

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen*

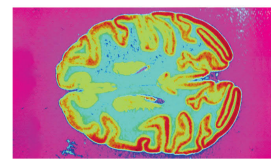
Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



### Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pohlmann

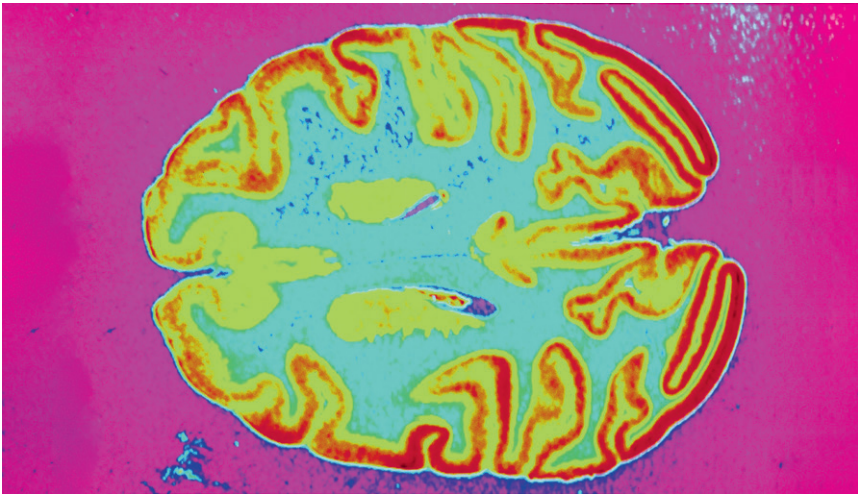


© 2018 Rowohlftaschenverlag. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Material ist ein Bestandteil des Vertrags für die mündliche Abiturprüfung vor. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen verschiedene Nervensysteme und Wirbelbelegungen hinsichtlich ihrer Verwandtschaft und Abstammung auf Homologien. Analoge Organe haben dieselbe Funktion, aber keine gemeinsame Abstammung. Man bezeichnet dies auch als konvergente Evolution. Diese kommt vor, wenn auf Lebewesen ein ähnlicher Selektionsdruck wirkt, diese aber unabhängig voneinander gleichartige Anpassungen entwickeln. Kreaturisten unterstützen gerne, dass Evolution mit Ähnlichkeit begründet und umgekehrt Homologie durch evolutionstheoretische Annahmen bestimmt werde. Damit entzündete ein Zitat gegenwärtiger Selbstbeziehung, wodurch das evolutionstheoretische Homologiekonzept an Wert verlor. Kreaturisten übersehen jedoch, wie perfekt betagte Homologien in ein System gemeinsamer Abstammung passen. Der Beweis für gemeinsame Abstammung stammt allerdings aus den Ähnlichkeiten vieler Merkmale. Die reduzierten Sequenzhomologien der Proteine und Nukleinsäuren spielen dabei heute eine entscheidende Rolle.

RAABE

# Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pohlmann



©Ted Horowitz/The Image Bank/Getty Images Plus

Abiturienten bereiten mit diesem Material den Vortrag in der mündlichen Abiturprüfung vor. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen verschiedene Nervensysteme und Wirbeltiergehirne hinsichtlich ihrer Verwandtschaft und Abstammung auf Homologien. Analoge Organe haben dieselbe Funktion, aber keine gemeinsame Abstammung. Man bezeichnet dies auch als konvergente Evolution. Diese kommt vor, wenn auf Lebewesen ein ähnlicher Selektionsdruck wirkt, diese aber unabhängig voneinander gleichartige Anpassungen entwickeln. Kreationisten unterstellen gerne, dass Evolution mit Ähnlichkeit begründet und umgekehrt Homologie durch evolutionstheoretische Annahmen bestimmt werde. Damit entstünde ein Zirkel gegenseitiger Selbstbestätigung, wodurch das evolutionstheoretische Homologieargument an Wert verlöre. Kreationisten übersehen jedoch, wie perfekt belegte Homologien in ein System gemeinsamer Abstammung passen. Der Beweis für gemeinsame Abstammung stammt allerdings aus den Ähnlichkeitsmustern vieler Merkmale. Die molekularen Sequenzhomologien der Proteine und Nukleinsäuren spielen dabei heute eine entscheidende Rolle.

# Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

**Niveau: vertiefend**

von Dr. Monika Pohlmann

---

<b>Fachwissenschaftliche Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M 1: Morphologische Bestimmung von Verwandtschaft</b>	<b>6</b>
<b>M 2: Ein Kladogramm – aktuelle Abstammungshypothese</b>	<b>10</b>
<b>Lösung</b>	<b>12</b>
<b>Literatur</b>	<b>22</b>

---

## Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereich	Basiskonzept	Material
Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz	I-II-III	Struktur und Funktion, individuelle und evolutive Entwicklung, Information und Kommunikation	M 1–M 2

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

**LEK** Lernerfolgskontrolle

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Vergleich der Nervensysteme von Ringelwürmern, Insekten und Wirbeltieren, Strickleiternnervensystem, ZNS der Wirbeltiere, Kriterien für Homologie: Kriterium der Lage, Kriterium der spezifischen Qualität, Kriterium der Kontinuität, konvergente Entwicklung, ontogenetische Entwicklung des Wirbeltiergehirns (Mensch)	M 1	LEK
Kladistische Methode, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale, Prinzip der sparsamsten Erklärung, Anzahl übereinstimmender Merkmale als Maß für den Verwandtschaftsgrad, Wirbeltiermerkmale, Bedeutung der Ähnlichkeitsmuster vieler Merkmale, Zirkelschluss, Beweisfehler	M 2	LEK

# Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

## Fachwissenschaftliche Hinweise

### Theorien zur Evolution der Nervensysteme

„Im Wesentlichen stehen sich zwei Theorien zur Evolution der Nervensysteme gegenüber. Die erste und klassische (man könnte sie die „Coelenteraten-Hypothese“ nennen) leitet die verschiedengestaltigen Nervensysteme der bilateralsymmetrischen Tiere aus den Nervennetzen der erwachsenen Coelenteraten ab. Durch Kondensation und Zentralisation sollen die diffusen Netze zu Ganglien und Gehirnen, zu zentralem und peripherem Nervensystem der übrigen Tiergruppen verdichtet und entflochten worden sein. Die zweite Theorie (man könnte sie die „Larven-Hypothese“ nennen) leitet die Nervensysteme von Organen planktonischer Larven ab, die im Laufe der Ontogenese bei vielen Gastroneuralia und Notoneuralia auftreten. Diese Larven besitzen auf der Körperoberfläche Bänder von cilientragenden Zellen. Der koordinierte Schlag dieser Cilien dient der Fortbewegung und der Nahrungsaufnahme. Am vorderen Körperpol findet sich oft ein kleines, ebenfalls cilientragendes Sinnesorgan, das Apikalorgan, das die Aktivität der Cilienbänder steuert. Das Apikalorgan und die Cilienbänder sollen der Ausgangspunkt für die Evolution der verschiedenen Nervensysteme gewesen sein.“ Der phylogenetische Ursprung des Nervensystems der Wirbeltiere und damit die Verwandtschaft mit anderen Bauplänen, zum Beispiel dem Strickleiternnervensystem der Ringelwürmer und Insekten, ist allerdings noch völlig ungeklärt.“

[© Spektrum Lexikon der Neurowissenschaft, Suchbegriff „Nervensystem“ zu finden unter <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/nervensystem/8365>]

### ZNS der Wirbeltiere

Da die Evolution sehr konservativ mit neu erworbenen Merkmalen umgeht, unterscheiden sich einfache und hochdifferenzierte Gehirne von Wirbeltieren im Wesentlichen nur durch die Anzahl der Nervenzellen und die Komplexität der Vernetzung. Daraus folgt,

dass auch die komplexen kognitiven Funktionen des Menschen auf neuronalen Prozessen beruhen müssen, die nach den gleichen Prinzipien organisiert sind, wie wir sie von tierischen Gehirnen kennen.

