

**Gemeinsame Aufgabenpools der Länder**

**Pool für das Jahr 2025**

**Aufgaben für das Fach Biologie**

**Kurzbeschreibung**

Aufgabentitel	<b>Giraffen: Verwandtschaft, Artbildung und Schutzkonzepte</b>
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Vielfalt des Lebens</li> <li>◆ Entstehung und Entwicklung des Lebens               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Stammbäume: ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> <li>◆ Belege für die Evolution: molekularbiologische Homologien</li> <li>◆ Grundlegende Prinzipien der Evolution: Mutation, Selektion, Verwandtschaft, Variation, Fitness, Isolation, Drift, Artbildung, Biodiversität</li> </ul> </li> <li>◆ Fachliche Verfahren               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PCR</li> </ul> </li> <li>◆ Lebewesen in ihrer Umwelt               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität                   <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Vervielfältigung von DNA durch die Polymerasekettenreaktion</li> <li>◆ M 2 Verwandtschaft bei Giraffen auf Grundlage von DNA-Sequenzvergleichen</li> <li>◆ M 3 Verbreitung der Unterarten der Nord-Giraffe</li> <li>◆ M 4 Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität am Beispiel der Nord-Giraffe</li> </ul>
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Eigene Darstellung, S. Gemballa</li> <li>◆ M 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tab.1: Coimbra RTF et al. 2021. Whole-genome analysis of giraffe supports four distinct species. Curr. Biol. 31, 2929–2938; Ausschnitte Gensequenzen s. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov">https://www.ncbi.nlm.nih.gov</a> mit den Signaturen JN632674.1, MT605012.1, MT605049.1, MT605028.1, MT605055.1 (letzter Zugriff: 13.03.2023)</li> </ul> </li> <li>◆ Abb.2: Eigene Darstellung, S. Gemballa</li> <li>◆ M 3</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Hassanin A et al. 2007. Mitochondrial DNA variability in <i>Giraffa camelopardalis</i>: consequences for taxonomy, phylogeography and conservation of giraffes in West and central Africa, <i>Comptes Rendus Biologies</i> 330: 265–274</li> <li>◆ Shorrocks, B. 2016. <i>The Giraffe – Biology, ecology, evolution and behaviour</i>, Wiley Blackwell, S. 38-42, 124-125, Verbreitungskarte nach Daten aus Coimbra et al. 2021 (s. Mat 2a), eigene Darstellung (S. Gemballa)</li> <li>◆ M 4 eigener Text; fachliche Grundlagen siehe z.B.: Redford KH. et al. 2011. What Does It Mean to Successfully Conserve a (Vertebrate) Species? <i>BioScience</i> 61, S. 39-48</li> </ul>
<b>Hilfsmittel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat<sup>1</sup></li> </ul>
<b>fachpraktischer Anteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ nein</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ keine</li> </ul>

<sup>1</sup> siehe „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

## 1 Aufgabe

---

### Giraffen: Verwandtschaft, Artbildung und Schutzkonzepte

Bei Giraffen unterscheidet man heute vier Arten und neun Unterarten. Die Verwandtschaft der Arten wurde mithilfe von DNA-Vergleichen aufgeklärt. Alle Arten und Unterarten werden heute als gefährdet eingestuft. Verschiedene Organisationen arbeiten zusammen, um die Biodiversität der Giraffen zu erhalten. Daran sind auch Zoos beteiligt.

