

Beispielaufgabe 3

Der Neandertaler in uns

1856 entdeckten Arbeiter bei Steinbrucharbeiten in einer Höhle 10 km östlich von Düsseldorf, im sogenannten Neandertal, Knochen. Sie hielten diese Knochen für Überreste eines Höhlenbären und warfen sie weg. Der Lehrer und begeisterte Naturforscher Carl Fuhlrott erfuhr trotzdem von diesem Fund und ließ größere Stücke wieder aufsammeln. Das längliche Schädeldach besaß mächtige Überaugenwülste und die kräftigen Oberschenkelknochen waren merkwürdig gebogen. Trotzdem vermutete er, dass es sich um ein Skelett eines primitiven Urmenschen handelte, von dem die modernen Menschen (***Homo sapiens***) abstammen. Für die damalige Zeit eine unglaubliche Vorstellung.

Inzwischen ist anerkannt, dass sich der moderne Mensch aus einer Urform entwickelt hat.



Aber welche Rolle hat der sogenannte Neandertaler bei dieser Entwicklung gespielt?

Ich soll nun also herausfinden...



In der Wissenschaft werden insbesondere zwei Vorstellungen über die Entwicklung des *Homo sapiens* und welche Rolle der Neandertaler dabei spielte, diskutiert:

das **multiregionale Modell** und das **Out-of-Africa-Modell**.

Der Ausgangspunkt bei beiden Modellen ist der *Homo ergaster* (homo <lat.>: „Mensch“, ergaster <gr.>: „Arbeiter, Handwerker“). Er ist der Vorläufer von *Homo erectus* („aufrechter Mensch“) und allen weiteren Homo Gattungen. Es wird davon ausgegangen, dass *Homo ergaster* vor etwa 2 Millionen Jahren Afrika verließ und die übrige Welt eroberte.



Beide Modelle gehen davon aus, dass...

Die Vorstellungen über die weitere Entwicklung unterscheiden sich dann jedoch bei den beiden Modellen.

Verfechter des **multiregionalen Modells** gehen davon aus, dass die Entwicklungslinien aller modernen Bevölkerungen bis zu dem Zeitpunkt zurückreichen, als der Mensch **erstmalig** Afrika verließ.

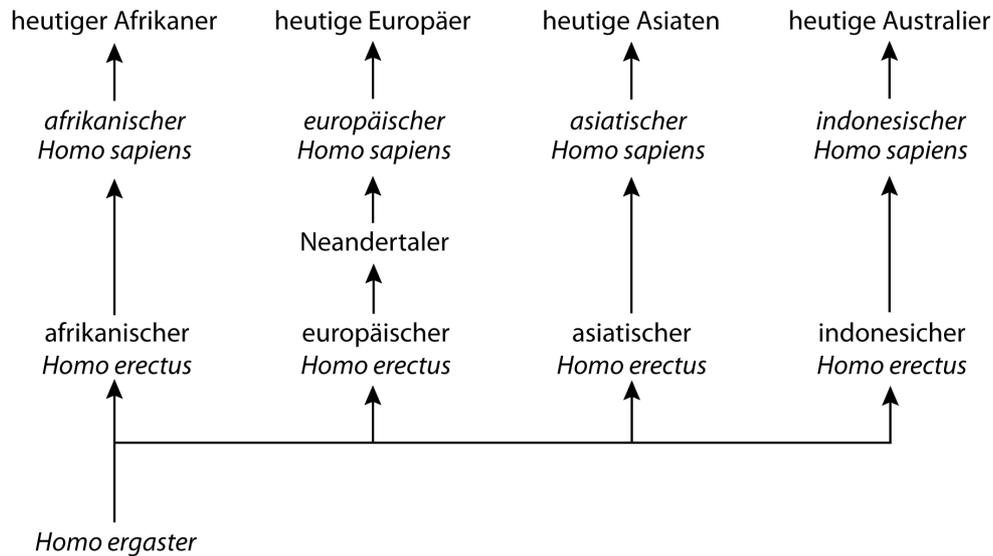


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des multiregionalen Evolutionsmodells (Quelle: IPN).



Die Grafik zeigt mir...