[© Wolf Singer: *Keiner kann anders als er ist*, in: *Faz* vom 08.01.2004 zu finden unter <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/hirnforschung-keiner-kann-anders-als-er-ist-1147780.html>]

### **Cytochrome als Schlüsselenzyme der Evolution**

Das bestuntersuchte Cytochrom ist das Cytochrom c, welches aus dem Herzmuskelgewebe von Thunfischen oder Pferden gewonnen wird. Es besteht aus etwa 100 Aminosäuren. Cytochrom c ist evolutionsgeschichtlich ein sehr altes Protein. Die meisten Cytochrome übernehmen katalytische Funktionen beim Elektronentransport wie Hämoglobin, Myoglobin, Katalase oder Succinat Dehydrogenase. Cytochrome sind damit bedeutsame Biokatalysatoren in Prozessen der Zellatmung, der Fotosynthese und anderen biochemischen Vorgängen. Cytochrome sind farbige Proteine, die den Blutfarbstoff Häm als prosthetische Gruppe enthalten. Häm spielt eine wichtige Rolle bei der Bindung von Sauerstoff im Blut. Cytochrome lassen sich in einem Cytochrom-Stammbaum darstellen. Anhand molekularer Sequenzhomologien können Rückschlüsse auf Verwandtschaft und Abstammung der untersuchten Lebewesen gezogen werden. Molekulare Homologien von Proteinen oder Nukleinsäuren dienen heute der Überprüfung von Stammbäumen, die z. B. auf morphologischen Vergleichen beruhen. Durch methodische Vielfalt und die Ähnlichkeitsmuster vieler Merkmale können Abstammungshypothesen erhärtet oder geschwächt, verworfen oder bestätigt werden.

## Fachbegriffe / Fachkonzepte

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Analogie	Ähnlichkeit der Struktur von Organen, Proteinen, Genen oder Verhaltensweisen unterschiedlicher Lebewesen, die bei diesen jeweils stammesgeschichtlich unabhängig entstanden ist. Demnach wiesen die gemeinsamen Vorfahren dieser Lebewesen diese Merkmalsausprägung noch nicht auf.
Cytochrom c	Kleines Protein aus der Familie der Cytochrome, das in den Mitochondrien bei der oxidativen Phosphorylierung eine entscheidende Rolle als Elektronencarrier spielt. Orthologe des Cytochrom c kommen in allen Lebewesen vor.
Ganglion	Anhäufung von Nervenzellkörpern im peripheren Nervensystem. Ganglien werden auch als Nervenknotten bezeichnet. Bei niederen Tieren wie den Ringelwürmern und Gliederfüßern besteht das Zentralnervensystem aus differenzierten, größeren Ganglien, die sich im Laufe der Evolution zum Gehirn entwickelten.
Gehirn	Im Kopf gelegener Teil des zentralen Nervensystems, Steuerzentrale des Körpers aus Neuronen und Gliazellen. Beim Menschen bilden etwa 100 Milliarden Nervenzellen neuronale Netze.
Homologie	Übereinstimmung von Organen, Organsystemen, Körperstrukturen, physiologischen Prozessen oder Verhaltensweisen zweier Taxa aufgrund ihres gemeinsamen evolutionären Ursprungs.
Kladogramm	Dichotomes Verzweigungsmuster, das mit den Methoden der phylogenetischen Systematik erstellt wird und die stammesgeschichtlichen Beziehungen von Taxa wiedergibt.
Konvergenz	Entwicklung von ähnlichen Merkmalen bei miteinander nicht verwandten Arten, die im Laufe der Evolution durch Anpassung an eine ähnliche Funktion und ähnliche Umweltbedingungen ausgebildet wurden.