	<b>BE</b>
1 Beschreiben Sie ausgehend von Material 1 den Ablauf der Polymerasekettenreaktion (PCR).	<b>8</b>
2 Begründen Sie anhand der vorliegenden DNA-Sequenzen, welche der beiden Hypothesen zur Verwandtschaft der vier Giraffenarten wahrscheinlicher zutrifft (M 2).	<b>14</b>
3 Entwickeln Sie mithilfe von Material 3 eine Hypothese über den weiteren Verlauf der Artbildung bei der Nord-Giraffe.	<b>9</b>
4 Beurteilen Sie den Beitrag der Zoos zum Erhalt von Biodiversität am Beispiel des integrierten Schutzkonzeptes für die Nord-Giraffe (M 4).	<b>9</b>

## 2 Material

### Material 1: Vervielfältigung von DNA durch die Polymerasekettenreaktion

Für die DNA-gestützte Verwandtschaftsanalyse der vier Giraffenarten musste die DNA sequenziert werden. Um eine solche Sequenzierung zu ermöglichen, muss die DNA aus einer Gewebeprobe zunächst durch eine Polymerasekettenreaktion (PCR) vervielfältigt werden. Abbildung 1 zeigt schematisch eine Ausgangssituation für eine PCR.

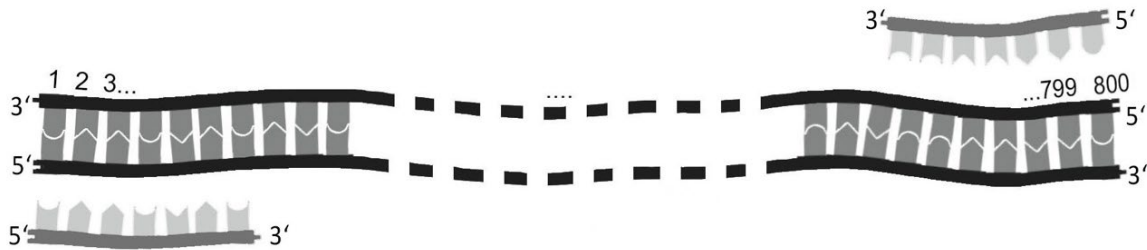


Abb. 1: Ausgangssituation für die PCR eines DNA-Abschnittes mit 800 Basenpaaren; Es sind nur die ersten und letzten zehn Basenpaare der zu vervielfältigenden DNA dargestellt.

### Material 2: Verwandtschaft bei Giraffen auf Grundlage von DNA-Sequenzvergleichen

Man unterscheidet vier Giraffenarten: Die Nord-Giraffe (*Giraffa camelopardalis*), die Netz-Giraffe (*G. reticulata*), die Massai-Giraffe (*G. tippelskirchi*) und die Süd-Giraffe (*G. giraffa*). Zur Ermittlung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen diesen Arten wurde ein Teil ihres Genoms sequenziert (Tabelle 1). Die DNA-Sequenz des Okapis, dem nächsten Verwandten der Giraffen, entspricht dem ursprünglichen Zustand bei der Stammart von Okapi und Giraffe. Mit den Daten sollten zwei konkurrierende Verwandtschaftshypothesen geprüft werden (Abb. 2).

Tabelle 1: DNA-Sequenzen der Giraffenarten. Dargestellt sind ausgewählte Positionen aus einem 733 Basenpaare langen DNA-Abschnitt. Unterschiede zum Okapi sind durch **Fettdruck** hervorgehoben.

Basenposition	17	18	19	20	...	51	52	53	54	55	...	83	84	85	86	87	...	731	732	733
Okapi (Außengruppe)	C	A	C	C	...	T	A	T	G	T	...	C	C	A	G	C	...	C	A	C
Nord-Giraffe	<b>T</b>	A	C	C	...	T	<b>G</b>	T	G	T	...	C	C	<b>G</b>	G	C	...	<b>T</b>	A	C
Netz-Giraffe	<b>T</b>	A	C	C	...	T	<b>G</b>	T	G	T	...	C	C	<b>G</b>	G	C	...	<b>T</b>	A	C
Massai-Giraffe	C	A	C	C	...	T	<b>G</b>	T	<b>A</b>	T	...	C	<b>T</b>	<b>G</b>	G	C	...	C	A	C
Süd-Giraffe	C	A	C	C	...	T	<b>G</b>	T	<b>A</b>	T	...	C	<b>T</b>	<b>G</b>	G	C	...	C	A	C