Aus den regionalen Populationen des *Homo erectus* ist an verschiedenen Stellen der Erde der *Homo sapiens* entstanden. Natürlich fand vor allem in den Kontaktzonen ein Genaustausch zwischen den Vorfahren der regionalen *Homo sapiens* statt. Trotzdem erfolgte die Entwicklung relativ unabhängig.

Über das multiregionale Modell weiß ich jetzt...



Beim **multiregionalen Modell** wäre der **Neandertaler** ein Nachkomme aus der europäischen Population des *Homo erectus* und ein **direkter Vorfahre** des modernen Europäers.



Ja, das kann ich in der Abbildung erkennen.

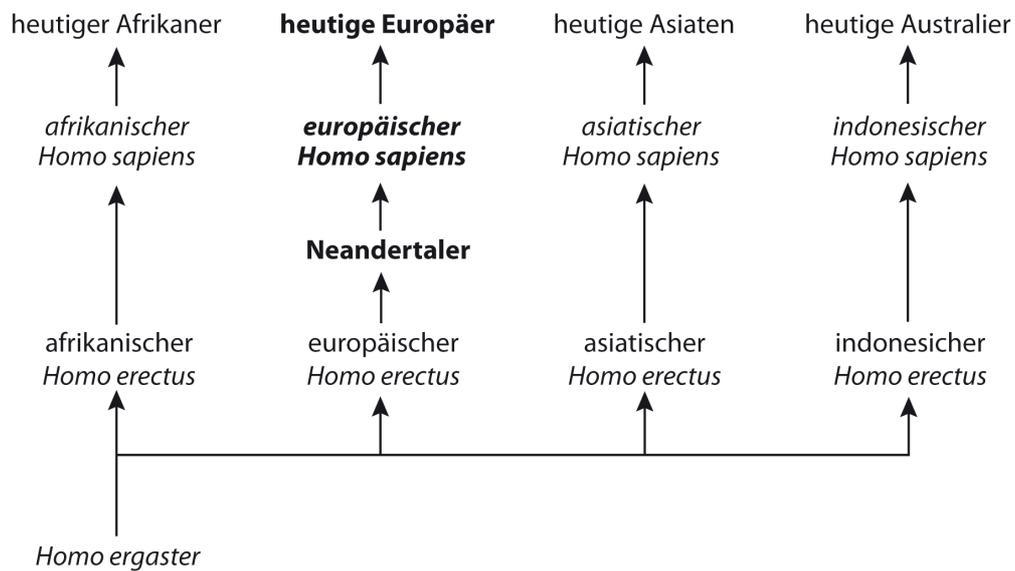


Abb. 2: Vereinfachte Darstellung des multiregionalen Evolutionsmodells (Quelle: IPN).

Das **Out-of-Africa-Modell** geht davon aus, dass sich der moderne Mensch ausschließlich in Afrika entwickelte. Von dort aus besiedelte er dann in einer **zweiten großen Wanderung** die übrigen Kontinente.

