

# **Modul Biologische Psychologie: Modulelement 'Einführung I' Vorlesung**

Axel Mecklinger  
AE Experimentelle  
Neuropsychologie



# Kontaktinformation



Prof. Dr. Axel Mecklinger

AE Experimentelle Neuropsychologie

Gebäude A2.4, Zimmer 2.08

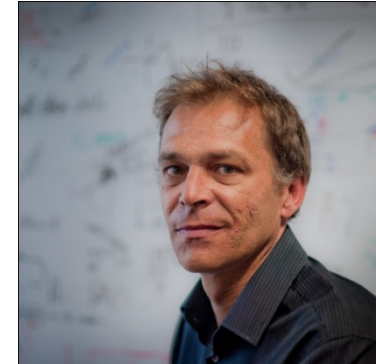
☎ 0681/ 302 6515 / 6510 (Sek)

Sprechstunde n.V. (Mi 13-14 in MS Teams)

Email: [mecklinger@mx.uni-saarland.de](mailto:mecklinger@mx.uni-saarland.de)

Sek: [n.hort@mx.uni-saarland.de](mailto:n.hort@mx.uni-saarland.de)

home: [www.neuro.psychologie.uni-saarland.de](http://www.neuro.psychologie.uni-saarland.de)

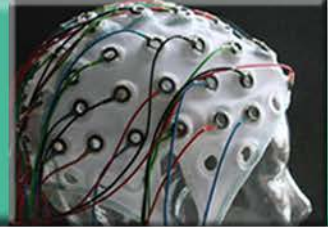


**Folien:** Am Vorabend ab 19.00 in Moodle.

Folien sind kein Ersatz für Vorlesungsbesuch und detaillierte Mitschriften!



# Biologische Psychologie 1



04.11. Biopsychologie als Neurowissenschaft

**11.11. Evolutionäre Grundlagen**

18.11. Genetische Grundlagen

25.11. Makroanatomie des Nervensystems

02.12. Zytologie und Physiologie des Nervensystems

09.12. Erregungsleitung

16.12 Neurotransmitter

06.01 Drogenwirkung

13.01 Schlaf und circadiane Rhythmen

20.01 Hormone und Sexualität

27.01 Hormone & Stress

03.02 Hunger, Essen & Gesundheit

< Herz- und Kreislaufsystem >

< Prof. Jörn Walter: Epigenetik für Psychologen >



# Lernkontrolle



Biopsychologie beschäftigt sich mit den biologischen Grundlagen des Verhaltens und umfasst sechs Teilbereiche. Wodurch unterscheiden sich Psychophysiologie und Physiologische Psychologie?

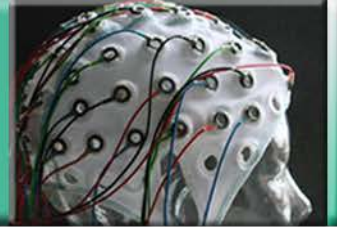


# Evolutionäre Grundlagen des Verhaltens

**Pinel Kapitel 2**



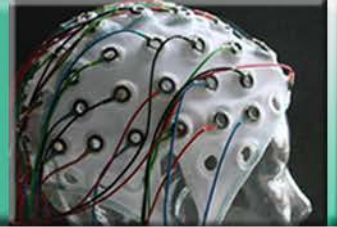
# Heutige Themen



- 😊 Ist Verhalten in Dichotomien beschreibbar?
- 😊 Evolutionäre Grundlagen des Verhaltens
- 😊 Evolution des Menschen / des Gehirns



# Missverständliche Dichotomien

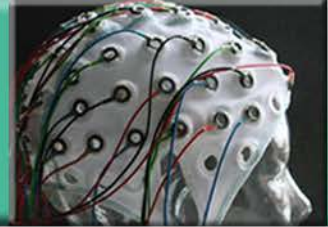


Physiologisch oder psychologisch ?

Angeboren oder erworben ?



# Das Leib-Seele Problem



R. Descartes (1596-1650) / **cartesischer Dualismus**

Monistische und Dualistische Positionen

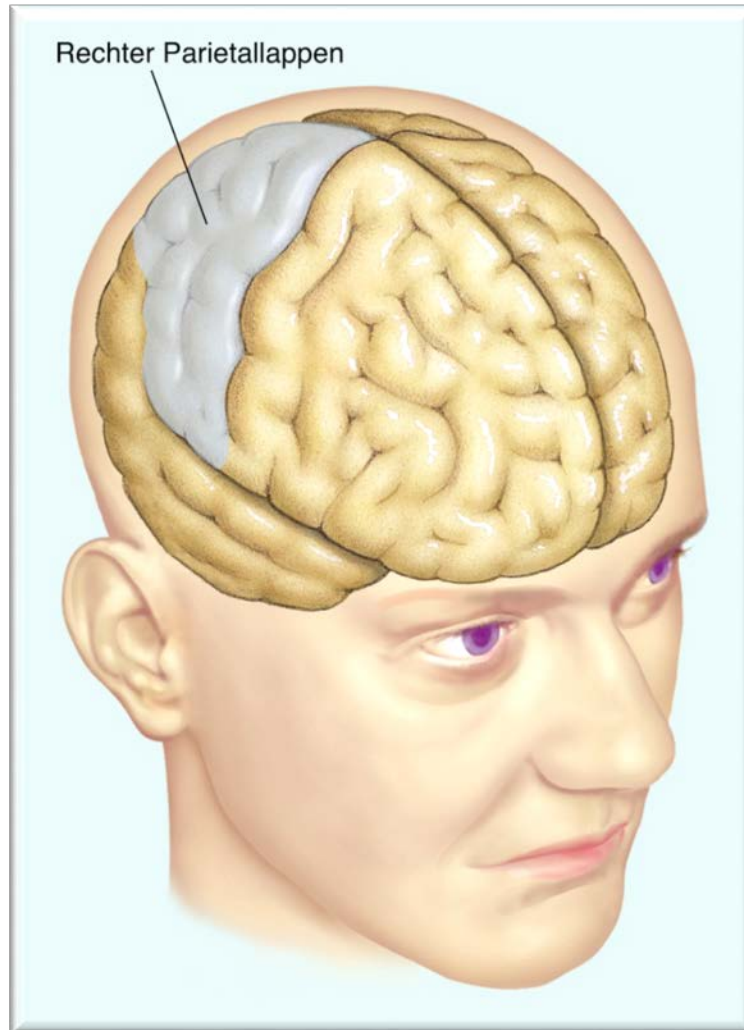


1.1 Der Begriff des Reflexes stammt von Descartes. In diesem Beispiel führt die Flammenhitze dazu, daß ein im Nerv befindlicher Faden gezogen wird und Ventrikelflüssigkeit durch eine geöffnete Pore ausströmt. Sie fließt durch den Nerv und verursacht nicht nur ein Zurückziehen des Fußes, sondern auch, daß Augen und Kopf sich auf den Reiz richten, die Hand gestreckt wird und der ganze Körper sich biegt, um sich zu schützen. Das Konzept war durch Automaten, so wie sie in jenen Tagen in Frankreich bei Springbrunnen Mode waren, inspiriert worden. Ein Besucher französischer Gärten konnte zum Beispiel auf eine Platte treten, die durch eine raffinierte Mechanik bewirkte, daß Statuen sich verbargen, plötzlich erschienen oder Wasser spien. Descartes' Verwendung des Reflexbegriffs bezog sich allerdings auf relativ komplexes Verhalten, das man heute nicht als reflektorisch bezeichnen würde; Verhalten, das man heute als reflektorisch bezeichnet, wurde von Descartes nicht berücksichtigt. (Aus Descartes 1664.)



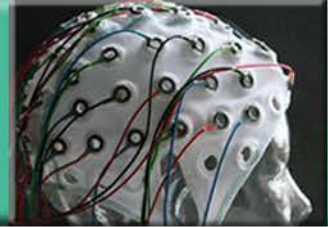


# Kritik an Descartes I: Asomatognosie





## Kritik an Descartes II: Selbstwahrnehmung bei Schimpansen



**Abbildung 2.2:** Die Reaktion von Schimpansen auf ihr eigenes Spiegelbild deutet darauf hin, dass sie ein Bewusstsein ihrer Selbst besitzen. Auf diesem Foto reagiert der Schimpanse auf den leuchtend roten, geruchslosen Farbfleck, der auf seine rechte Augenbrauenwulst gezeichnet wurde, während er betäubt war (Fotografie von Donna Bierschwale, New Iberia Research Center).



# Physiologisch oder Psychologisch ?



Franz-Joseph Gall (1758-1828)

**Phrenologie:** Die Talente und Veranlagungen der Menschen sind fest mit der äußeren Gestalt ihres Schädels verknüpft.

Zusammenhang zw.  
Schädelbau und Verhalten





# Physiologisch oder Psychologisch ?

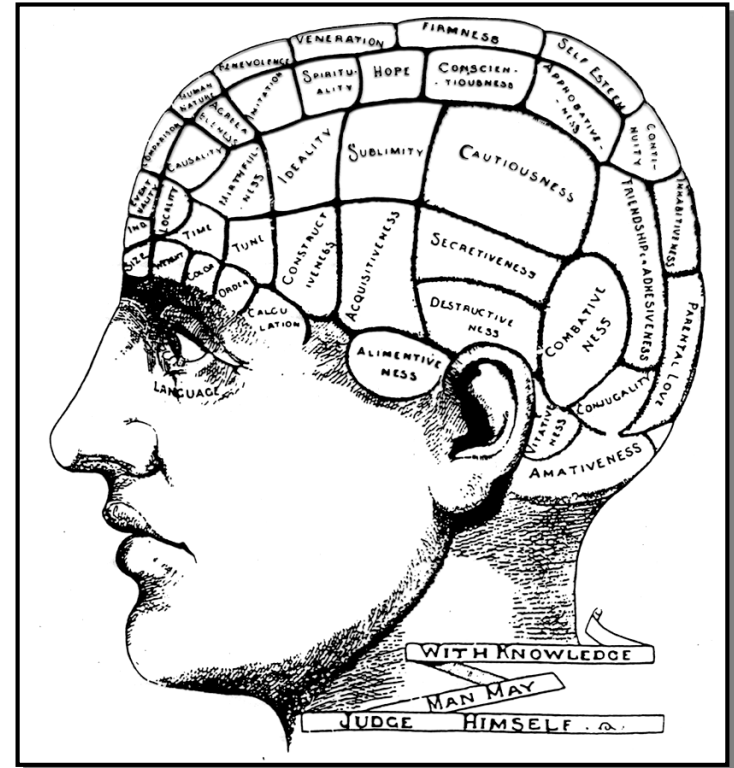


27 separate „Organe“  
mit Tieren gemeinsam:

- Reproduktionsinstinkt  
(im Cerebellum)
- Selbstverteidigung
- Wortgedächtnis

**(8) Spezifisch für den Menschen**

- das Religionsorgan
- poetisches Talent





# Angeboren vs. Erworben?



**Behaviorismus**

vs.

