

Beispielaufgabe 4

Der aufrechte Gang des „nackten Affen“

Sucht man nach den Unterscheidungskriterien zwischen Menschen und Menschenaffen beziehungsweise den übrigen Säugetieren, so stechen zwei klar ins Auge: Der aufrechte Gang und die nackte Haut.

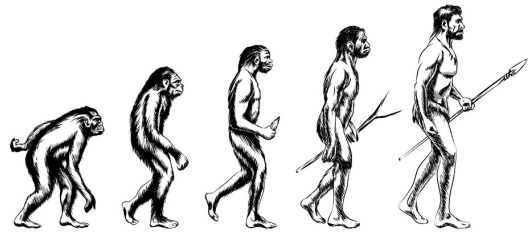


Abb. 1: Entwicklung des aufrechten Ganges
(©Neyro - stock.adobe.com).

Alle anderen Primaten und auch die meisten Säugetiere besitzen ein Fell. Menschen haben zwar nicht weniger Haare auf ihrem Körper, aber in den meisten Körperregionen sind die menschlichen Haare sehr viel kürzer und dünner als die von Menschenaffen.

Außerdem sind alle anderen Primaten im Wesentlichen Vierbeiner. Nur der Mensch bewegt sich permanent auf zwei Beinen fort.

Menschenaffen und Menschen haben sich aus einem gemeinsamen Vorfahren entwickelt. Der aufrechte Gang und die dünne Körperbehaarung müssen sich im Laufe der Evolution entwickelt haben.



Wie konnten sich der aufrechte Gang und die dünne Körperbehaarung entwickeln?

Ich soll nun also herausfinden...



1. Lösungsschritt: Betrachtung von Unterschieden

Menschenaffen und die übrigen Primaten bewegen sich auf vier Beinen fort und besitzen ein dichtes Fell.

Menschen bewegen sich auf zwei Beinen fort und die Körperbehaarung ist sehr dünn.

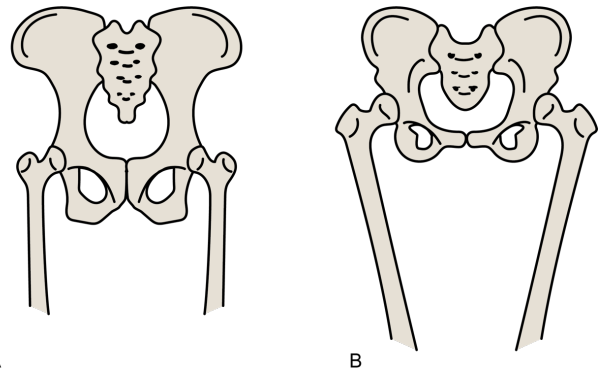
Um nachvollziehen zu können, welche Vorteile durch die Entwicklung des aufrechten Ganges und die dünne Körperbehaarung im Evolutionsprozess herrschten, muss man die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt der Entwicklung betrachten. Dafür ist es wichtig herauszufinden, wann diese Entwicklung stattgefunden hat.



Warum muss man den Zeitpunkt der Entwicklung des aufrechten Ganges und der dünnen Körperbehaarung herausfinden?

Für die Rekonstruktion von evolutionsgeschichtlichen Änderungen werden Fossilien genutzt. Auf diese Weise kann keine Aussage über den Entstehungszeitpunkt der dünnen Körperbehaarung gemacht werden, da Fossilien keine Haare mehr haben. Hinsichtlich der Bipedie (Fortbewegung auf zwei Beinen) können jedoch entsprechende Rückschlüsse gezogen werden.

Die Evolution des aufrechten Ganges erforderte zahlreiche Umstrukturierungen im Skelett. So ist beispielsweise das Becken der Menschen breiter und kürzer als bei Menschenaffen. Auf diese Weise verstärkt sich die Hebelwirkung von Muskeln, die den Rumpf beim aufrechten Gang stabilisieren.



A

B

Abb. 2: Vergleich der Becken von Schimpanse [A] und Mensch [B] (© Vierk/IPN).



Die Unterschiede kann ich in der Abbildung wiederfinden.

Fossilien, die ähnliche Veränderungen im Bewegungsapparat zeigen wie moderne Menschen, haben sich wahrscheinlich ebenfalls auf zwei Beinen fortbewegt.

Welche Eigenschaften muss man also bei den Fossilien vorfinden, um auf einen aufrechten Gang zu schließen?