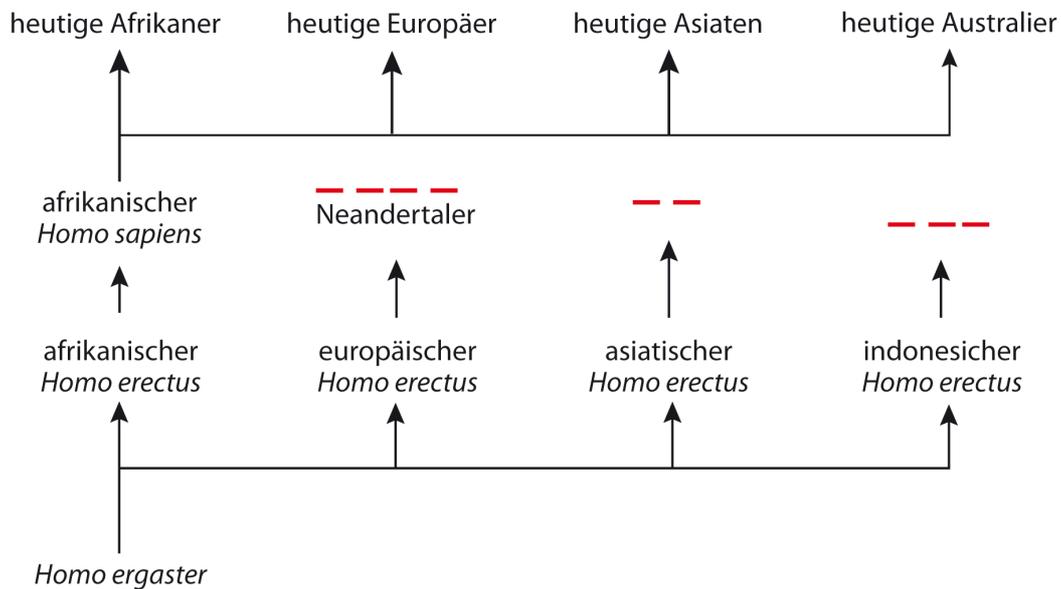


Abb. 3: Vereinfachte Darstellung des Out-of-Africa-Modells. Das Aussterben einer Art ist mit einer gestrichelten roten Linie (---) dargestellt. (Quelle: IPN).



Die rote gestrichelte Linie bedeutet...
Die Grafik zeigt mir...

Bei dieser Vorstellung wurden die in den jeweiligen Regionen lebenden älteren Menschenformen, wie z.B. der Neandertaler, vom *Homo sapiens* verdrängt (rote gestrichelte Linie).

Über das Out-of-Africa-Modell weiß ich jetzt...



Beim **Out-of-Africa-Modell** wäre der Neandertaler **kein direkter Vorfahre** des *Homo sapiens*.

Als Vorfahre aller heutiger modernen Menschen wird der afrikanische *Homo sapiens* beziehungsweise der afrikanische *Homo erectus* angesehen.



Ja, das kann ich in der Abbildung erkennen.

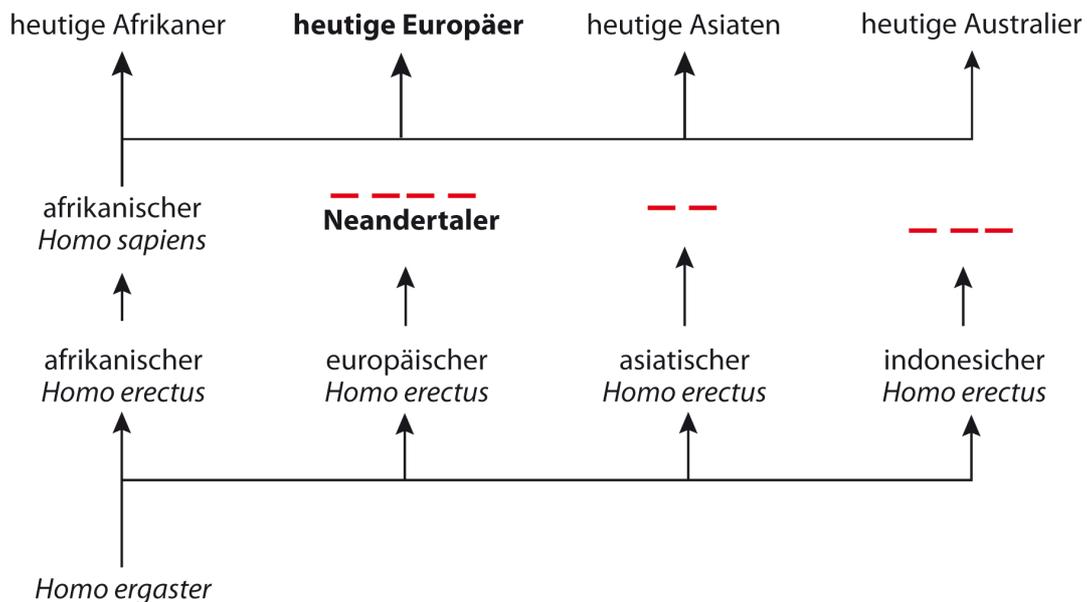


Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des Out-of-Africa-Modells. Das Aussterben einer Art ist mit einer gestrichelten roten Linie (---) dargestellt. (Quelle: IPN).

Sollte eines der beiden Modelle tatsächlich zutreffen, so müsste man auch Hinweise bei den **homologen Merkmalen** finden, die dieses Modell bestätigen.

