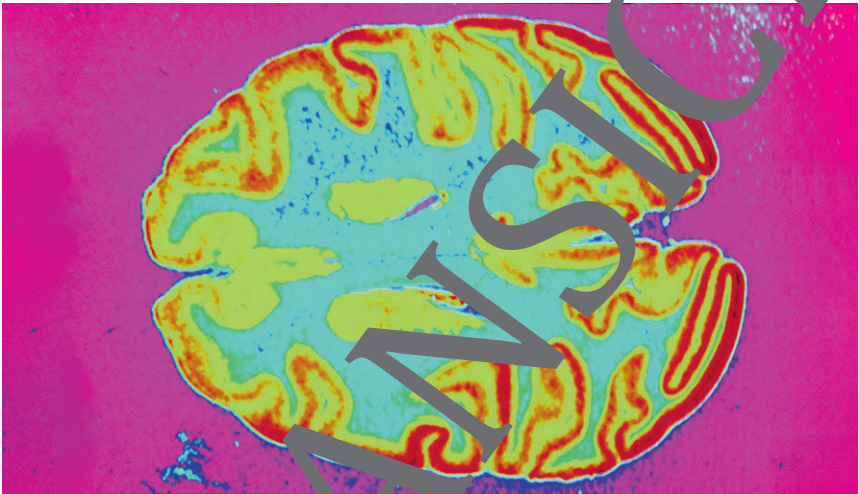


# Homologie & Analogie bei Nervensystemen und Proteinen: mündliche Abiturprüfung

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. Das 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 Zirkelregenschluss zur 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

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

VORANSICHT

## 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 Invertebraten und Wirbeltieren, Strickleiternervensystem, 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 bilateral-symmetrischen Tiere aus den Nervennetzen der erwachsenen Coelenteraten ab. Durch Kondensation und Zentralisation sollen die diffusen Netze zu Ganglien und Gehirnen, zum 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 Organ, 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 Bauchmarksnervensystem 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 nicht 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-114778.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 Photosynthese 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 Nucleinsäuren 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.

## 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 Extremitäten und Letzte der Wirbeltiere, sind die Homologie-Kriterien erarbeitet worden. Aus 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 Kreativitäten, und die naturwissenschaftliche Positionierung schulen. Daher sollten die Schülerinnen und Schüler bereits im Unterricht die Kompetenz erworben haben, dass erst ein 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 Frequenzhomologen an. Erst die Nutzung unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Methoden und der Vergleich anatomisch-morphologischer sowie biochemischer Merkmale führen zu überzeugenden Aussagen zur Evolutionsgeschichte der Lebewesen.

## Verteilung der Punkte und Anforderungsbereiche

	Aufgaben M 1		Aufgaben M 2		
	1	2	1	2	3
Punkte	12–18	8–9	3–4–5	12–9	6–6
AFB	I–II–III	I–II	I–I–II	II–II	II–III

# Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent\*innen**
  - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
  - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**