**Ethologie**

Verhalten durch  
Lernen (Erfahrung)  
erworben

Bedeutung  
angeborenen  
Verhaltens



# Die richtige Frage: komplexe Interaktion



**1** Die Evolution verändert den verhaltenswirksamen Genpool, der den Mitgliedern einer jeden Spezies zur Verfügung steht.

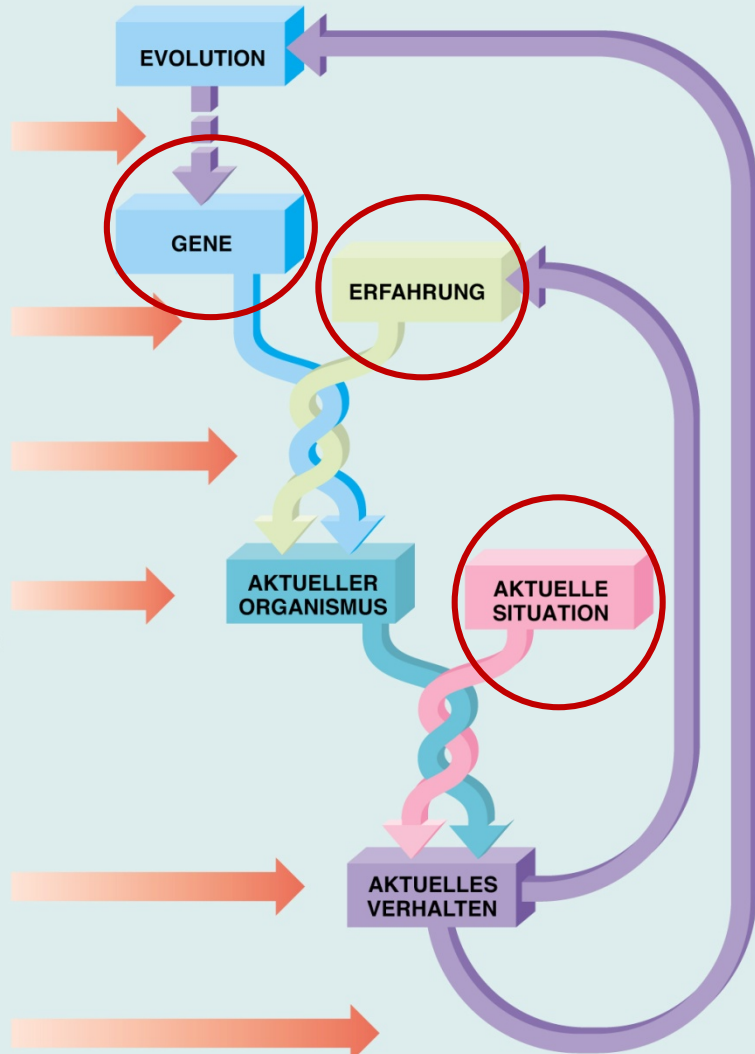
**2** Die Gene eines jeden Individuums initiieren ein einzigartiges Programm neuronaler Entwicklung

**3** Die Entwicklung des Nervensystems eines jeden Individuums hängt von seinen Interaktionen mit seiner Umwelt ab (d.h. von seiner Erfahrung).

**4** Die aktuellen Verhaltensfähigkeiten und Verhaltenstendenzen eines jeden Individuums werden durch einzigartige Muster seiner neuronalen Aktivität bestimmt, von denen einige als Gedanken, Gefühle, Erinnerungen etc. erlebt werden.

**5** Das aktuelle Verhalten eines Individuums entsteht aus den Interaktionen zwischen den gerade ablaufenden Mustern seiner neuronalen Aktivität und seiner Wahrnehmung der aktuellen Situation.

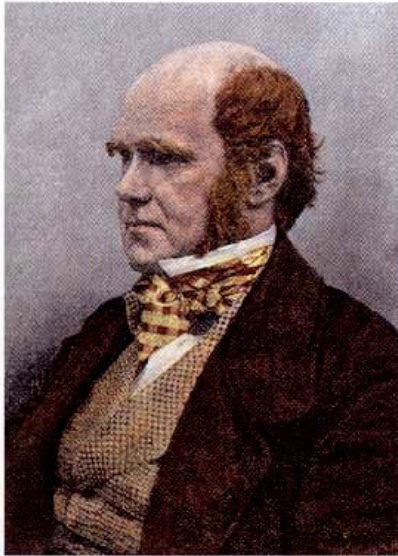
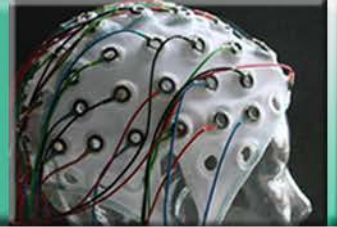
**6** Der Erfolg des Verhaltens eines jeden Individuums beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, dass seine Gene an zukünftige Generationen weitergegeben werden.



Verhalten ergibt sich aus der Interaktion dreier Faktoren (Gene, Erfahrung & aktuelle Situation)



# Evolutionäre Grundlagen des Verhaltens



Charles Darwin (1859) On the Origin of Species

- 😊 Natürliche Selektion
- 😊 Fitness (Tauglichkeit)

Abbildung 1.9: Charles Darwin (1809-1882). Seine Theorie der Evolution revolutionierte die Biologie und beeinflusste die frühen Psychologen sehr. (North Wind Picture Archives.)



# Vier Belege für die Evolutionstheorie



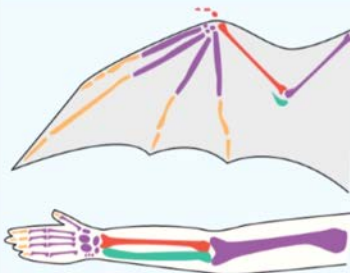
Fossilien ändern sich systematisch über die verschiedenen geologischen Schichten hinweg. Hier ist die Evolution des menschlichen Schädels dargestellt.



Domestizierte Pflanzen und Tieren wurden durch selektive Zuchtprogramme entscheidend verändert.



Das Wirken der Evolution konnte auch direkt beobachtet werden. Aufgrund einer 18 Monate dauernden Dürre auf einer der Galapagosinseln waren nur noch große, schwer zu fressende Samen vorhanden. Dies führte bei einer Finkenart zu einer Vergrößerung des Schnabels.

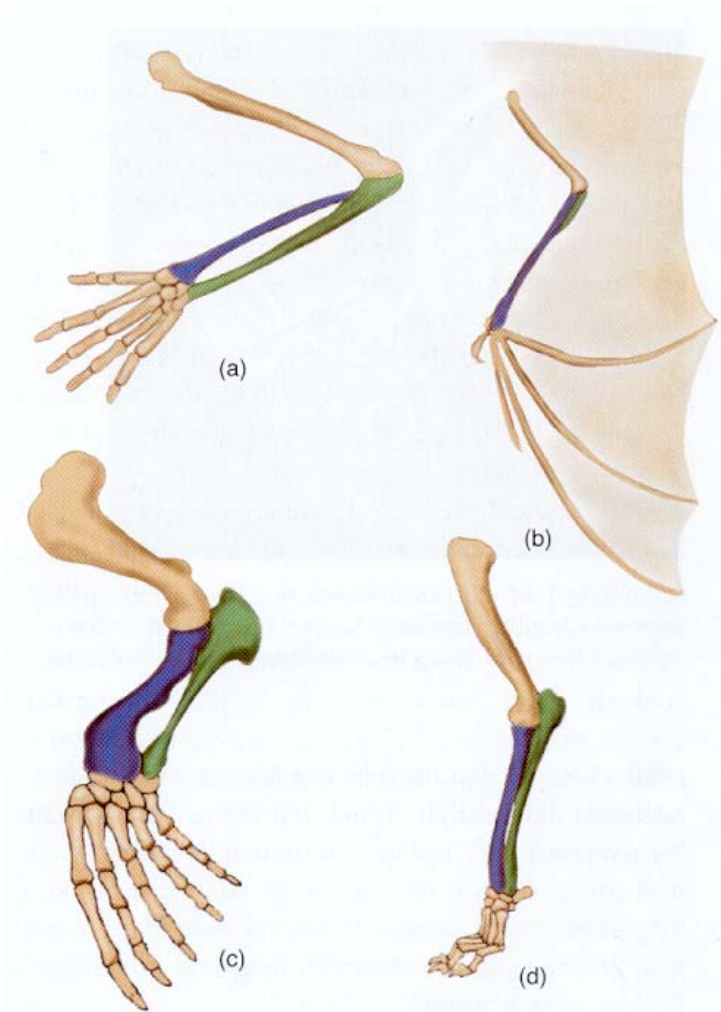


Zwischen verschiedenen noch lebenden Arten existieren bemerkenswerte strukturelle Ähnlichkeiten (z. B. zwischen dem menschlichen Arm und einem Fledermausflügel).