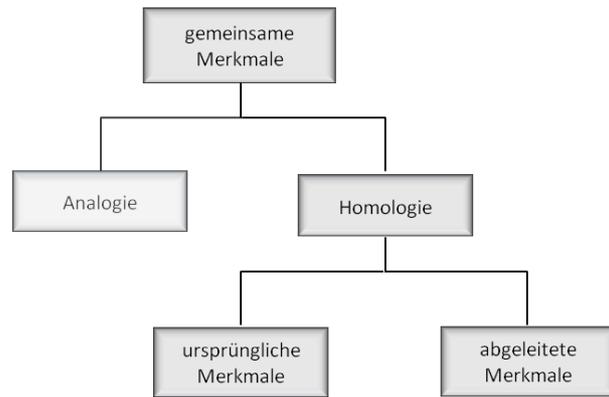


Abb. 5: Unterscheidung bei gemeinsamen Merkmalen (nach Ridley 1996).

Eine enge Verwandtschaft mit den Neandertalern zeigt sich dadurch, dass man **gemeinsame abgeleitete Merkmale** findet.

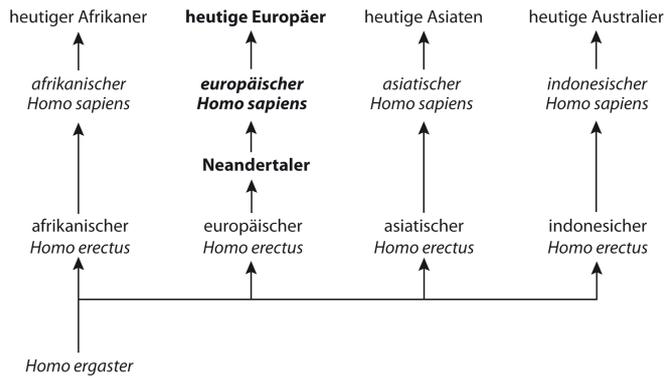


Abb. 6: Vereinfachte Darstellung des multiregionalen Evolutionsmodells (Quelle: IPN).

Für eine Bestätigung des **multiregionalen Modells** müssten die modernen Europäer mehr Ähnlichkeiten mit dem Neandertaler aufweisen, als die übrigen modernen Menschen. Man müsste also **nur bei den Europäern abgeleitete Merkmale** der Neandertaler finden.



Um das multiregionale Modell zu bestätigen, muss man...

Für eine Bestätigung des **Out-of-Africa-Modells** müsste man bei **allen** modernen Menschen **keine** beziehungsweise **nur wenige abgeleitete Merkmale** der Neandertaler finden.

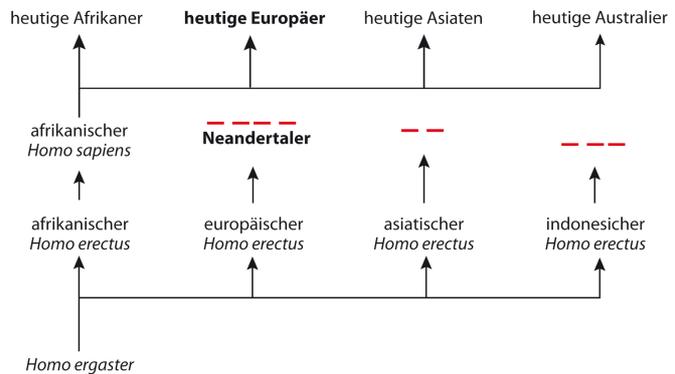


Abb. 7: Vereinfachte Darstellung des Out-of-Africa-Modells. Das Aussterben einer Art ist mit einer gestrichelten roten Linie (---) dargestellt. (Quelle: IPN).

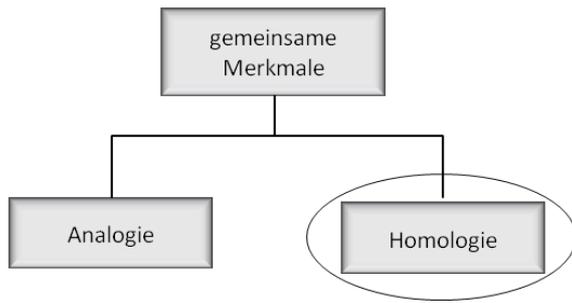
Um das Out-of-Africa-Modell zu bestätigen, muss man...