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>)

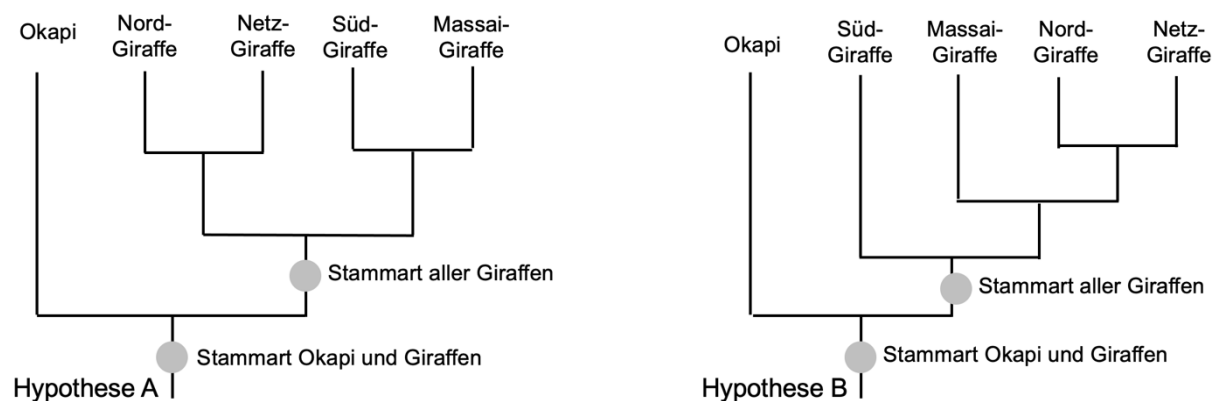


Abb. 2: Konkurrierende Hypothesen zur Verwandtschaft der Giraffenarten (Außengruppe Okapi)

### Material 3: Verbreitung der Unterarten der Nord-Giraffe

Innerhalb der Nord-Giraffe (*Giraffa camelopardalis*) werden unter anderem die beiden Unterarten Westafrikanische Giraffe (*G. camelopardalis peralta*) und Kordofan-Giraffe (*G. camelopardalis antiquorum*) unterschieden. Diese beiden Unterarten zeigen morphologische Unterschiede (z. B. Fellmuster, Färbung, Körpergröße). Die Populationen der beiden Unterarten leben räumlich getrennt (Abb. 3). Durch die von Süden kommende feuchte Zuflussregion zum Tschad-See ist der Kontakt zwischen beiden zusätzlich eingeschränkt.

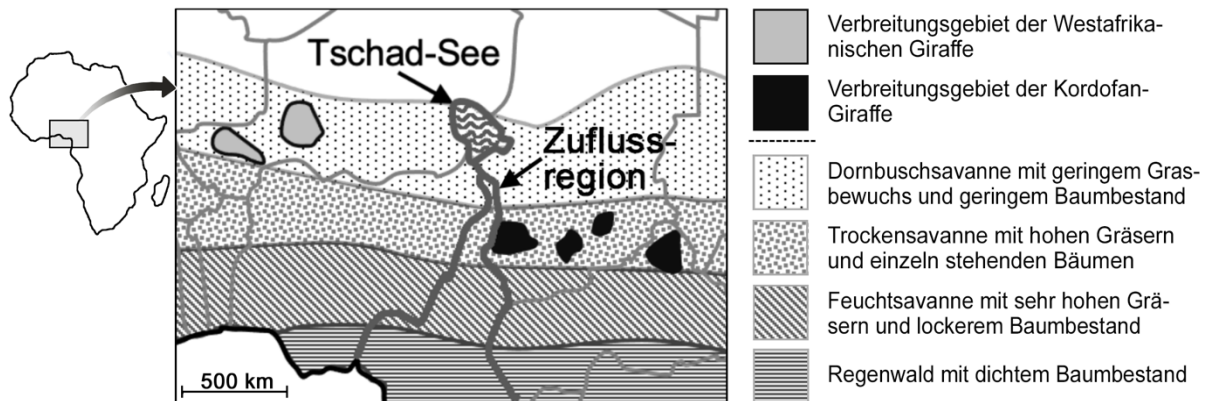


Abb. 3: Verbreitung der Westafrikanischen Giraffe und der Kordofan-Giraffe (n. Coimbra et al., 2021)

