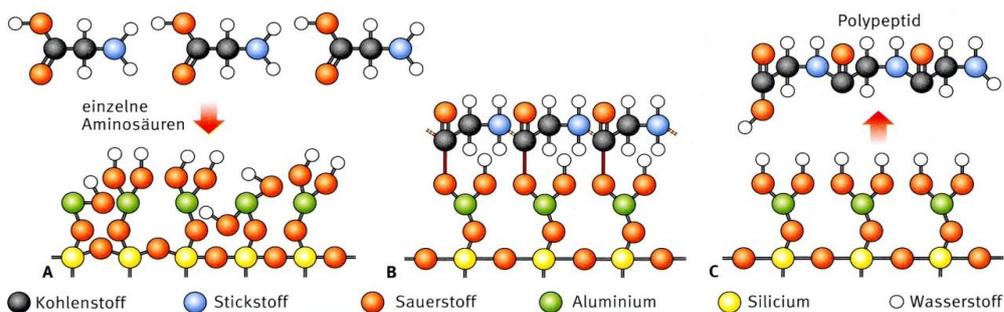
2. Bildung von sich selbst replizierenden Makromolekülen (Jaques Monod)

Versuch:

AS-Lösungen werden auf Tonminerale getropft.

Beobachtung:

Aus Monomeren (Aminosäuren) können sich spontan Polypeptide (Proteine) bilden



101.3 Entstehung von Polypeptiden an Tonmineralien. **A** Anlagerung einzelner Aminosäuren (violett); **B** Anheftung der Aminosäuren an das Tonmineral (rot) und Verbindung untereinander (orange); **C** Ablösung des Polypeptids (violett)

3. *Theorie der Selbstorganisation nach Manfred Eigen (1927-):*

- a) Moleküle unterscheiden sich in ihrer Stabilität → Bestimmte Moleküle sind besser an ihre Umwelt angepasst als andere
- b) Einzelne RNA-Moleküle vermehren sich selbstständig → RNA reichert sich an
- c) In Gegenwart bestimmter Enzyme geht die Selbstreplikation schneller (Hyperzyklus) → Hyperzyklen reichern sich an
- d) Verschiedene Hyperzyklen konkurrieren → Selektion auf molekularer Ebene

4. *Bildung von Mikrosphären (Sidney Fox 1912-1998)*

Versuch:

Erwärmen und Abkühlen von Proteinoiden

Beobachtung:

Bildung kleiner Hohlkugeln mit semipermeablen Membranen (= Mikrosphären), d. h. abgeschlossenen Reaktionsräumen, die von der Umgebung isoliert sind.

5. *Ausbildung von Zellen*

Gelangen in die Mikrosphären zufällig bestimmte Hyperzyklen hat man erste zellähnliche Gebilde, die einem Prokaryonten ähneln. Experimentelle Belege gibt es hierfür aber noch nicht.

5.2 Biologische Evolution

Zeit	Ereignis
3,8 Mrd	Erste prokaryontische Zellen

Erste nachgewiesene Lebewesen sind Fossilien in 3,8 Mrd Jahre alten Gesteinen auf Grönland. Sie ähneln den heutigen **prokaryontischen** Cyanobakterien.

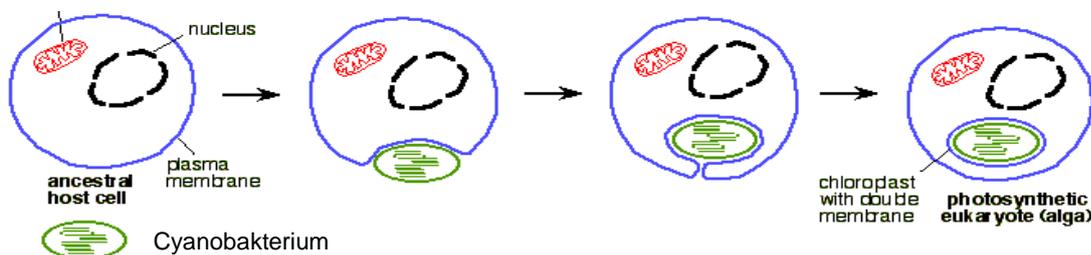
Wie entstanden Zellorganelle?