Der Australopithecus ist die bisher erste Gattung, bei dem sich die Wissenschaftler aufgrund solcher Ähnlichkeiten im Skelett sicher sind, dass sich dieser auf zwei Beinen fortbewegt hat. Die Australopithecinen lebten vor ungefähr 4 Millionen Jahren. Das wohl berühmteste nahezu vollständige Skelett eines Individuums trägt den inoffiziellen Namen „Lucy“.

Dass es sich nicht um eine unbeholfene Art und Weise der Fortbewegung handelte, zeigen die Fußabdrücke, die man in afrikanischem Gestein gefunden hat. Dort wurden sie vor über 3 Millionen Jahren von Australopithecinen in frischer Vulkanasche hinterlassen. Die Fußabdrücke sind fast identisch mit denen von heutigen Menschen.



Wie konnten die Wissenschaftler feststellen, dass ein aufrechter Gang vorhanden war?

Durch diese fossilen Fußspuren lässt sich der Zeitraum näher bestimmen, in dem sich der aufrechte Gang entwickelt haben muss.

Jetzt ist es möglich, die Umweltbedingungen näher zu betrachten, die die Entwicklung des aufrechten Ganges bei den Vorfahren der Australopithecinen begünstigt haben könnten.

Der aufrechte Gang entwickelte sich wahrscheinlich vor über 4 Millionen Jahren.

Betrachtet man die Temperaturentwicklung vor dieser Zeit, so ist folgendes zu erkennen:

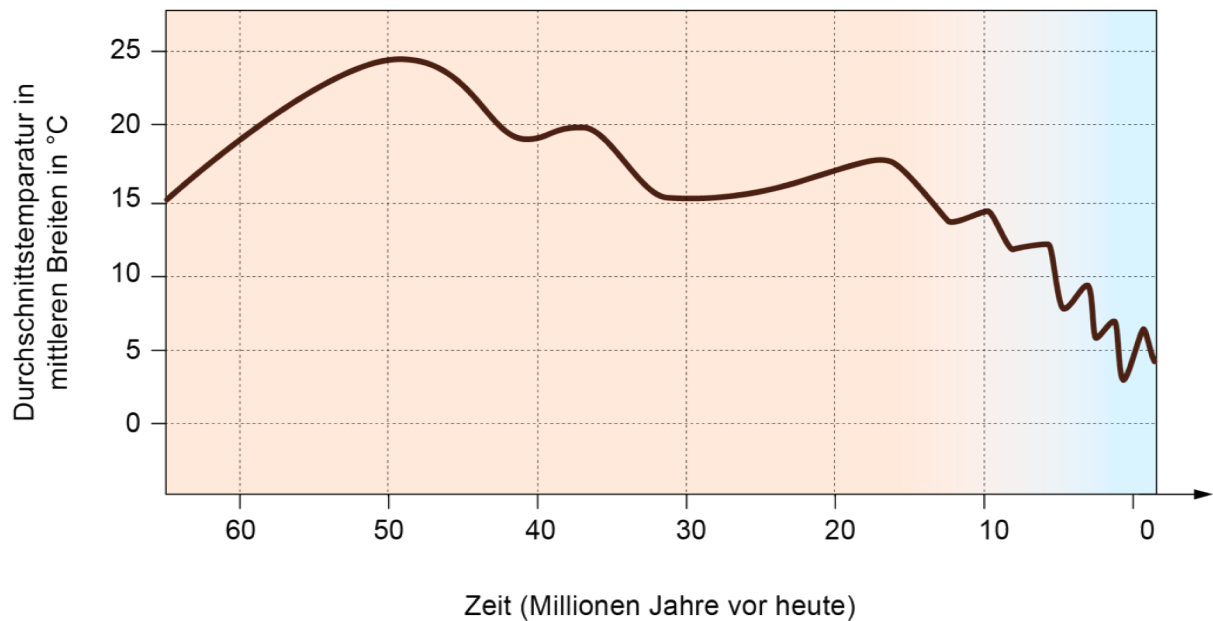


Abb. 3: Globale Temperaturentwicklung in den letzten 60 Millionen Jahre.



Auf der x-Achse sieht man ...
Auf der y-Achse sieht man ...
Die Kurve gibt die ... an.
Die heutige Temperatur liegt bei ...

In der Grafik kann man erkennen, dass es vor etwa 20 Millionen Jahren zu einer weltweiten **Temperaturabnahme** kam.