# Natürliche Selektion



z.B. Anpassung **homologer Knochen** an unterschiedliche Funktionen

**Abbildung 1.10:** Knochen der vorderen Extremität: (a) Mensch; (b) Fledermaus; (c) Wal; (d) Hund. Durch den Prozess der natürlichen Auslese haben sich diese Knochen verschiedenen Funktionen angepasst.



# Evolutionstheorie



- 😊 Mitglieder einer Art unterscheiden sich beträchtlich.
- 😊 Merkmale mit hoher Überlebens- bzw. Reproduktionsrate werden am ehesten an künftige Generationen weitergegeben.
- 😊 Wiederholung über Generationen.
- 😊 Entwicklung von Arten die besser an ihre Umwelt angepasst sind.
- 😊 **Fitness:** Fähigkeit eines Organismus zu überleben und fruchtbare Nachkommen zu zeugen.



# Anpassung und Fehlanpassung



**Abbildung 1.11:** Der Eulenschmetterling. Dieser Schmetterling zeigt seine Augenflecken, wenn sich ein Vogel nähert. In den meisten Fällen wird der Vogel un verrichteter Dinge wegfliegen.



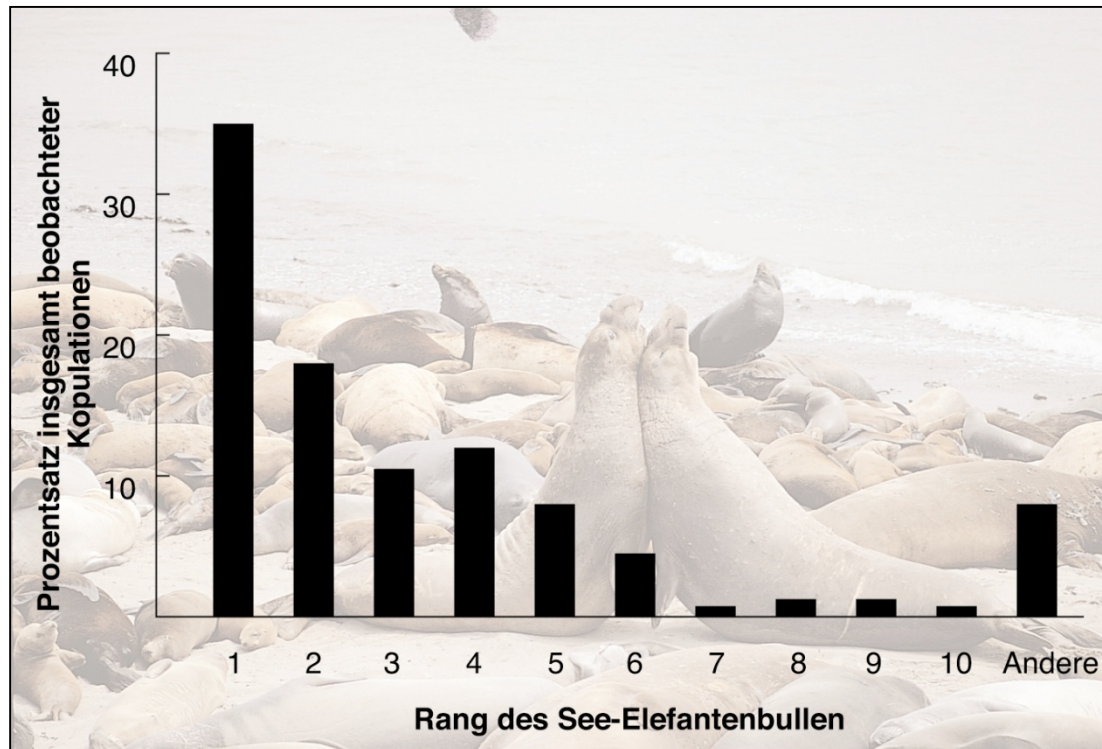
**Abbildung 1.12:** Beispiel einer fehlangepassten Eigenschaft. Die meisten Mutationen bieten keine Auslesevorteile, diejenigen aber, die solche bieten, werden auf künftige Generationen übertragen.



# Evolution und Verhalten: Zwei Beispiele



## (1) Soziale Dominanz



**Abbildung 2.5:** Zwei gewaltige See-Elefantenbullen fordern sich gegenseitig heraus. Dominante Bullen kopulieren häufiger als diejenigen auf einem niedrigeren Rangplatz (adaptiert nach McCann, 1981).



# Evolution und Verhalten



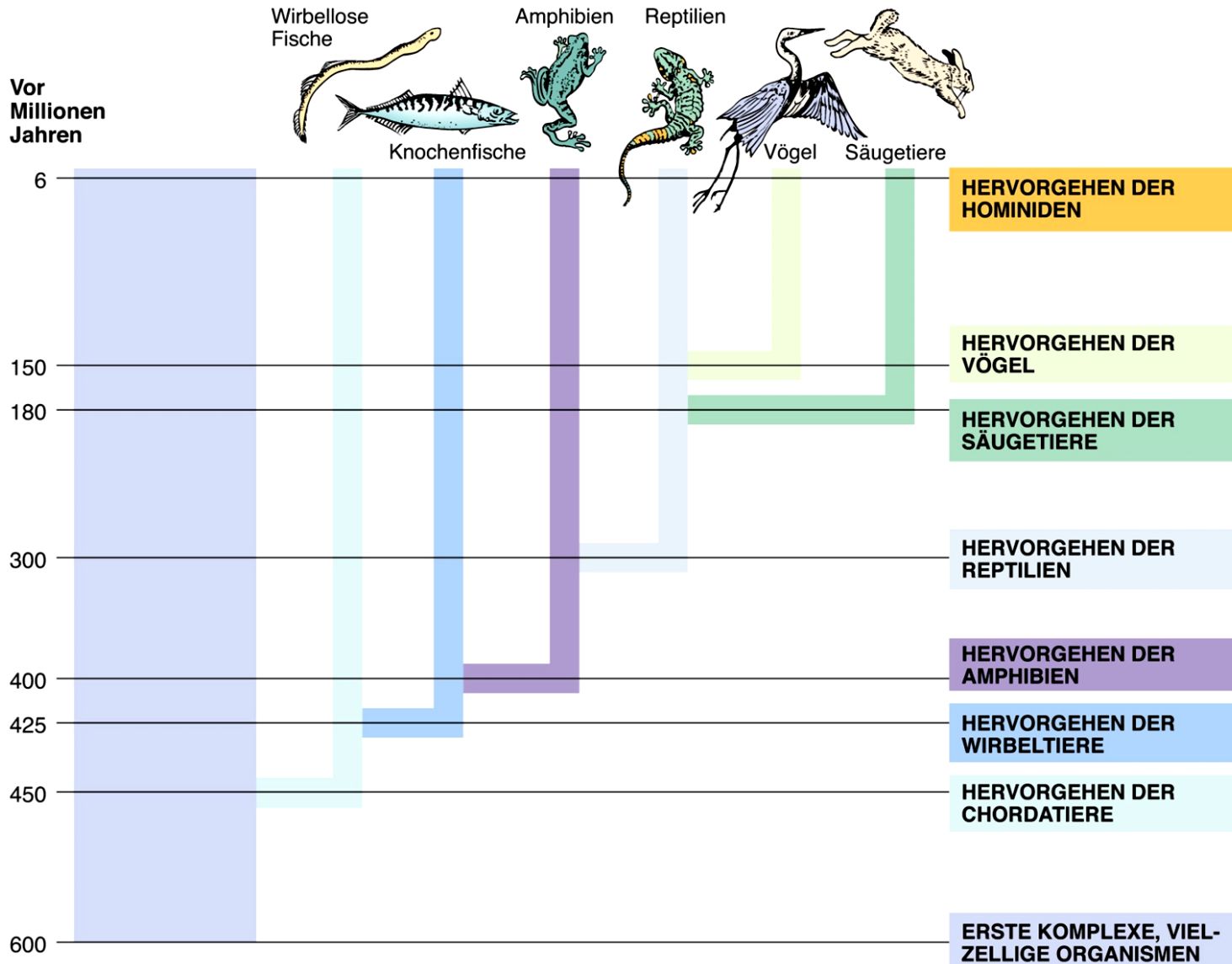
## (2) Werbeverhalten

- Paarung zwischen verschiedenen **Arten** ist in der Regel ausgeschlossen.
- Balzverhalten begünstigt die Evolution neuer Arten.





# Die Evolution der Wirbeltiere (Vertebraten)





# Vom Wasser zum Land



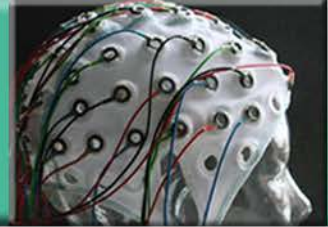
**2.7** Ein Wanderwels kriecht in Florida mithilfe seiner Flossen über Land.



**Abbildung 2.6:** Rechts zu sehen ist ein kürzlich entdecktes Fossil eines fehlenden evolutionären Bindeglieds, links eine Rekonstruktion des Tieres. Es hat Schuppen, Zähne und Kiemen wie ein Fisch und primitive Handwurzeln und Fingerknochen ähnlich wie Landtiere.



# Die Evolution des Menschen



600 Mio: Einzellige Organismen

500 Mio: Chordaten

425 Mio: Wirbeltiere (**Vertebraten**) (7 Klassen)

Kieferlose Fische, Knorpelfische,  
Knochenfische, Amphibien, Reptilien, Vögel,  
Säugetiere.