### Material 4: Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität am Beispiel der Nord-Giraffe

Die UN-Agenda für Nachhaltigkeit führt den Erhalt der Biodiversität als wichtiges Ziel auf. Biodiversität umfasst dabei drei verschiedene Ebenen, nämlich den Erhalt der Artenvielfalt, den Erhalt der Vielfalt an Ökosystemen und den Erhalt der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art. Weltweit arbeiten verschiedene Organisationen zum Erhalt von Biodiversität zusammen, z. B. staatliche Einrichtungen, Naturschutzorganisationen und Zoos.

Ein Beispiel sind die Bemühungen um die Nord-Giraffe. Vor allem menschliche Einflüsse haben dazu geführt, dass sich ihre Populationen in den letzten Jahrzehnten deutlich verringert haben und räumlich immer stärker voneinander isoliert sind. Westafrikanische und Kordofan-Giraffe sind mit aktuell noch etwa 600 bzw. 3200 Tieren die am stärksten bedrohten Unterarten der Nord-Giraffe.

Die Giraffen fressen Blätter, Früchte und Triebe hochwachsender Gehölze. Das Abfressen stimuliert die Produktion neuer Pflanzentriebe. Über den Giraffenkot werden Samen verbreitet, die in diesem mineralstoffreichen Substrat auch ein erhöhtes Keimpotential besitzen. Ihr erfolgreiches Auskeimen hat auch Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Nahrungsquellen für andere Wildtiere. Damit haben Giraffen einen gestaltenden Einfluss auf das Ökosystem.

Langfristiges Ziel der Bemühungen um die Nord-Giraffe ist der Erhalt mehrerer Populationen mit hoher genetischer Diversität. Verschiedene Organisationen haben sich daher auf einen integrierten Ansatz zum Schutz der Biodiversität verständigt. Bei diesem Ansatz werden Maßnahmen im Freiland und in Zoos ergriffen. Die Zoos unterstützen dabei Freilandprojekte zum Schutz der Giraffen sowohl finanziell als auch durch wissenschaftliche Studien. Individuen der in europäischen Zoos gehaltenen und gezüchteten Giraffen werden spezifisch für die einzelnen Unterarten zwischen Zoos getauscht, so dass genetisch divergente Populationen erhalten werden können. Eine Auswilderung von Giraffen aus Zoopopulationen erfolgt aktuell nicht. Als bedeutende außerschulische Lernorte sensibilisieren Zoos zudem für die Auswirkungen nicht-nachhaltiger menschlicher Verhaltensweisen auf die Biodiversität.