Zeit	Ereignis
unklar	Entstehung von Zellorganellen nach der Endosymbiontentheorie (Lynn Margulis)

Chloroplasten – ein Bakterienhappen der Evolution?

Die Entstehungsgeschichte der Chloroplasten ist nach neuesten Erkenntnissen eine scheinbar brutale Geschichte vom Fressen und Gefressen werden mit einem Happy End, auf das sich das gesamte heutige Leben gründet. In der sog. „Ursuppe“ aus im Meer gelösten anorganischen Salzen und etlichen organischen Bestandteilen entstanden vor ca. 4 Milliarden Jahren die ersten einzelligen, sehr einfach gebauten Lebewesen, die sich alle von während der vorangegangenen 2 Milliarden Jahre spontan entstandenen organischen Molekülen ernährten, also heterotroph waren. Als diese Nahrungsreserven knapp zu werden drohten, „erfand“ die Evolution vor etwa 3,5 Milliarden Jahren die ersten fotosynthesetreibenden Bakterien-Arten, die sich schnell vermehrten. Gleichzeitig spezialisierten sich einige heterotrophe Bakterien darauf statt einzelner gelöster Moleküle gleich ihre ganzen Mitbewohner zu fressen.

Zu irgendeinem Zeitpunkt in der Evolution fraß vor ca. 3,2 Milliarden Jahren ein heterotrophes Bakterium ein photoautotrophes auf, konnte es allerdings nicht vollständig verdauen. Auf diese Weise „existierte“ das gefressene Lebewesen in den Zellen seines Jägers weiter. Beide Bakterien zogen ihren Vorteil aus dieser Liaison: Das fotosynthesetreibende Bakterium lebte geschützt im Innern seines ehemals heterotrophen Fraßfeindes, der wiederum die Fotosyntheseprodukte seines „Mitbewohners“ nutzen konnte und dadurch unabhängig von den gelösten organischen Stoffen wurde. Diese innerhalb eines Wirtes lebenden photoautotrophen Bakterien verloren im Lauf der Evolution immer mehr ihrer Selbstständigkeit und wurden zu einem wichtigen Organell der Pflanzenzelle, den Chloroplasten.



Diese Vorstellung über die Entstehungsgeschichte der Chloroplasten (und Mitochondrien) bezeichnet man als **Endosymbiontentheorie**.

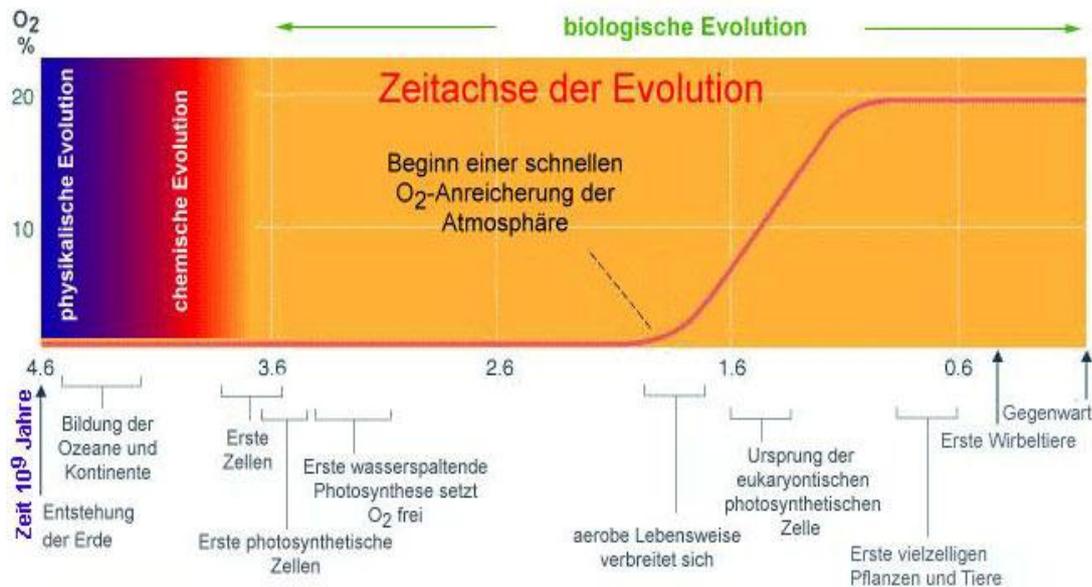
Aufgaben:

1. Begründen Sie, warum die ersten fotoautotrophen Bakterien sich rasch vermehren konnten! Welche Bedingungen verhinderten aber ihre ungehinderte Ausbreitung?
2. Geben Sie an, welche Ihnen bekannten Baumerkmale der Chloroplasten für die Endosymbiontentheorie sprechen!
3. *Zum Nachdenken:* Durch die Entwicklung der Fotosynthese veränderte sich die Zusammensetzung der Ur-Atmosphäre so, dass den ursprünglichen Bakterien, die sich vorwiegend von Kohlenwasserstoffen und ihren Derivaten ernährten, die Nahrungsreserven knapp wurden. Begründen Sie diese Aussage!

Belege für die Endosymbiontentheorie:

- Eigenes ringförmiges Genom in Plastiden und Mitochondrien
- Doppelmembran um Plastiden/Mitochondrien
- Spezielle Ribosomen, die bakteriellen Ribosomen ähneln

Wie veränderten die Lebewesen die Lebensbedingungen auf der Erde?



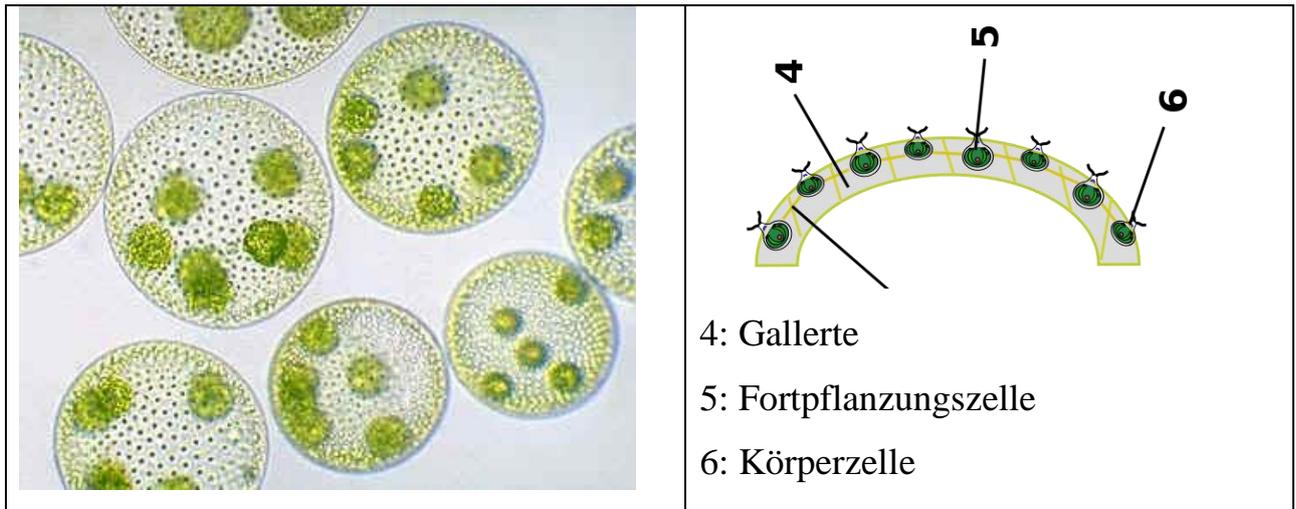
- Erste Lebewesen waren anaerob heterotroph, d. h. sie ernährten sich von organischen Molekülen in der Ursuppe bzw. fraßen sich gegenseitig auf → Nahrungsknappheit
- Zufällig entstehen fotosynthetisch aktive, autotrophe Lebewesen → vermehren sich, da sie nicht auf Nahrung angewiesen waren → O₂ reichert sich in Atmosphäre an
- Aerob heterotrophe Lebewesen werden gefördert, da sie Nahrung effizienter nutzen können → anaerob, heterotrophe werden auf Sonderstandorte zurückgedrängt

Wie entstehen Vielzeller?