Anhand der genetischen Information lassen sich die Verwandtschaftsverhältnisse untersuchen.

Ähnlich wie bei der Präzipitinreaktion werden Unterschiede auf molekularer Ebene betrachtet. Allerdings werden nicht die Proteine selbst untersucht, sondern die Abschnitte auf den Genen, die für die Bildung bestimmter Proteine verantwortlich sind.

Die DNA bietet die Möglichkeit die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Neandertalern und modernen Menschen sehr detailliert zu vergleichen.



1. Lösungsschritt: Betrachtung homologer Merkmale

Die **Gene** der Neandertaler und der modernen Menschen sind **homologe Merkmale**.

Abb. 8: Unterscheidung bei gemeinsamen Merkmalen (nach Ridley 1996).

Von Interesse ist die Identifizierung der Gene, die sich im Laufe der Evolution verändert haben.

2. Lösungsschritt: Unterscheidung zwischen ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen

Die **veränderten Gene** sind die gesuchten **abgeleiteten Merkmale**.

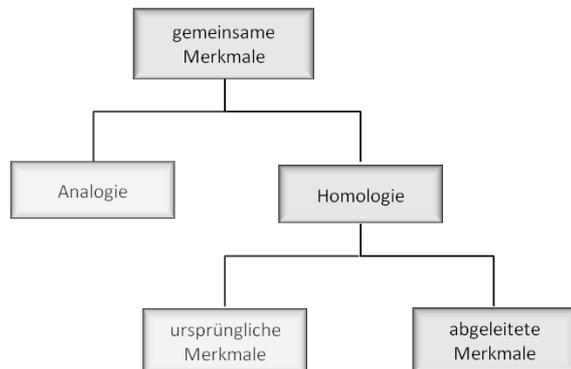


Abb. 9: Unterscheidung bei gemeinsamen Merkmalen (nach Ridley 1996).



Man untersucht die DNA, um...

Um die genetische Nähe der Neandertaler zu den modernen Menschen zu bestimmen, haben Wissenschaftler das Neandertaler-Genom mit dem Erbgut von Afrikanern, Asiaten und Europäern verglichen:

Durchschnittlich unterscheiden sich die Erbanlagen der modernen Menschen in weniger als 0,2% von denen der Neandertaler.

Allerdings zeigten die Ergebnisse auch, dass die **Europäer** und die **Asiaten mehr Ähnlichkeiten** zu den Neandertalern aufweisen als die Afrikaner.

Die Entfernung der Europäer und Asiaten zu den Neandertalern unterscheidet sich nicht.



Über die Verwandtschaftsbeziehung der modernen Menschen zum Neandertaler weiß ich jetzt...

Europäer und **Asiaten** besitzen **abgeleitete Merkmale** des Neandertalers, die man bei den Afrikanern nicht findet.



Das stimmt, denn sie haben ja ...

3. Lösungsschritt: Schlussfolgerung auf die Verwandtschaftsbeziehung

Dieses Ergebnis spricht eindeutig **gegen** das **multiregionale Modell**, bei dem **nur** die Europäer **abgeleitete Merkmale** aufweisen müssten.



Diesen Zusammenhang sehe ich mir noch einmal in der Grafik an.