180 Mio: Säugetiere (20 Ordnungen)

Ordnung der **Primaten** (5 Gruppen):

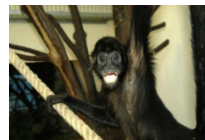
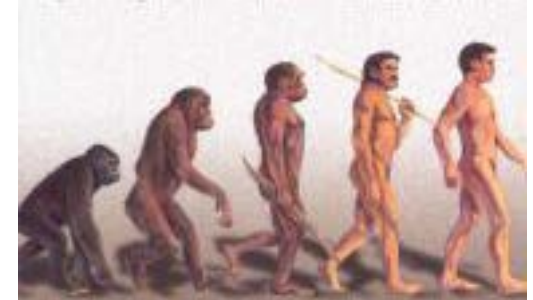
Halbaffen

Neuweltaffen

Altweltaffen

Menschenaffen

**Hominiden** (Gattung) (Homo Sapiens)







# 5 Primatengruppen



20 Säugetierordnungen:

eine Ordnung:  
Primaten (Herrentiere)

5 Primatenfamilien



**Menschenaffe**

*Flachlandgorilla, Silberrücken*



**Altweltaffe**  
*Husarenaffe*



**Neuweltaffe**  
*„Herr Nilsson“, ein Totenkopffäffchen*



**Hominide**  
*Mensch*

**Halbaffe**  
*Koboldmaki*



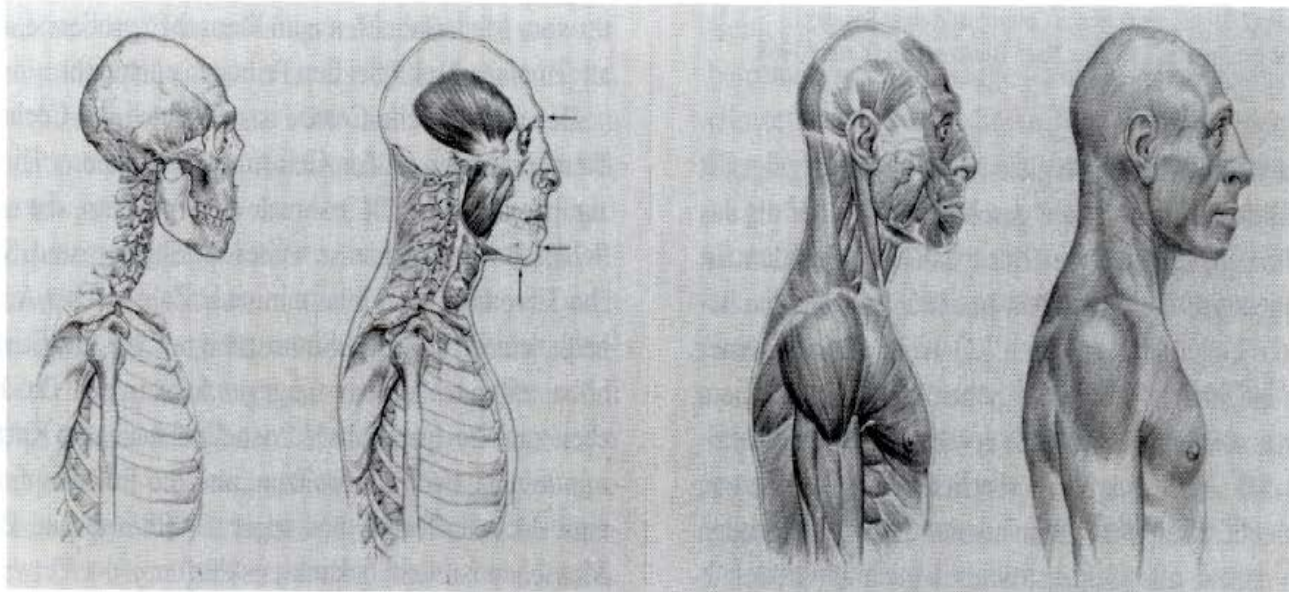
# Die vier Methoden der Evolutionforschung



## (1) Morphologische Rekonstruktion



# Morphologische Rekonstruktion 1



**2.3** Rekonstruierter Schulter-Kopf-Bereich des Neandertalers. Zu den Knochen werden die entsprechenden Muskeln und die Haut ergänzt. Die Pfeile deuten auf Punkte, an denen die jeweiligen Maße auf Messungen am Menschen oder Orang-Utan basieren. Die Form der Nase ist von typischen knöchernen Referenzpunkten abgelei-

tet. Das Rekonstruktionsergebnis steht in auffälligem Widerspruch zu früheren Vorstellungen vom Neandertaler, der unintelligent und nach vorne geneigt dargestellt wurde. (Rekonstruktion von Jay Matternes. Aus Rensberger, B. *Facing the Past*. In: *Science* 81 (1981) S. 41–81. Copyright 1981, Nachdruck mit Genehmigung.)



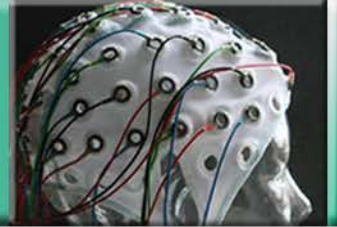
# Morphologische Rekonstruktion 2



Vergleich der Hände und Füße eines Menschen und eines Schimpansen.



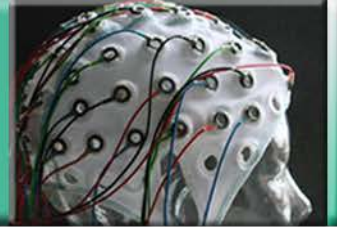
# Die vier Methoden der Evolutionsforschung



- (1) Morphologische Rekonstruktion
- (2) Proteinanalyse (Hämoglobin)
  - Abweichungen in der Aminosäuresequenz → Zeit getrennter Entwicklung (alle 1.25 Mio Jahre treten (mutationsbedingte) Sequenzänderungen in Proteinen auf.
  - 24 verschiedene AS-Sequenzen bei Alt- und Neuwelt Affen → Trennung der Alt- und Neuwelt Affen vor ca. 30 Mio. Jahren



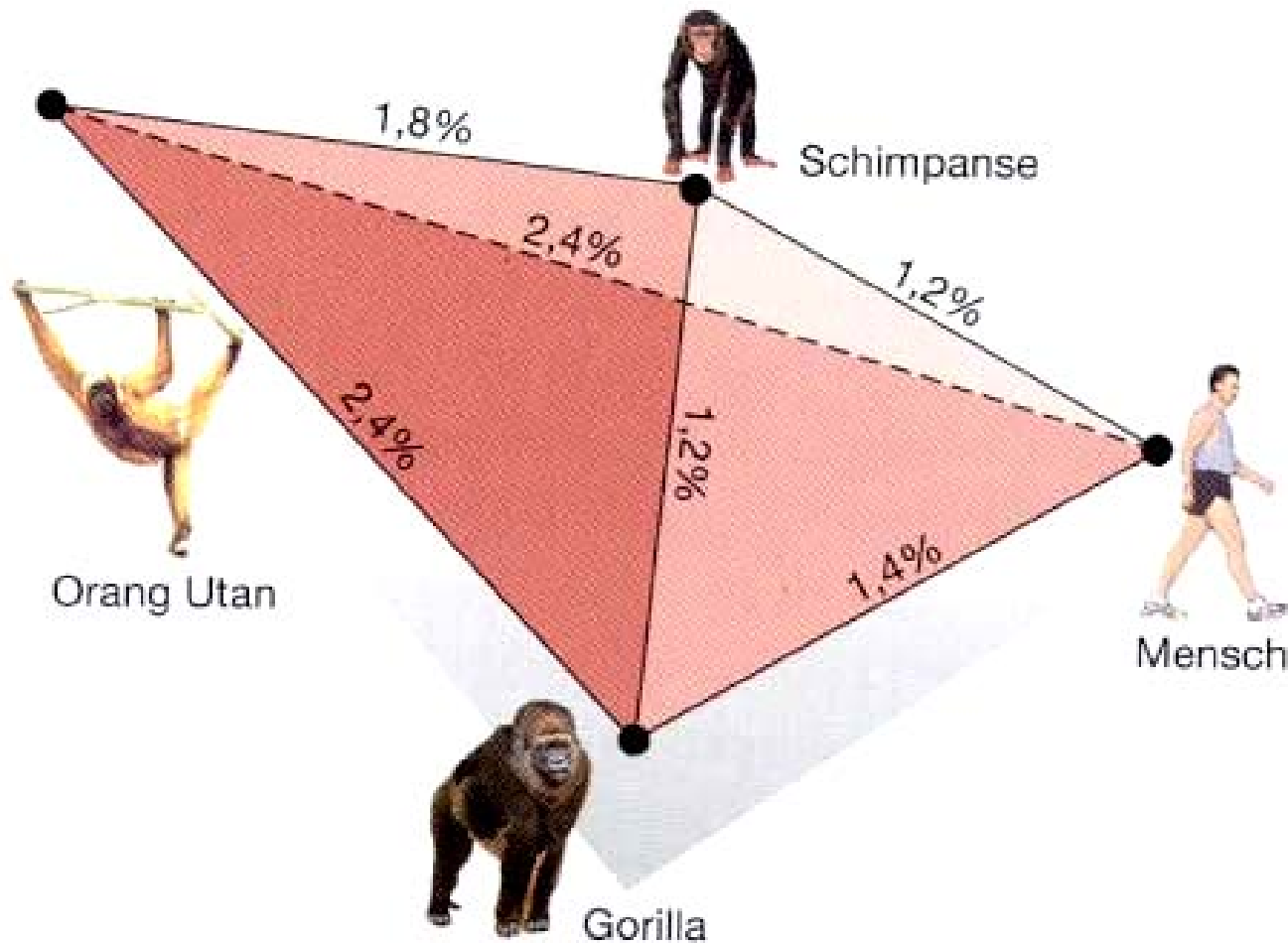
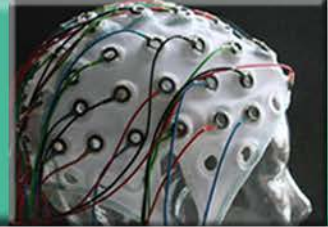
# Die vier Methoden der Evolutionsforschung



- (1) Morphologische Rekonstruktion
- (2) Proteinanalyse (Hämoglobin)
  - Abweichungen in der Aminosäuresequenz
- (3) DNA (Desoxyribonucleinsäure) aus Mitochondrien.