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Molekulare Sequenzhomologie	Übereinstimmung zwischen Nukleinsäuren (Nukleotidsequenzhomologie bei DNA oder RNA) oder Proteinen (Aminosäuresequenzhomologie) aufgrund identischer Bausteinsequenzen in mehr oder weniger ausgedehnten Teilbereichen. Die Sequenzhomologie wird in Prozent identischer Positionen beim Vergleich zweier Nukleinsäuren- bzw. Peptidketten angegeben.
Nervensystem	Die Gesamtheit der Nervenzellen und Gliazellen eines Organismus. Das Organsystem hat die Funktion der Reizwahrnehmung, der Reizverarbeitung und der Reaktionssteuerung.
Orthologe	Orthologe Gene kommen in verschiedenen Organismen (z. B. Mensch, Fliege, Maus, Sonnenblume) vor. Ihre Basenabfolge ist hoch konserviert. Stammesgeschichtlich wird ein gemeinsamer Vorfahre vermutet. Durch die hohe Übereinstimmung in der Basensequenz haben die von ihnen kodierten Proteine eine ähnliche Funktion.
Rückenmark	Teil des zentralen Nervensystems der Wirbeltiere, der innerhalb des Wirbelkanals verläuft. Dem Rückenmark sind über die Spinalnerven wesentliche Anteile des peripheren Nervensystems angeschlossen.
Strickleiternervensystem	Nervensystem aus mehreren segmental angeordneten Ganglienpaaren. Die intrasegmental gelegenen und die Ganglien eines Segments verbindenden „Sprossen“ werden als Kommissuren, die intersegmentalen „Holme“ links und rechts als Konnektive bezeichnet.
Verwandtschaft	Lebewesen sind dann miteinander verwandt, wenn sie einen gemeinsamen Vorfahren haben.



## Vorausgesetztes Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler sollten die grundlegenden Konzepte der Evolutionsbiologie beherrschen und auch sicher im Umgang mit Analogien und Homologien sein. An typischen Beispielen des Biologieunterrichts, z. B. dem Vergleich der Extremitätenskelette der Wirbeltiere, sind die Homologie-Kriterien erarbeitet worden. Auch Analogien und konvergente Entwicklungen können erkannt und argumentativ erläutert werden. Eine vertiefte Methodenreflexion im Umgang mit Kladogrammen wäre eine wünschenswerte Voraussetzung. Die metakognitive Auseinandersetzung mit Abstammungsbäumen sollte auch kritische Stimmen zu Wort kommen lassen, z. B. von Kreationisten, und die naturwissenschaftliche Positionierung schulen. Daher sollten die Schülerinnen und Schüler bereits im Unterricht die Kompetenz erworben haben, dass erst die Ähnlichkeitsmuster verschiedener Merkmale die Annahme von Verwandtschaft und Abstammung zulassen. Entsprechend bietet sich für den zweiten Prüfungsteil die Ausweitung der Thematik anhand von Untersuchungen über molekulare Sequenzhomologien an. Erst die Nutzung unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Methoden und der Vergleich anatomisch-morphologischer sowie biochemischer Merkmale führen zu überzeugenden Aussagen zur Evolutionsgeschichte der Lebewesen.

© RAABE 2021

## Verteilung der Punkte und Anforderungsbereiche

	Aufgaben M 1		Aufgaben M 2		
	1	2	1	2	3
Punkte	12–21–8	8–8	3–4–5	12–9	6–6
AFB	I–II–III	I–II	I–I–II	II–II	II–III

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen*

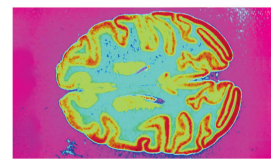
Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



### Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pohlmann



© 2018 Rowohlftaschenverlag. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Material ist ein Bestandteil des Vertrags für die mündliche Abiturprüfung vor. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen verschiedene Nervensysteme und Wirbelbelegungen hinsichtlich ihrer Verwandtschaft und Abstammung auf Homologien. Analoge Organe haben dieselbe Funktion, aber keine gemeinsame Abstammung. Man bezeichnet dies auch als konvergente Evolution. Diese kommt vor, wenn auf Lebewesen ein ähnlicher Selektionsdruck wirkt, diese aber unabhängig voneinander gleichartige Anpassungen entwickeln. Kreaturisten unterstützen gerne, dass Evolution mit Ähnlichkeit begründet und umgekehrt Homologie durch evolutionstheoretische Annahmen bestimmt werde. Damit entzünde ein Ziel gegenwärtiger Selbstbeziehung, wodurch die evolutionstheoretische Homologienargument an Wert verlore. Kreaturisten übersehen jedoch, wie perfekt betagte Homologien in ein System gemeinsamer Abstammung passen. Der Beweis für gemeinsame Abstammung stammt allerdings aus den Ähnlichkeiten vieler Merkmale. Die reduzierten Sequenzhomologien der Proteine und Nukleinsäuren spielen dabei heute eine entscheidende Rolle.

RAABE