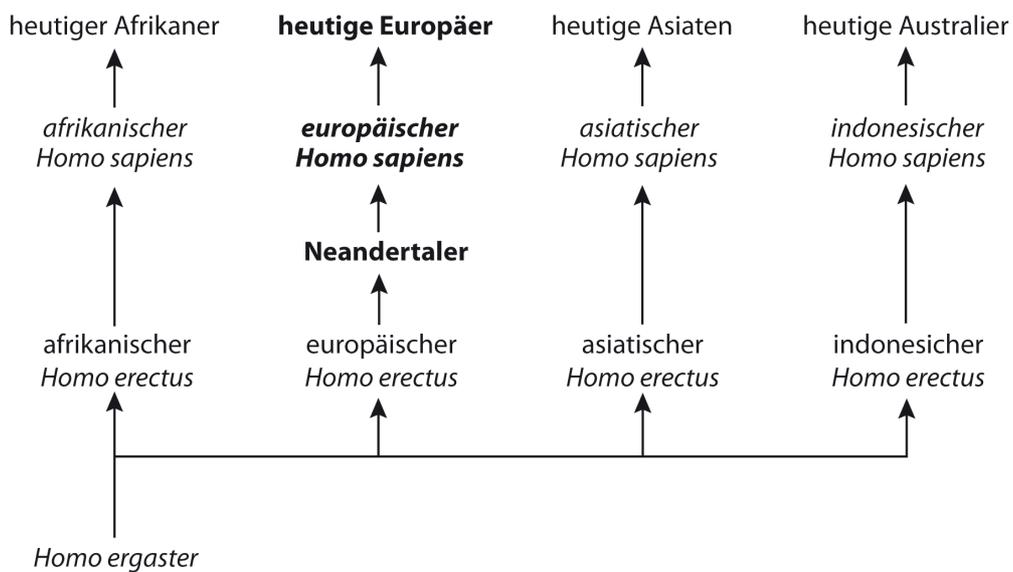


Abb. 10: Vereinfachte Darstellung des multiregionalen Evolutionsmodells (Quelle: IPN).

4. Lösungsschritt: Schlussfolgerung auf die Verwandtschaftsbeziehung

Durch das Ergebnis wird das **Out-of-Africa-Modell bestätigt**.

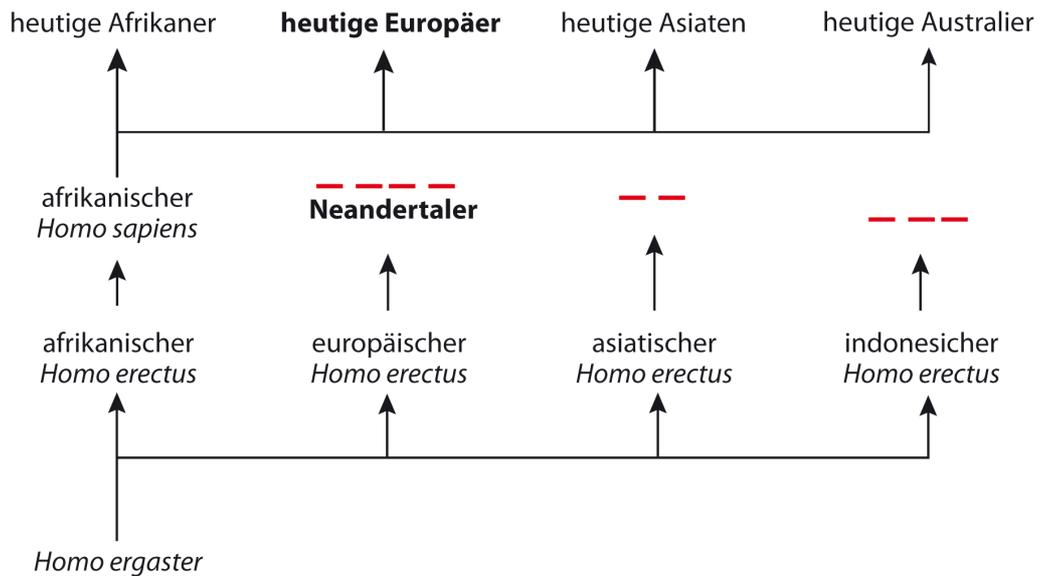


Abb. 11: Vereinfachte Darstellung des Out-of-Africa-Modells (Quelle: IPN).



Welche Bedingung musste erfüllt sein, um das Out-of-Africa-Modell zu bestätigen?

Die Verwandtschaftsverhältnisse lassen sich damit erklären, dass der Vorfahre der Neandertaler Afrika verlassen hat. Dieser hat sich außerhalb Afrikas zum Neandertaler entwickelt. Der Neandertaler besiedelte dann vor allem weite Teile Europas und Teile Vorderasiens.



Abb. 12: Verbreitungsgebiet des Neandertalers (Quelle: IPN).



Das kann man in der Landkarte gut erkennen.