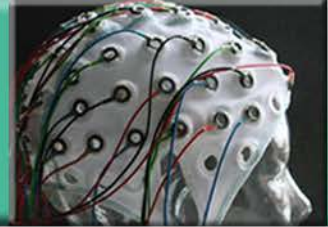


# DNA Differenzierung bei Primaten





# Die vier Methoden der Evolutionsforschung



- (1) Morphologische Rekonstruktion
- (2) Proteinanalyse (Hämoglobin)
- (3) DNA (Desoxyribonucleinsäure)
  - Genetische Übereinstimmung, Schimpanse und Mensch fast 99 %







# Die vier Methoden der Evolutionsforschung



- (1) Morphologische Rekonstruktion
- (2) Proteinanalyse (Hämoglobin)
  - Abweichungen in der Aminosäuresequenz
- (3) DNA (Desoxyribonucleinsäure)
  - Genetische Übereinstimmung, Schimpanse und Mensch 99 %
- (4) Verhaltensanalyse
  - Rezente Menschenaffen



# Evolution des Menschen (die letzte 1/10 Sek)



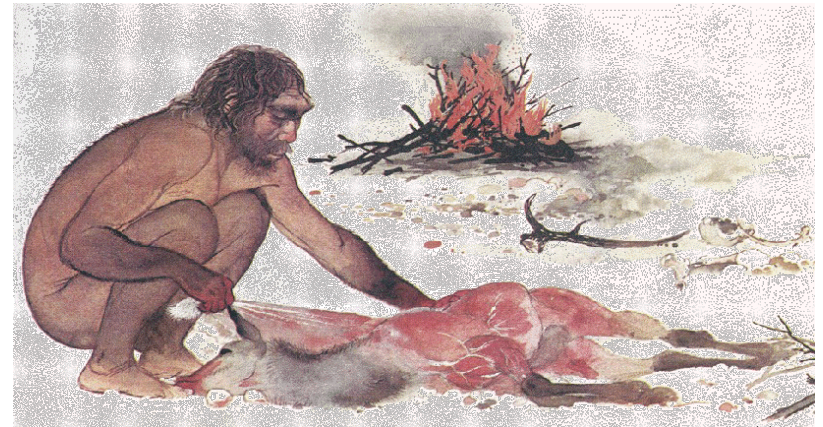
- **Australopithecus** (3.7 Mio)  
East Side Theorie
- **Homo Habilis** (1.75 Mio)
- **Homo Erectus** (1.6 Mio – 0.4 Mio)
  - Theorie der Präadaptation
- **Homo Sapiens** (100.000)



# Australopithecus



**Abbildung 2.10:** Der bemerkenswert vollständig erhaltene Schädel eines dreijährigen Australopithecus-Mädchens. Das Fossil ist 3,3 Millionen Jahre alt.





# Australopithecus

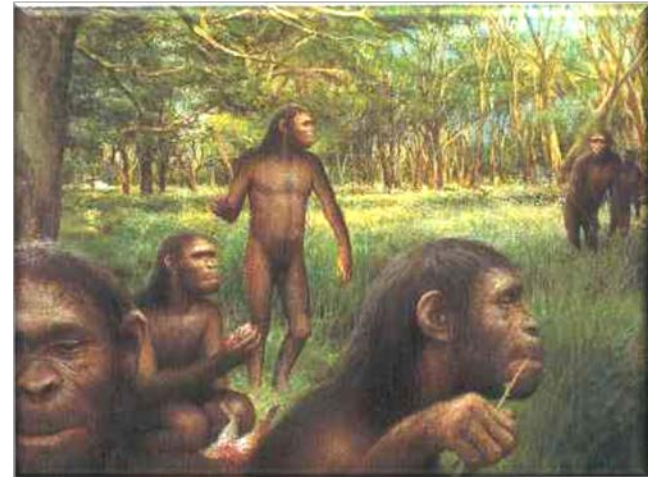
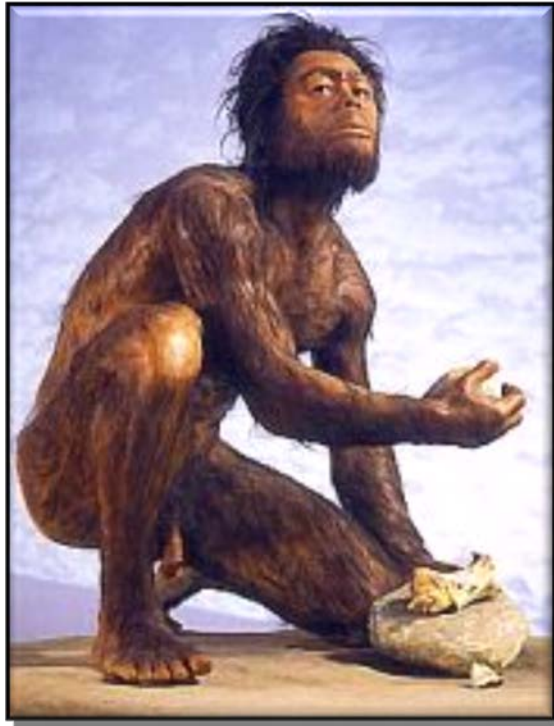


## Aufrechter Gang

**2.11** Vor etwa 3,6 Millionen Jahren hinterließen Australopithecinen Fußspuren in der afrikanischen Vulkanasche. Die Spuren, die 1978 entdeckt wurden und sich über eine Strecke von 70 Metern ziehen, stammen von zwei Erwachsenen und einem Kind, das in den Fußstapfen der Erwachsenen lief.



# Homo Habilis





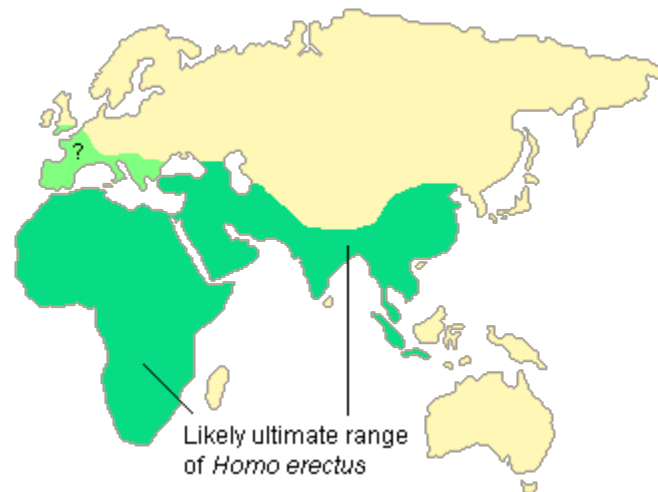
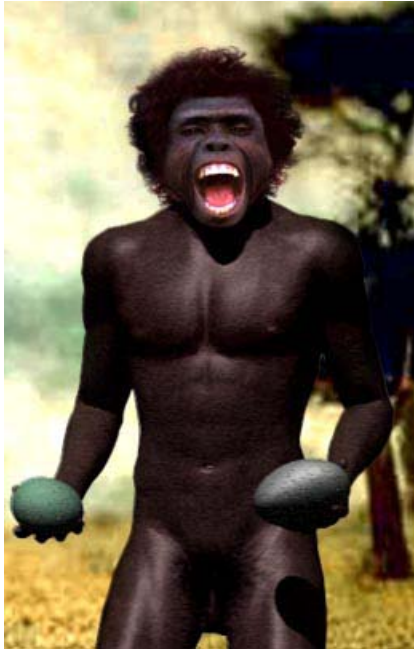
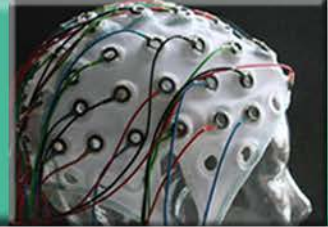
# Homo Erectus