Z.B. *Eudorina*-Alge

Durch einen Fehler bei der Zellteilung blieben einzelne Zellen aneinander hängen. Diese Zellen wurden durch eine Gallerthülle zusammengehalten und sind für sich allein lebens- und fortpflanzungsfähig.

Der einfachste echte Vielzeller ist die Kugelalge Volvox:



Bei Volvox beobachtet man typische Eigenschaften von Mehrzellern:

Zelldifferenzierung: Körperzellen ↔ Fortpflanzungszellen

Arbeitsteilung durch Spezialisierung

Kommunikation: Info-Austausch durch Plasmabridgen

Da die Körperzellen von Volvox ihre Fortpflanzungsfähigkeit verloren haben, tritt hier die erste „Leiche“ auf.

Zusammenfassender Überblick:

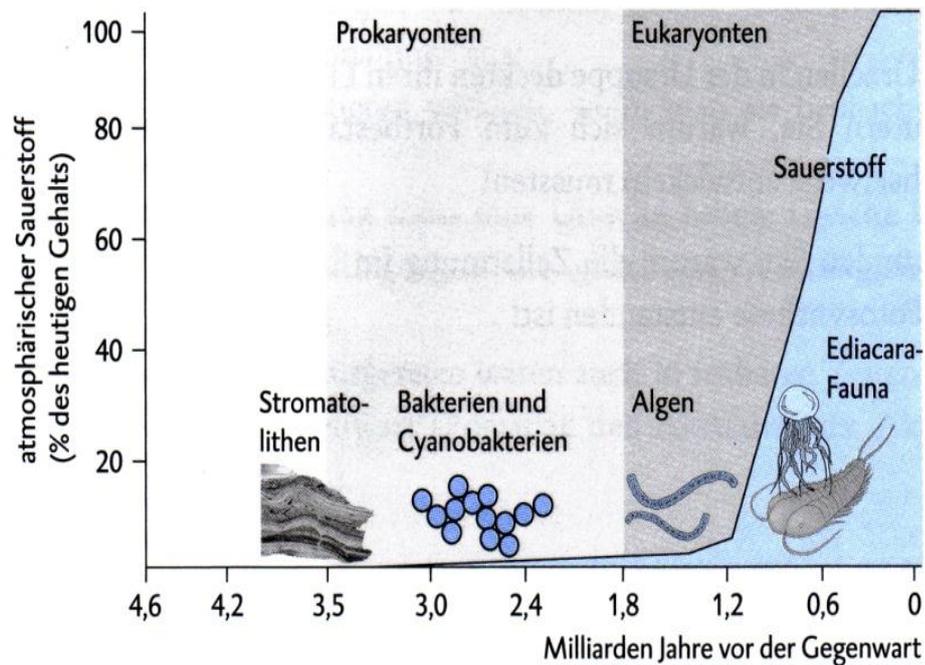


Abb. 57: Veränderung des Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre in den frühen Phasen der Evolution

5.3 Entwicklung des Menschen

a) Vergleich Mensch- Menschenaffen

Genetische Merkmale:

Menschenaffen haben zwei Chromosomen mehr

Genetische Übereinstimmung des Menschen mit den Menschenaffen

Orang-Utan	Gorill	Schimapse
96,9%	98,4%	99,7%

Anatomische Merkmale :

Aufrechter Gang

- doppelt-S-förmig gebogene Wirbelsäule,
- Füße als Gehwerkzeuge,
- Greifhände,
- bogenförmige Zähne ohne Affenlücke,
- schwächere Körperbehaarung,
- stärkere Entwicklung der Großhirnrinde,

ethologische Merkmale:

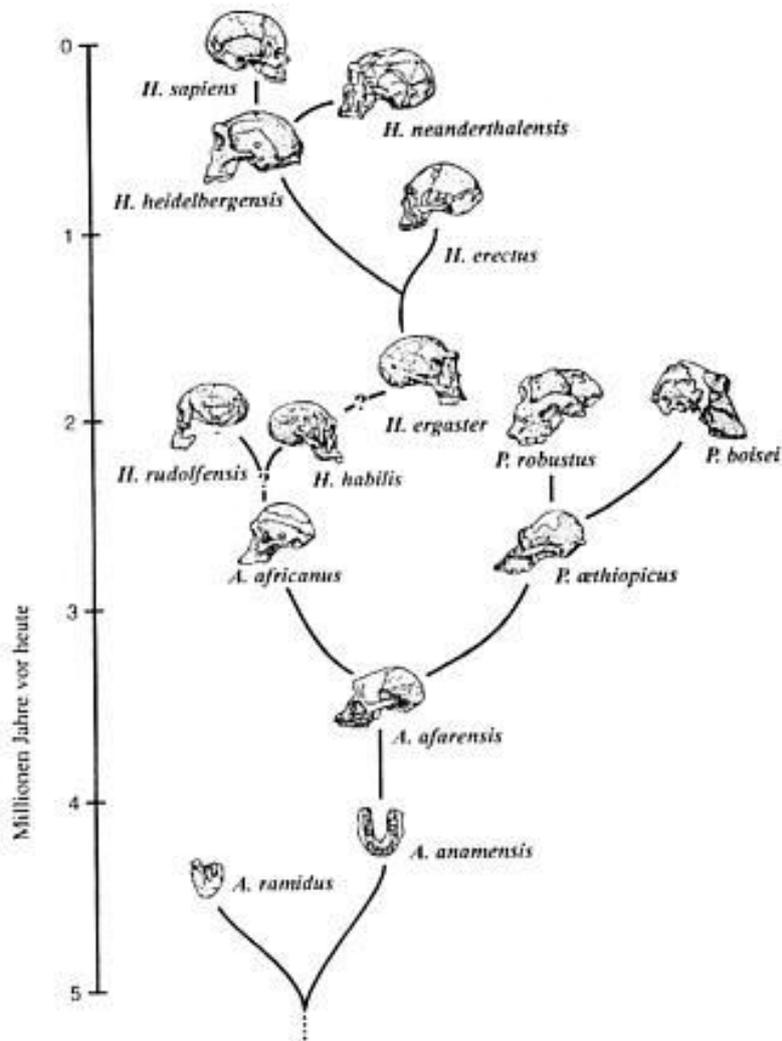
- ausgeprägte kommunikative Fähigkeiten einer verbalisierten und symbolhaften Sprache
- umfangreicher Werkzeuggebrauch
- Ausbildung von Kulturen

b) Stammesgeschichte

65 Mio Jahre	Erste Primaten
23 Mio Jahre	Erste Menschenaffen
5 Mio Jahre	Abtrennung von Mensch und Schimpanse
3,9 Mio Jahre	Umweltveränderungen begünstigen aufrecht gehende Primaten, die den Wald verlassen und in der Savanne leben (z.B. Ardipithecus)
3,53,8-2,9 Mio Jahre	Australopithecus afarensis: erste Vormenschen mit aufrechtem Gang (z.B. Lucy)

3-2Mio Jahre	Homo habilis mit erstem nachgewiesenen Steinwerkzeuggebrauch
2 Mio Jahre	Homo erectus erstmals verlassen Hominiden Afrika wirtschaftliche Beziehungen zwischen Gruppenmitgliedern nachweisbar Gezielte Nutzung des Feuers
200.000-160.000 jahre	Homo sapiens Entstanden in Afrika (out of africa-Theorie) und von dort Verbreitung über die Welt

Stammbaum des Menschen²:



² <http://www.uni-bielefeld.de/biologie/Studenten/Schaedel/mensch5.jpg>

c) Kulturelle und soziale Evolution

Frühe Altsteinzeit			Mittlere Altsteinzeit	Jüngere Altsteinzeit
Knochen, Naturgegenstände	Geröllgeräte	Schlagwerkzeuge, Schaber	Faustkeile, Spitzen, Messer	Kunstwerke, kompliziertere Werkzeuge
<i>Australopithecus</i>	<i>Frühe Homo-Arten</i>	<i>Homo erectus</i>	<i>Neanderthaler</i>	<i>Homo sapiens</i>

In der Mittelsteinzeit werden die Werkzeuge immer weiter verfeinert bis in der Jungsteinzeit (10000-8000 v Chr.) erste Stämme sesshaft wurden und Ackerbau und Viehzucht betrieben.

5000 v Chr. Beginnt die Verhüttung von Erzen und in der Bronzezeit (2200-850 v Chr.) löst die Legierung die Steinwerkzeuge ab.