Gleichzeitig begann die Bildung des mehr als 6000 km langen ostafrikanischen Grabensystems. Besonders in Ostafrika kam es entlang dieser geologisch aktiven Zone zu Vulkanismus und Gebirgsbildung. Ostafrika geriet allmählich in den Regenschatten von Gebirgen. Eine **räumliche Trennung** war die Folge.



Welche Umweltveränderungen haben stattgefunden?

Aufgrund dieser Temperaturabkühlung und der trockeneren Luft verschwanden die Regenwälder in Ostafrika und es bildeten sich weitläufige offene Savannenlandschaften.

Die Entstehung solcher Savannenlandschaften bietet eine mögliche Erklärung für die Entwicklung des aufrechten Ganges und der dünnen Körperbehaarung.

In der Savanne stellten sich den Vorfahren des Menschen zwei Probleme: die starke Sonneneinstrahlung und die Ernährung.

Die sogenannte **Savannentheorie** oder „Kühlerhypothese“ geht davon aus, dass die Entwicklung des aufrechten Ganges und der dünnen Körperbehaarung in diesen veränderten Umweltbedingungen einen Vorteil darstellten.



Die Savannentheorie sagt aus, dass...

Aufgrund der starken Sonneneinstrahlung besteht die Gefahr einer Überhitzung. Die Savanne bietet keinen Schattenschutz durch Bäume. Durch den aufrechten Gang wird die Körperoberfläche, die der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, reduziert. Und auch die Körperfläche, die der vom Boden abgestrahlten Hitze ausgesetzt ist, verringert sich. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Körper stärker dem abkühlenden Wind ausgesetzt ist.

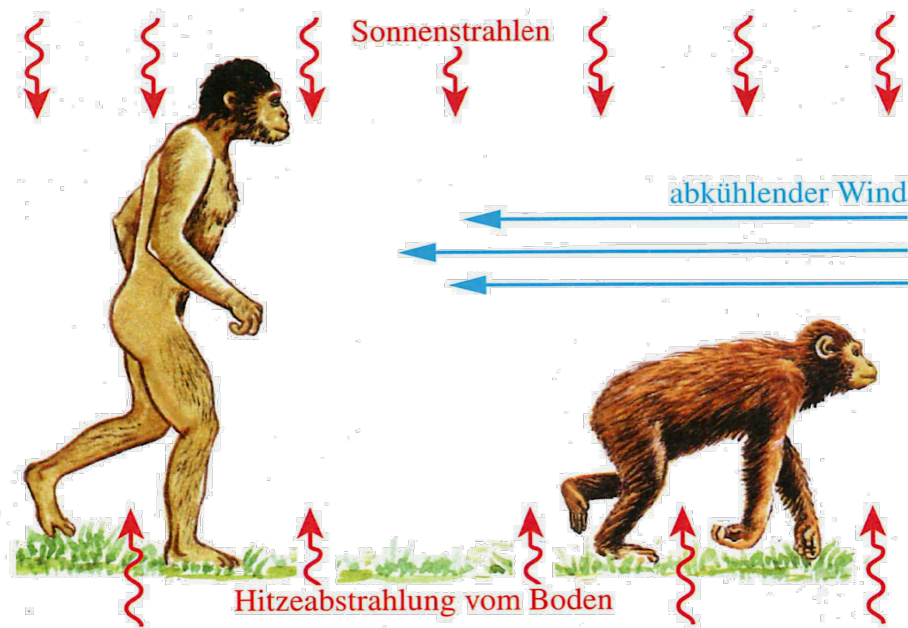


Abb. 4: Die „Kühlerhypothese des aufrechten Ganges“ (Quelle: Schroedel -Evolution, S.127).



Die Vorteile des aufrechten Ganges kann ich in der Abbildung gut erkennen.

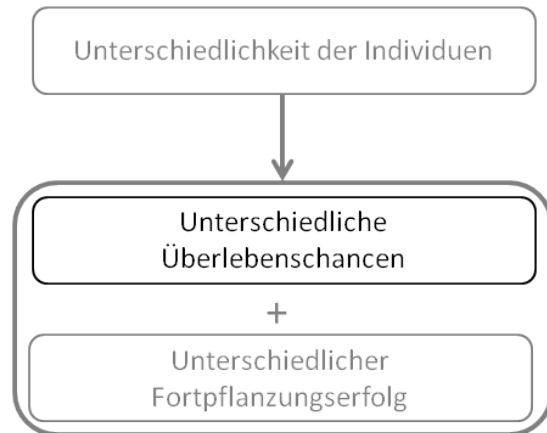
Außerdem findet man in der Savanne, im Gegensatz zu den tropischen Regenwäldern, nur vereinzelt Früchte tragende Bäume. Um ausreichend Nahrung zu finden, mussten unsere Vorfahren deshalb meist weite Strecken zurücklegen.