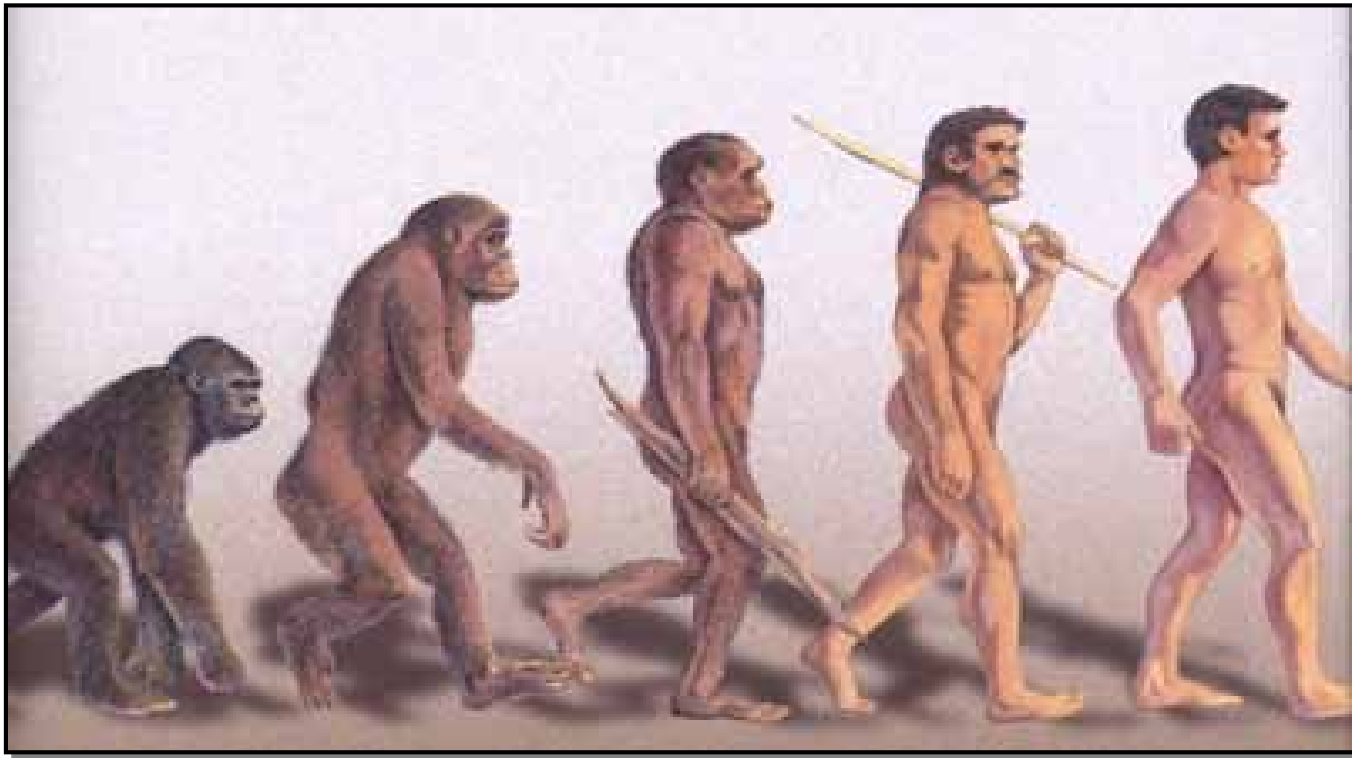
# Homo Erectus

## These der Präadaptation





# Homo Sapiens





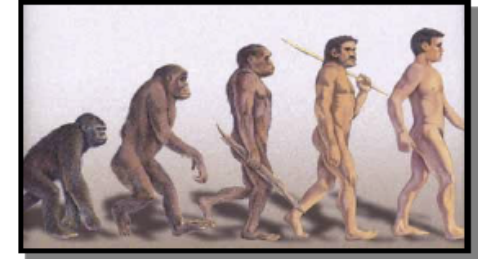


# Homo Sapiens

## The cultural big bang

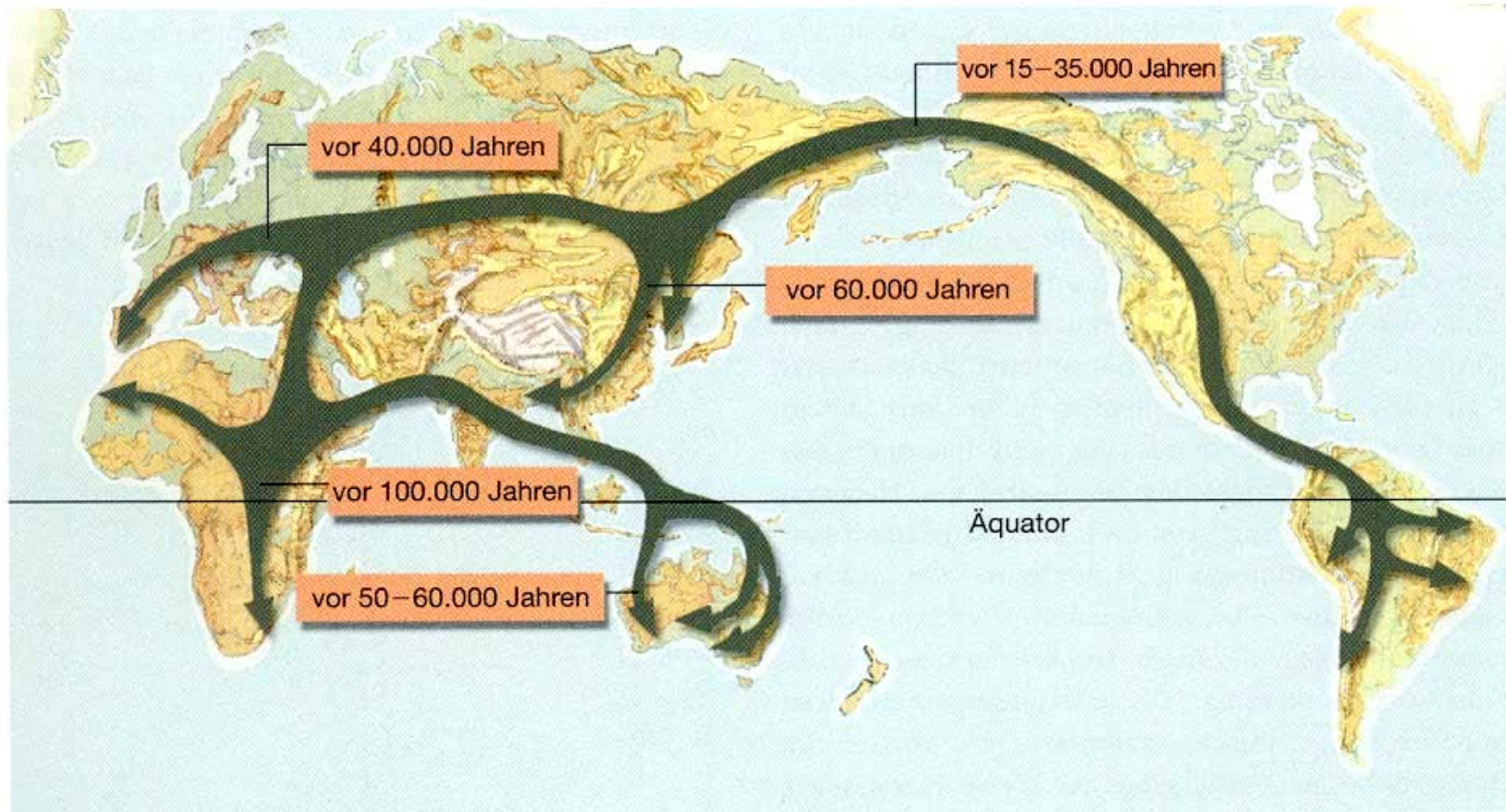


- Homo rhodesiensis (400.000)
- Entstehung neuer Erbanlagen (280.000 Jahren) zur Konstruktion des **Homo Sapiens**.
- Mutation im Chromosom 16 (BoIA2 Gene)
- Aufrüstung des Eisenstoffwechsels
- **Cultural Big Bang**
- Homo Sapiens überrennt den Planeten





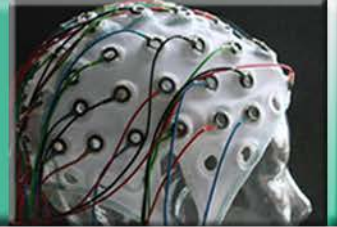
# Homo Sapiens verteilt sich über Europa und Asien



**Abbildung 1.17:** Vermutliche Wanderungsrouten des Homo sapiens nach dessen Entwicklung in Ostafrika. (Aus Cavalli-Sforza, L. L. Gene, Menschen und Sprachen. Scientific American, Nov.1991, p. 75.)



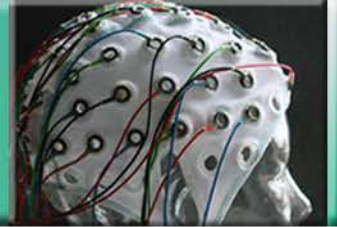
# Evolution des Gehirns



- 😊 Gehirngröße und Intelligenz sind eng verknüpft
- 😊 Encephalisationsquotient: Gehirngewicht relativ zum Körpergewicht



# Evolution des Gehirns



## Gehirngewicht:

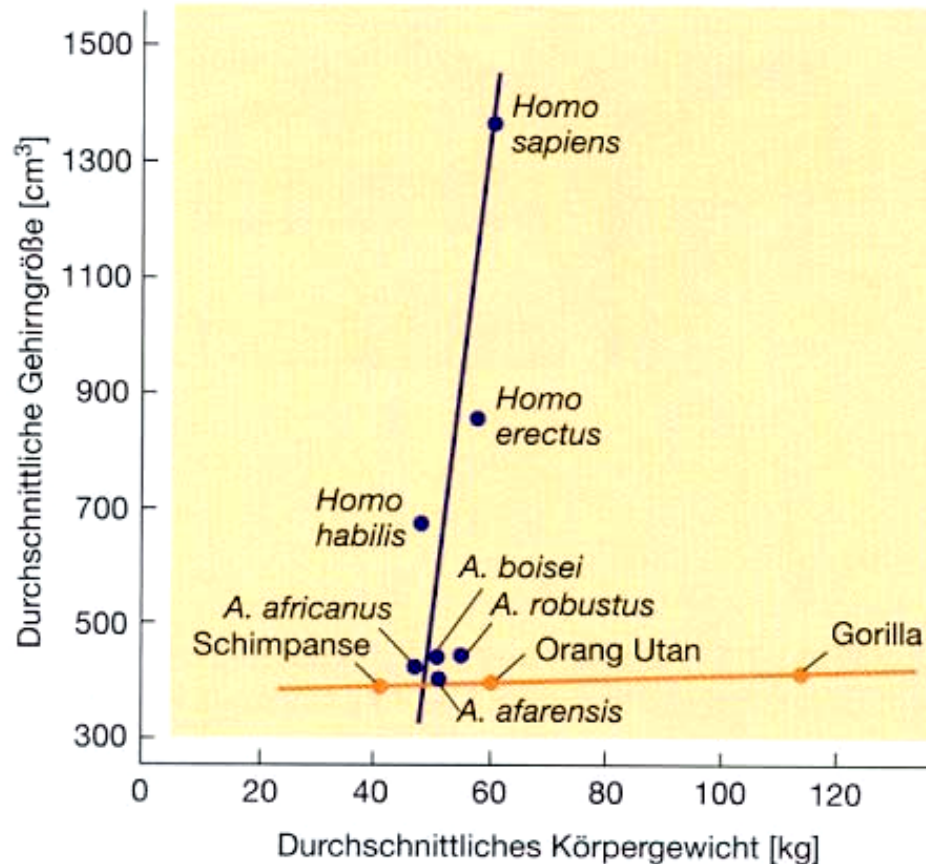
Spitzmaus 0.4 g / Mensch 1.3 kg / Elephant 5-8 kg

