

1. Die Hand des Menschen und die Pfote des Panda sind eindeutig homologe Strukturen:
  - Sie sind nach dem gleichen Muster gebaut. Bei beiden kann man Handwurzelknochen, Mittelhandknochen, Fingerknochen unterscheiden, die bei beiden in gleicher Zahl vorkommen.
  - Bei beiden ist die Hand der vordere Teil der Vorderextremität. Die Vorderextremität beider Organismen ist baugleich (Oberarm, Elle, Speiche). Dasselbe trifft auf die Lage am Körper zu
  - Da die beiden ersten Homologiekriterien zutreffen ist die dritte hier überflüssig: Die Organe sind weder unähnlich noch verschieden angeordnet.
2. Beschriftung des Handskeletts:
  1. Handwurzelknochen, 2. Mittelhandknochen,
  3. Fingerknochen des Daumens, 4. Fingerknochen des Zeigefingers.

3. Der „Daumen“ des Panda ist homolog zu einem Handwurzelknochen des Menschen (zum radialen Sesambein). Der erste Finger des Panda (in der Abbildung der erste von rechts) ist homolog zum Daumen des Menschen. Die beiden „Daumen“ sind also analoge Strukturen, es liegt eine Anpassungsähnlichkeit vor. Sie haben etwa dieselbe Aufgabe. Aber weder das Baumuster (ein Knochen beim Panda, zwei Knochen beim Menschen) noch die Lage (entspringt aus der Handwurzel beim Panda, schließt sich an den Mittelhandknochen an beim Menschen) sind gleich. Der menschliche Daumen ist einer von fünf Fingern, der „Daumen“ des Panda dagegen stellt einen sechsten Finger dar. Außerdem liegen sie an verschiedenen Seiten der Hand: Wenn die Hand von oben gesehen wird (Pronation) liegt der menschliche Daumen innen, der „Daumen“ des Panda außen.



1. Die Ähnlichkeit zwischen den beiden Schwalben beruht auf enger Verwandtschaft und damit auf gemeinsamer Abstammung. Die Ähnlichkeit zwischen Seglern und Schwalben ist auf eine konvergente Entwicklung zurückzuführen, es ist eine Anpassungsähnlichkeit.
2. Blutserum der Mehlschwalbe wird einem Versuchstier (z. B. einem Kaninchen) injiziert. Nach einigen Tagen wird dem Kaninchen Serum entnommen (= Antiserum) und mit den Blutseren der beiden anderen Vögel gemischt. Es gibt eine Ausfällungsreaktion (Präzipitationsreaktion). Beim näher mit der Mehlschwalbe verwandten Tier – hier bei der Rauchschwalbe – ist die Reaktion stärker, die Menge des Niederschlags ist größer.  
Die Proteine des Mehlschwalben-Serums werden im Körper des Kaninchens als fremd erkannt – sie wirken als Antigene. Das Kaninchen bildet Antikörper, die exakt auf diese Anti-

gene passen (wie ein Schlüssel zum Schloss). Die Antikörper reagieren äußerst spezifisch mit den Proteinen der Mehlschwalbe, etwas schlechter mit ähnlichen Proteinen. Wenn die Reaktion der Antikörper mit dem Serum der Rauchschwalbe stärker ist als mit dem des Mauerseglers, so zeigt dies eine größere Ähnlichkeit der Serumproteine der beiden Schwalbenarten an und lässt auf eine nähere Verwandtschaft schließen.

3. Um die Frage entscheiden zu können, wäre es wichtig zu wissen
  - wie alt das Phänomen des Vogelzugs ist,
  - wann sich die Linien, die zu den drei Arten geführt haben, getrennt haben,
  - wie lange die drei Arten schon als Brutvögel in Europa nachzuweisen sind,
  - wie viele der Verwandten der drei Arten Zugvögel sind.



1. Die Kanarischen Inseln sind vulkanischen Ursprungs, nach ihrer Entstehung gab es zunächst keine Pflanzen. Irgendwann gelangten Samen einer *Aeonium*-Stammform auf die Inseln, die Pflanzen konnten sich dort ausbreiten, weil wenige Konkurrenten vorhanden waren. Weil die Kanaren eine Inselgruppe sind und weil es viele unterschiedliche Lebensräume auf jeder Insel gibt, konnten sich in räumlicher Isolation abweichende Formen ausbilden.
2. Die Entstehung der *Aeonium*-Arten kann man durch adaptive Radiation erklären: Vor etwa 19–10 Millionen Jahren gelangten Samen auf eine der Inseln. Die Aeonien breiteten sich aus, immer wieder erreichten Samen eine andere Insel oder andere abgelegene Gebiete. In räumlicher Isolation entwickelten sich durch Mutation, Selektion und Gendrift abweichende Populationen. Trafen Populationen, die lange räumlich

isoliert waren, wieder zusammen, so kam es immer wieder vor, dass sie sich nicht mehr miteinander fortpflanzten. Isolationsmechanismen (Unterschiede in Blütezeit, Bestäubern, Chromosomensätzen) verhinderten dies. Eine so isolierte Population wurde verdrängt oder spezialisierte sich durch Kontrastbetonung. Mehrmalige Wiederholung dieser Phasen ließ schließlich 35 verschiedene Arten entstehen.