### 3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p><u>Beschreibung des Ablaufs einer PCR:</u>                      M 1 zeigt, dass der PCR-Ansatz eine doppelsträngige DNA-Vorlage und zwei passende Primer enthält. Außerdem sind freie Nukleotide und die hitzestabile DNA-Polymerase nötig.                      Ablauf: Erhitzen der DNA (ca. 90 °C) → Aufspaltung in Einzelstränge → Abkühlen (ca. 60 °C) → Bindung der Primer an komplementäre DNA-Abschnitte                      Erwärmen auf optimale Arbeitstemperatur der DNA-Polymerase (ca. 70 °C) → Ergänzung des Einzelstrangs durch Anlagerung von komplementären Nukleotiden. → Verdopplung der DNA                      Zyklen wiederholen sich, bis eine passende DNA-Menge produziert wurde.</p>	3		
2	<p><u>Begründung für Wahrscheinlichkeit der Stammbaumhypothesen:</u>  <u>Stammbaumhypothese A:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Verwandtschaft aller vier Arten (gemeinsame Stammart) belegt durch Position 52 und 85 (jeweils Mutation A→G im Vergleich zum Okapi)</li> <li>◆ Gemeinsame Stammart von Nord- und Netz-Giraffe durch übereinstimmende Mutation an Position 17 (C→T) und 731 (C→T) begründbar</li> <li>◆ Gemeinsame Stammart von Süd- und Massai-Giraffe durch übereinstimmende Mutation an Position 54 (G→A) und 84 (C→T) begründbar</li> </ul> <p><u>Stammbaumhypothese B:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Verwandtschaft aller vier Arten belegt durch Position 52 und 85 (jeweils Mutation A→G im Vergleich zum Okapi) [siehe oben]</li> <li>◆ Gemeinsame Stammart von Nord- und Netz-Giraffe durch übereinstimmende Mutation an Position 17 (C→T) und 731 (C→T) begründbar</li> <li>◆ Die übereinstimmende Mutation bei Süd- und Massai-Giraffe an Position 54 (G→A) und 84 (C→T) lässt sich nicht widerspruchsfrei mit Hypothese B erklären. Es muss entweder jeweils eine zweimalig unabhängige gleichartige Mutation stattgefunden haben oder zweimal eine Rückmutation.</li> </ul> <p>Fazit: Die Stammbaumhypothese A erklärt das Mutationsgeschehen innerhalb der Giraffen schlüssiger und ist zu bevorzugen.</p>		2	
			2	
			2	
				2
				2
3	<p><u>Entwicklung einer Hypothese zur Artbildung:</u>                      Sachlogische Argumentation, die eine Artaufspaltung wahrscheinlich macht und wesentliche Aspekte mit dem Material belegt, sinngemäß: Beide Populationen sind räumlich getrennt (vgl. Karte und Barriere durch Zufluss des Tschad-Sees) und haben unterschiedliche ökologische Ansprüche. → unterbrochener Genfluss</p>	3		

	Beide Populationen haben unterschiedliche Umweltbedingungen bzw. Selektionsbedingungen (Dornbuschsavanne vs. Trockensavanne). Unabhängig auftretende zufällige Mutationen → unterschiedliche Merkmale → unterschiedliche Selektion wegen unterschiedlicher Umweltbedingungen → zunehmende Divergenz bis zum Auftreten einer Fortpflanzungsbarriere		4 2	
4	<p><u>Beurteilung des Beitrags zum Erhalt der Biodiversität:</u></p> <p><u>Vielfalt der Ökosysteme:</u> Giraffen haben einen gestaltenden Einfluss auf ihre Ökosysteme und vielfältige biologische Wechselwirkungen. Da aktuell keine Giraffen aus Zoos ausgewildert werden, tragen Zoos nur indirekt (z. B. durch Finanzierung von Schutzmaßnahmen, z. B. durch Bildungsangebote) zum Erhalt der Vielfalt an Ökosystemen bei.</p> <p><u>Vielfalt der Arten:</u> Bedeutsamer Einfluss auf den Erhalt von Arten, wie der Nord-Giraffe durch Haltung und Zucht verschiedener Unterarten der Nord-Giraffe in Zoos</p> <p><u>Genetische Vielfalt innerhalb einer Art:</u> Durch die koordinierte Nachzucht mit Austausch von Individuen zwischen Zoos wird die genetische Vielfalt innerhalb der Giraffenarten bzw. der Unterarten langfristig unterstützt.</p>		1 1 1	2 2 2
	<b>Summe<sup>2</sup></b>		<b>11</b>	<b>19</b> <b>10</b>

<sup>2</sup> Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

## 4 Standardbezug<sup>3</sup>

---

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1			
2	4	10, 11	3, 14	
3	4, 7	3	7	
4	6		5	9,12

## 5 Bewertungshinweise

---

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster<sup>4</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

---

<sup>3</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* genannt, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

<sup>4</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.