## Gehirn vs. Körpergewicht:

Spitzmaus 3.3 / Mensch 2.2 / Elephant 0.2



# ABER: Gehirn und Körper wachsen nicht linear



**Abbildung 1.18:** Mittlere Gehirngröße als Funktion des Körpergewichtes bei verschiedenen Arten von Hominiden. (Aus Lewin, R. Human Evolution: An Illustrated Introduction, 3rd. ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1993)



# Der Encephalisationsquotient nach Jerison (1973)



Verhältnis: Tatsächliche Gehirngröße / Erwartete Gehirngröße

## Encephalisationsquotient (EQ)

Katze 1

Mensch 6.3

Ratte 0.4

Schimpanse 2.5

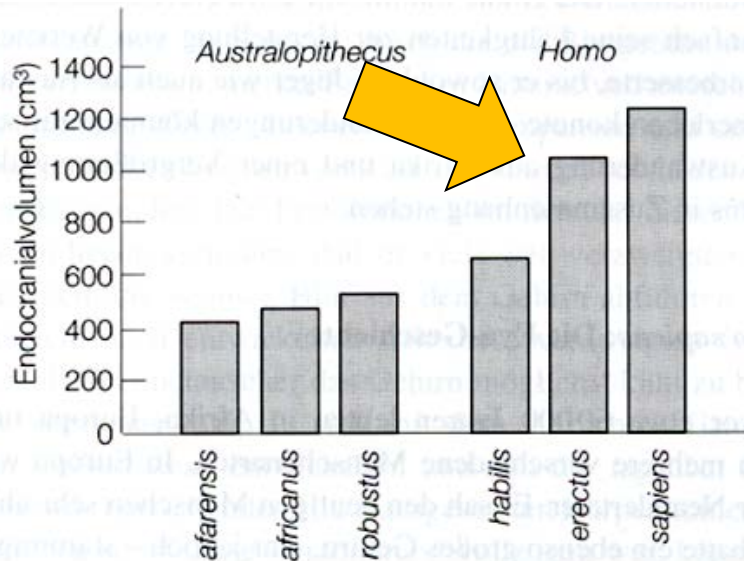
Delphin 6.0

Elephant 1.3

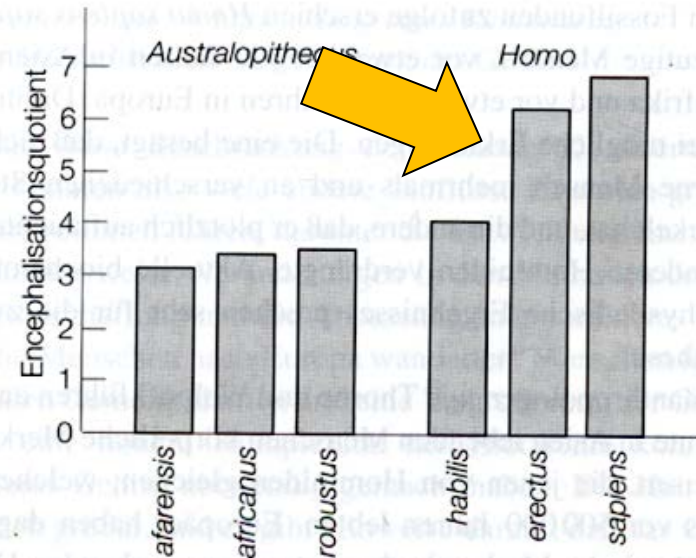
Der Mensch hat ein 6.3 mal größeres Gehirn als es von seiner Körpergröße her erwartbar wäre.



# Evolution des Gehirns



A absolute Gehirngröße



B relative Gehirngröße

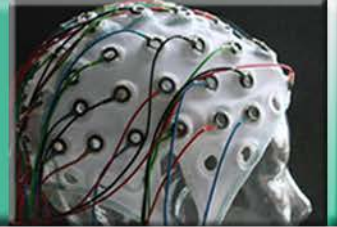
**2.5** Endocranialvolumina (A) und Encephalisationsquotienten (B) von Hominiden. Bemerkenswert ist die plötzliche Zunahme der Gehirngröße bei *Homo erectus*. (Daten aus McHenry 1982.)

**Homo Erectus:**





Plötzliche Zunahme der Gehirngröße



# Evolution des Gehirns



## Mechanismen

-  Präadaptation
-  Neotenie
-  Funktionelle Spezialisierung
-  Neuentwicklung

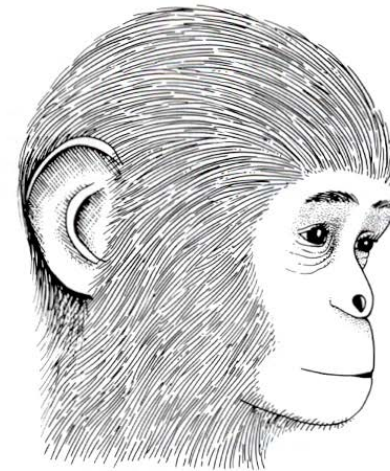
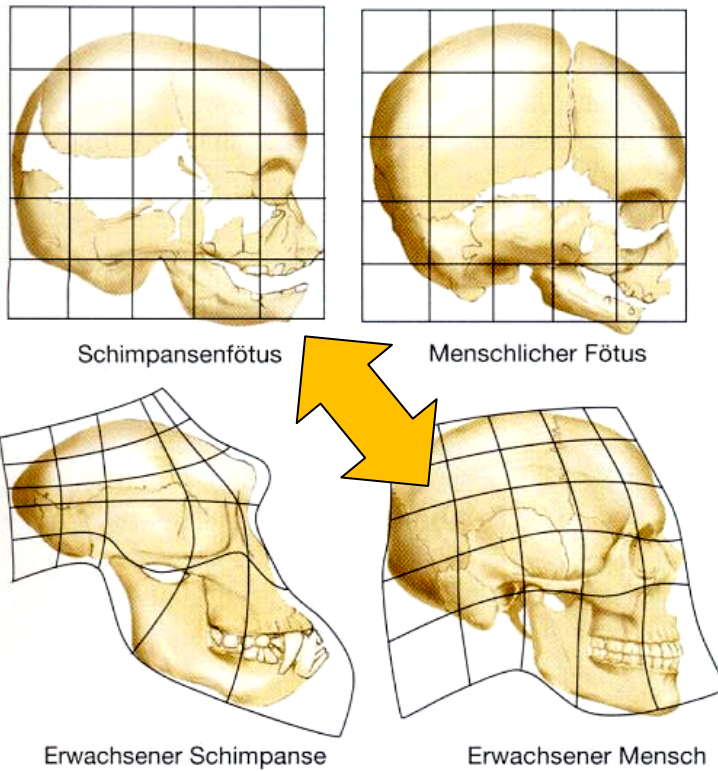




# Neotenie



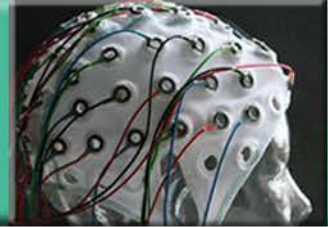
## Verzögerte Geschlechtsreife/ Adultentwicklung



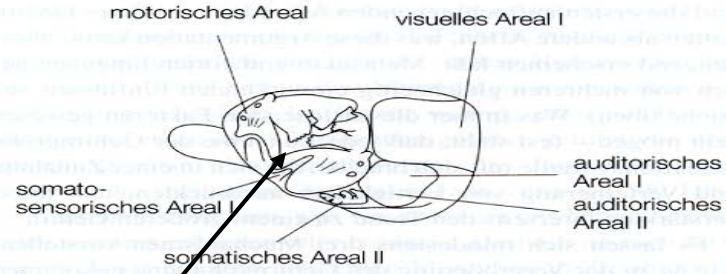
2.6 Ein junger (oben) und ein adulter (unten) Schimpanse. Es wird deutlich, daß wir Menschen dem kleinen Schimpansen ähnlicher sehen als dem ausgewachsenen. Dies ist ein Beispiel für das Prinzip der Neotenie in der Evolution des Menschen. (Nach Gould 1981.)