3. Die Darwin-Finken sind das bekannteste Beispiel für eine adaptive Radiation. Sie haben sich – wie die Aeonien – auf einer Inselgruppe vulkanischen Ursprungs entfaltet und haben dort unterschiedliche ökologische Nischen gebildet. Wie bei den Darwinfinken, so kann man die Artenfülle, Variation und Verbreitung bei den Aeonien nur verstehen, wenn man sie durch die Brille der Evolutionstheorie betrachtet.



1. Der Piltdown-Mensch hat ein Gehirnvolumen, das etwa dem heutigen Menschen entspricht, während der Kiefer dem eines Menschenaffen entsprach: Der Oberkiefer war nicht erhalten (bzw. entfernt worden, der Unterkiefer zeigt einen deutlich vergrößerten Eckzahn. Das Kind von Taung dagegen hatte das Gehirnvolumen eines Schimpansen und ein weitgehend menschliches Gebiss. Geht man davon aus, dass der Piltdown-Mensch ein Hominide ist, so muss man annehmen, dass sich in der Evolution des Menschen zunächst das große Gehirn herausgebildet hat, dass das Gebiss erst später menschlich wurde durch Herausbildung des parabolischen Zahnbogens und die Reduktion des Eckzahns und des Diastemas und dass die frühen Vorfahren des Menschen in Europa lebten.

Ganz anders muss die Evolution des Menschen rekonstruiert werden, wenn *Australopithecus* in die Reihe der menschlichen Ahnen aufgenommen wird: Dann wurde zuerst das Gebiss menschenähnlich, während die Vergrößerung des Gehirns erst später erfolgte. Außerdem fand die Evolution des Menschen (zumindest teilweise) in Afrika statt.

2. Angehörige der Gattung *Australopithecus* gelten heute als Vorfahren des Menschen. Noch uneins sind sich die Anthropologen, ob sich die Gattung *Homo* vom *Australopithecus afarensis* („Lucy“) oder vom *A. africanus* abspaltete, im ersten Fall würden wir *A. africanus* zu unseren unmittelbaren Vorfahren rechnen, im zweiten Fall zu einem Seitenzweig, der diesen recht nahe stand.



1. Viele Verhaltensweisen werden von einfachen Reizen – den Schlüsselreizen – ausgelöst. Dabei handelt es sich um einfache, auffällige Muster. Diese Muster lassen sich mit Hilfe von Attrappenversuchen untersuchen: Attrappen sind experimentell gesetzte Reizquellen, die leicht variiert werden können, indem man ihre Größe, Farbe, Lage oder Bewegung schrittweise verändert. So lässt sich ermitteln, welche Reize als Schlüsselreize wirken und aus welchen Einzelmerkmalen sich ein Schlüsselreiz zusammensetzt.
2. Die Flecken des Maulbrütermännchens sind Muster, die in Form und Farbe die Eier nachahmen. Bei Maulbrütern sind die Eier Schlüsselreize, die beim Weibchen das Aufnehmen ins Maul auslösen. Die Ei-Muster auf der Afterflosse des Männchens lösen dasselbe Verhalten aus.

Damit kann man sie als Attrappen verstehen, die den Schlüsselreiz „Eier“ nachahmen.

3. Als Mimikry wird in der Biologie eine angeborene Form der Tarnung oder der Warnung bezeichnet, die zur Täuschung eines Signalempfängers führt. Bei *Haplochromis* ist das Weibchen die Getäuschte: Es reagiert auf das Signal „Eier“, obwohl keine Eier vorhanden sind. Aber Vorbild (Eier) und Nachahmer (Männchen mit Ei-Flecken) sind Tiere der gleichen Art: Man spricht hier zu Recht von innerartlicher Mimikry.
4. Die biologische Bedeutung dieses Verhaltens ist eine zweifache: Wenn das Weibchen die Eier sofort nach dem Ablegen ins Maul aufnimmt, sind sie sicher vor Fressfeinden. Wenn es danach den Samen aufnimmt, wird die Befruchtung der Eier sichergestellt.