Durch die aufrechte Fortbewegung waren sie zwar nicht so schnell wie die Vierfüßer, dafür handelt es sich um eine äußerst energiesparende Fortbewegungsweise. Mit gleichem Energieaufwand kann auf zwei Beinen eine doppelt so lange Strecke zurückgelegt werden. Außerdem waren die Hände frei und konnten somit dafür genutzt werden, die Nahrung über weite Strecken zu tragen.

2.1 Lösungsschritt: Betrachtung der Überlebens- und Fortpflanzungschancen

Individuen, die aufgrund bestimmter Merkmale einen bestimmten Zeitraum länger auf zwei Beinen gehen konnten, hatten einen **Überlebensvorteil**. Der aufrechte Gang schützte vor **Überhitzung**.

Außerdem hatten die Individuen durch die Bipedie auch bezüglich der **Nahrungsfindung und -sammlung** einen **Überlebensvorteil**.



Der aufrechte Gang stellt einen Überlebensvorteil dar, denn...

In dem Zusammenhang der Überhitzung lässt sich eventuell auch die Reduzierung des dichten Fells erklären.

Die dünnere Behaarung und der Besitz von zahlreichen Schweißdrüsen ermöglichen ein effektives Kühlsystem: das Schwitzen.

2.2 Lösungsschritt: Betrachtung der Überlebens- und Fortpflanzungschancen

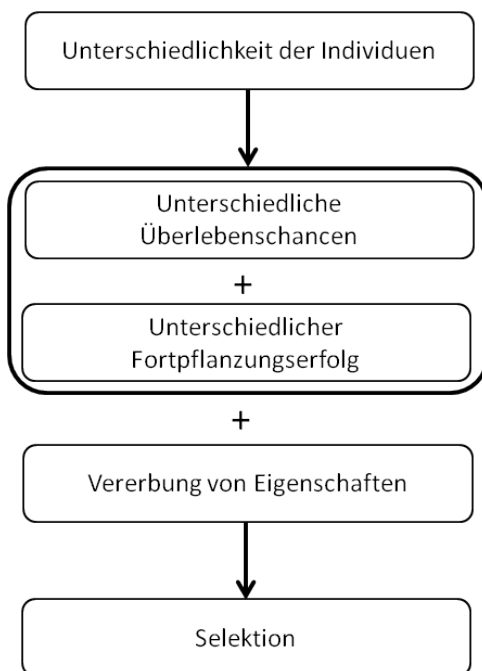
Durch das effektive Kühlsystem hatten Individuen mit einer dünnen Körperbehaarung einen weiteren **Überlebensvorteil**.



Die dünne Körperbehaarung stellt einen Überlebensvorteil dar, denn ...

3. Lösungsschritt: Betrachtung der Auswirkungen auf die biologische Fitness

Nur Individuen, die bis zur Fortpflanzungsreife überlebt haben, können ihre eigenen Gene in die nächste Generation bringen. Der Überlebensvorteil **erhöht** somit die biologische Fitness.



Im Laufe der Zeit konnten sich der aufrechte Gang und die dünne Körperbehaarung durch den Mechanismus der Selektion in der Savanne entwickeln.

Ob die **Savannentheorie** zutrifft, wird noch heute diskutiert. Kritiker weisen darauf hin, dass die Knochen des ältesten bisher gefundenen Australopithecinen in einem dicht bewaldeten Gebiet gefunden wurden.

Das kann bedeuten, dass sich der aufrechte Gang doch im Wald und nicht in der Savanne entwickelt hat. Es könnte aber auch darauf hindeuten, dass die Australopithecinen bei ihrer Futtersuche sehr weite Strecken zurücklegen mussten und auf diese Weise auch in die Waldgebiete gelangt sind.

Neben der Savannentheorie gibt es deshalb noch eine Reihe anderer Hypothesen zur Evolution des aufrechten Ganges und der dünnen Behaarung. Welche Hypothese jedoch zutrifft ist noch nicht geklärt.