# Spezialisierung & Neuentwicklung



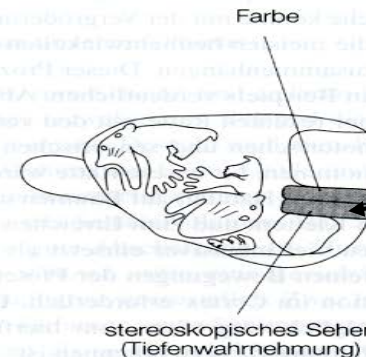
Funktionelle Spezialisierung



A



B



C

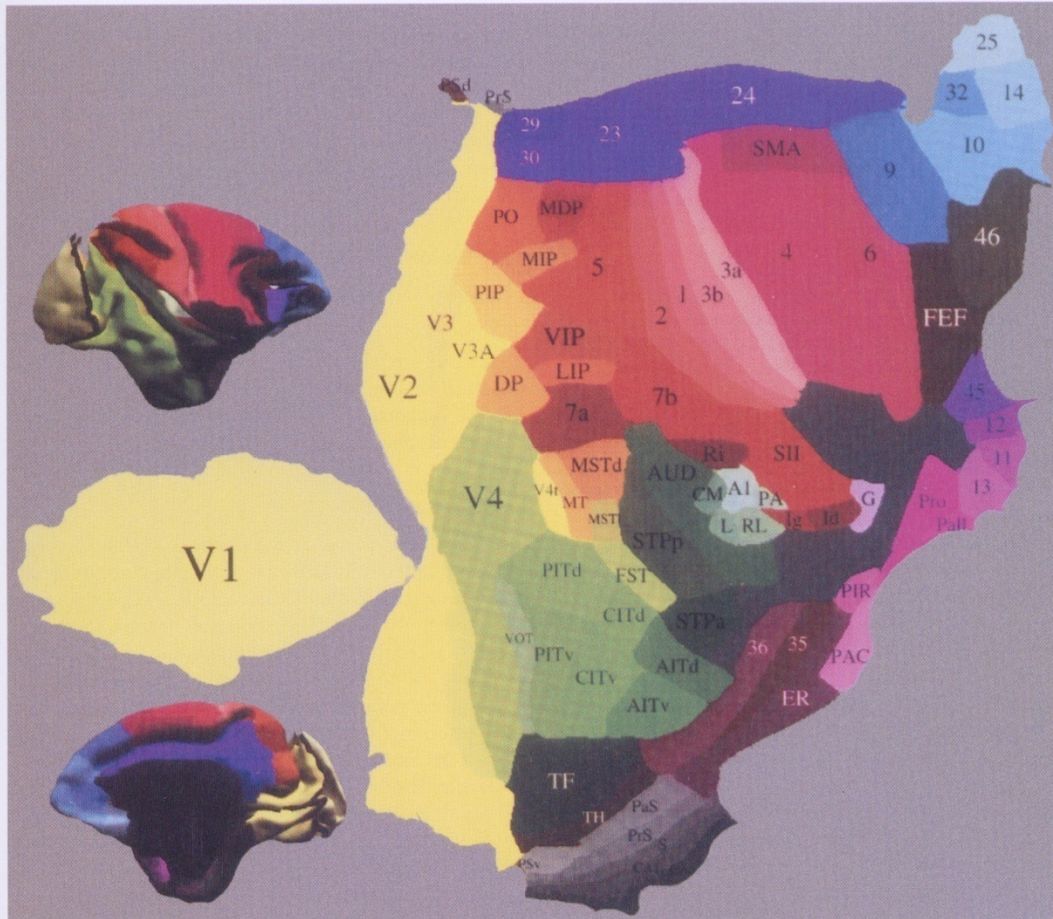
Neuentwicklung



# Funktionelle Spezialisierung

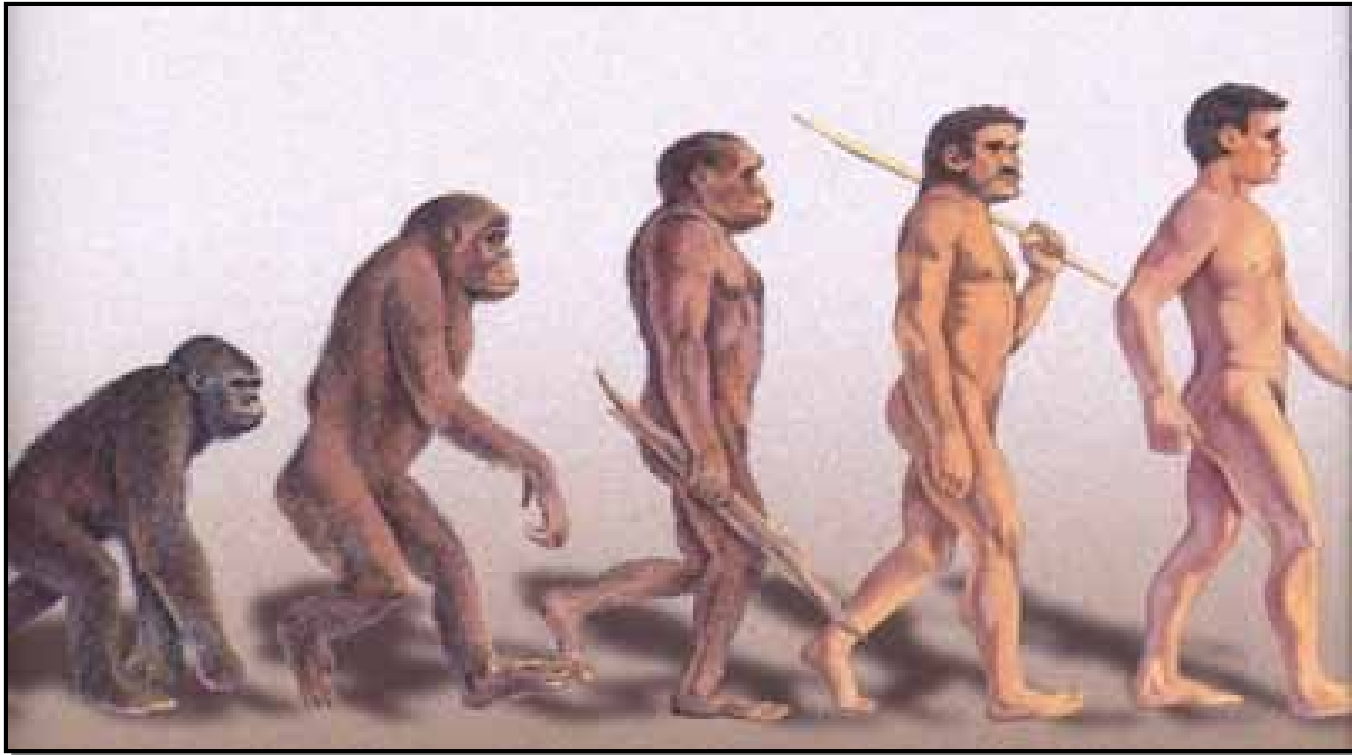


**Figure 3.16** Multiple representations of the visual world exist in extrastriate visual areas. Somewhere between thirty and thirty-five of these visual areas have been identified in monkeys, using a combination of anatomical and physiological methods. Each contains neurons performing specialized processing of the visual inputs. This representation shows how the cortex of a macaque monkey looks in normal perspective and when the cortex is flattened to aid in viewing the relationships of the various cortical areas. This flattened representation produced by David Van Essen and his colleagues includes areas (right) outside of the visual cortex as well as the visual areas (left).





# Evolution des Gehirns ?

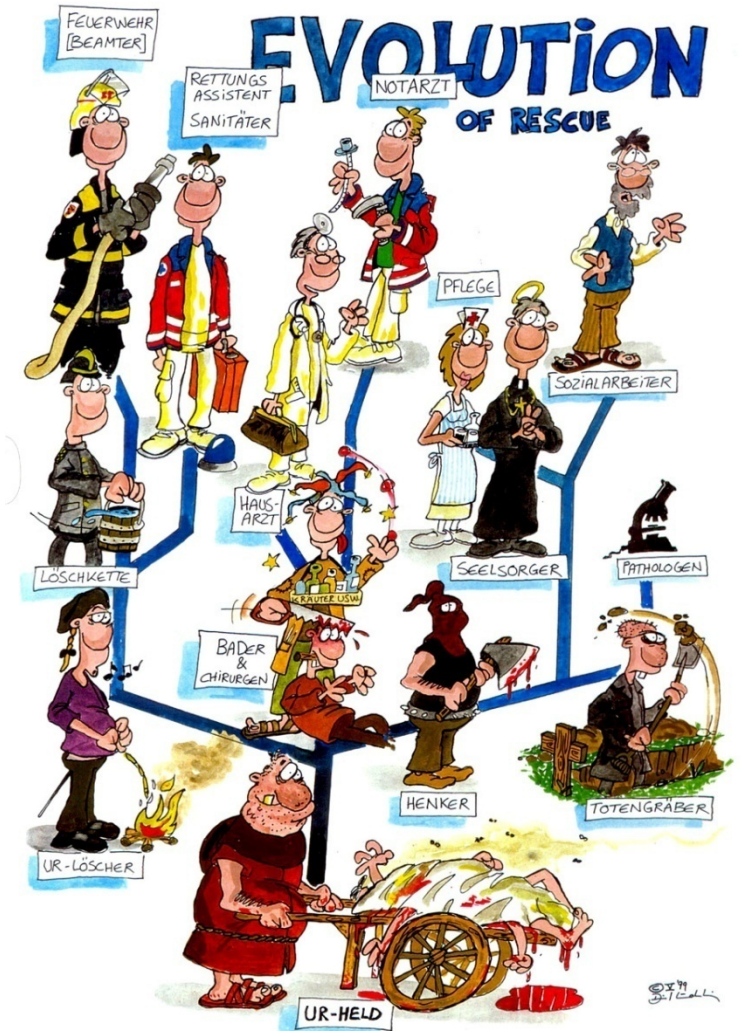




# Take Home



- 😊 Verhalten als komplexe Interaktion mehrerer Faktoren
- 😊 Evolution und Verhalten
- 😊 Methoden der Evolutionsforschung
- 😊 Evolution des Gehirns: Encephalisationsquotient Mechanismen



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