In Afrika entstanden gleichzeitig die ersten modernen Menschen, die sich bei der **zweiten Auswanderungswelle** mit dem Neandertaler vermischten, bevor sie nach Europa und Asien zogen.



Das kann man in der Grafik daran erkennen, dass...

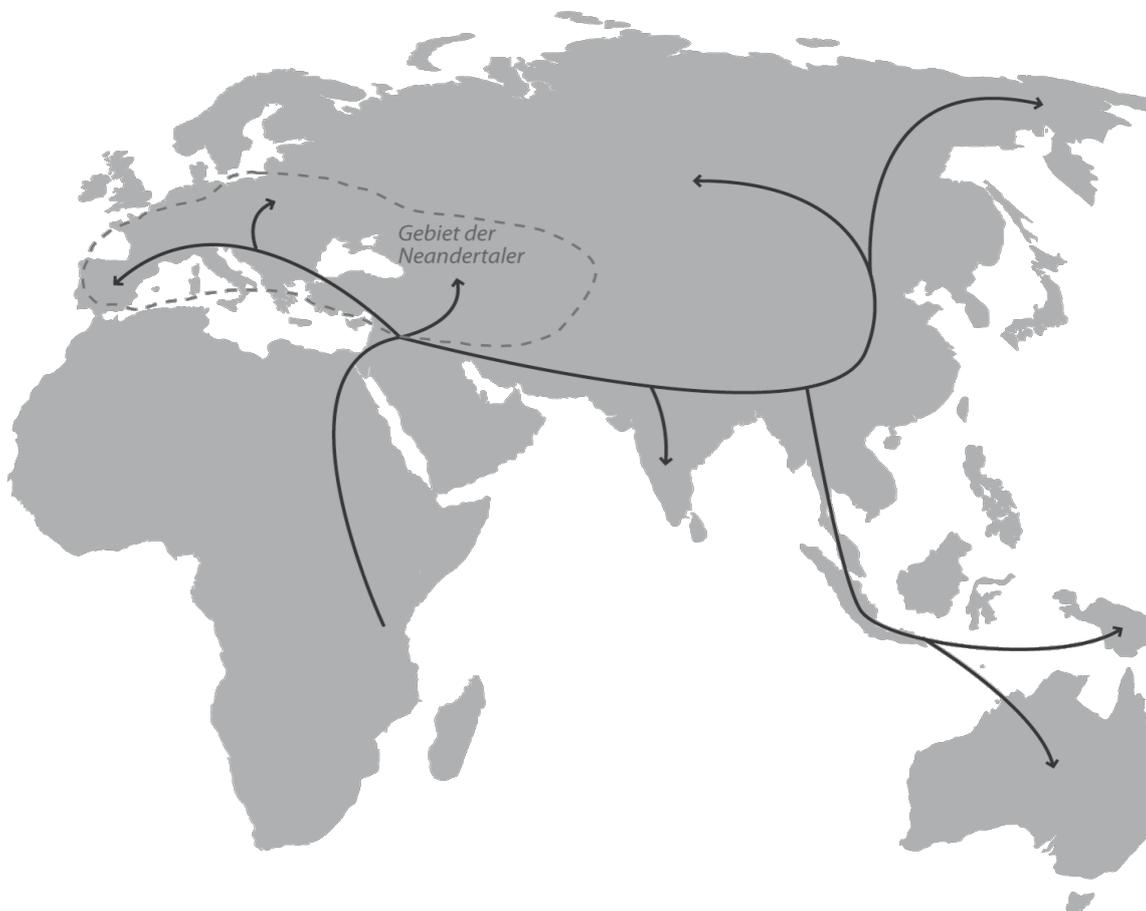


Abb. 13: **Wanderungswelle des modernen Menschen** (Quelle: IPN).

Die Vorfahren der modernen Menschen außerhalb Afrikas trafen bei der zweiten Auswanderungswelle auf die Neandertaler. Sie haben sich untereinander fortgepflanzt, bevor die Neandertaler ausstarben.

Die molekulargenetischen Befunde sprechen für das **Out-of-Africa-Modell**, weshalb dieses unter den Wissenschaftlern heutzutage gegenüber dem **multiregionalen Modell** bevorzugt wird. Der Neandertaler ist somit **kein direkter Vorfahre** der modernen Menschen.