

Die Aufgaben der 1. Runde

Aufgabe 1: Hanami – Mehr als nur Blüten betrachten (Biochemie, Genetik, Systematik)

Die japanische Blütenkirsche (*Prunus serrulata*) steht im Zentrum des traditionellen japanischen Kirschblütenfestes „Hanami“. Auch in anderen Teilen der Welt sind Pflanzen der Gattung *Prunus* und anderer *Rosaceae* aufgrund der Verwendung als Obstgehölze populär.



- a) Geben Sie jeweils die Blütenformel an für die Süßkirsche (*Prunus avium*), den Kulturapfel (*Malus domestica*), die Walderdbeere (*Fragaria vesca*) und die Himbeere (*Rubus idaeus*). Benennen Sie deren Fruchttypen und erläutern Sie, aus welchen Strukturen die Bestandteile der Früchte gebildet werden.

Die systematische Einordnung mehrerer Taxa in einen gemeinsamen Stammbaum kann auf verschiedene Weisen vorgenommen werden. Der molekulargenetische Ansatz bedient sich dabei DNA- oder Aminosäuresequenzen, um Unterschiede zwischen mehreren Arten quantitativ zu erfassen. Dabei werden zueinander homologe Gene aus verschiedenen Spezies verglichen.

- b) Entscheiden und begründen Sie, welche der folgenden Proteine für die Ermittlung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gattung *Prunus* geeignet sind:
- Cytochrom-c-Oxidase
 - Ribulose-1,6-bisphosphat-Carboxylase/Oxygenase (RuBisCO)
 - Glucan-endo-1,3-β-glucosidase
 - Phenylalanin-Ammoniak-Lyase
- c) Zur Ermittlung eines Stammbaumes gibt es viele verschiedene Methoden. Beschreiben Sie das Prinzip der UPGMA-Methode (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean). Nennen Sie drei Schwächen dieser Methode.

Nachfolgend sind Ausschnitte aus den Aminosäuresequenzen des Proteins Profilin von vier *Prunus*-Arten (*Prunus avium* = PA, *Prunus dulcis* = PD, *Prunus persica* = PP, *Prunus yedoensis* = PY) gegeben. Entwickeln Sie aus den gegebenen Sequenzen einen Stammbaum der Arten mithilfe einer Distanzmatrix gemäß der UPGMA-Methode.

PA	MSWQAYVDDHLMCDIDGNRLTAAAILGQDGSVWSQSATFFPAFKPEEIAAILKDLDPGTL
PD	MSWQQYVDDHLMCDIDGNRLTAAAILGQDGSVWSQSATFFPAFKPEEIAAILKDFDQPGTL
PP	MSWQAYVDDHLMCEIEGNHLSAAAIIIGHDGSVWAQSATFPQLKPEEVTGILNDFNEPGSL
PY	MSWQTYVDDHLMCEIEGNHLSAAAIIIGHDGSVWAQSATFPQLKPEEVTGIMNDFNEPGSL

Nennen Sie drei Möglichkeiten, wie man die Genauigkeit des ermittelten Stammbaumes verbessern könnte.

- d) Die rote Farbe von Früchten und Blüten kann durch verschiedene biochemische Klassen von Farbstoffen entstehen. Nennen Sie die beiden hauptsächlichen Gruppen roter Pflanzenfarbstoffe und ordnen Sie diese jeweils einer biochemischen Stoffklasse zu.

Durch den folgenden Versuch können Sie die Farbstoffe aus Kirsche und Tomate diesen Gruppen zuordnen:

Achtung: Arbeiten Sie mit Schutzbrille!

Bereiten Sie folgende Lösungen vor:
Essigsäure (25% Essigsäure) (1), Natrium- oder Kaliumcarbonatlösung (10%) (2) und Wasser (3).

Stellen Sie 6 Reagenzgläser bereit. Geben Sie in drei davon je 1 ml Kirschsäfte, in die anderen je 1 ml Tomatensaft. Verdünnen Sie alle Ansätze mit 2 ml Wasser. Geben Sie vorsichtig 1 ml der Lösungen 1 bis 3 in je ein Glas jeder Saftprobe und schütteln Sie die Gläser vorsichtig. Dokumentieren Sie die Ergebnisse.

Interpretieren Sie Ihre Beobachtungen unter Berücksichtigung der chemischen Strukturen der Farbstoffklassen. Geben Sie außerdem an, in welchem Zellkompartiment Sie die Farbstoffe jeweils erwarten würden.

Aufgabe 2: Nur ruhig Blut! (Physiologie, Zoologie)

- a) Durch Ausdauertraining kann die Herzarbeit deutlich reduziert werden. Berechnen Sie die jährliche Ersparnis an Herzschlägen, die man durch ein Ausdauertraining von im Schnitt 3 x 30 min pro Woche mit einer Herzfrequenz von 150 Schlägen pro Minute erzielt, wenn sich dadurch der Puls von 80 auf 70 Schläge pro Minute reduziert.
- b) Das Herzzeitvolumen teilt sich auf die Durchblutung von Geweben und Organen auf. Ordnen Sie in der folgenden Tabelle die Durchblutung in Ruhe und bei längerer maximaler körperlicher Belastung den menschlichen Organen (Haut, Herz, Gehirn, Skelettmuskulatur, Verdauungsorgane) zu. Berechnen Sie die prozentuale Veränderung und begründen Sie die Zuordnung.

Organe	Durchblutung (ml/min)	
	in Ruhe	max. Belastung
1	250	1000
2	750	750
3	2500	500
4	1000	17000
5	500	750

- c) Vergleichen Sie jeweils qualitativ die Sauerstoffbindungskurven innerhalb folgender Gruppen:
- (1) Maus / Katze / Mensch / Elefant,
 - (2) menschlicher Fetus / Mutter,
 - (3) untrainierte Person in Ruhe / nach 3 km Lauf mittlerer Intensität.

Stellen Sie die Kurven pro Gruppe jeweils qualitativ in einem Diagramm dar und begründen Sie.

- d) Eine Methode, um das Blutvolumen von Säugern zu bestimmen, basiert auf der Verwendung von radioaktivem Technecium (^{99m}Tc , Halbwertszeit 6 h). Einem Tier wurden 5 ml Lösung mit ^{99m}Tc -markiertem Albumin mit einer Gesamtaktivität von 1,0 MBq injiziert. Nach 6 h wurden 10 ml Blut entnommen und die Aktivität wurde als 2,5 kBq bestimmt. Berechnen Sie das ungefähre Blutvolumen des Tieres.

Nennen Sie drei Störfaktoren und geben Sie an, ob das jeweils tatsächliche Blutvolumen größer oder kleiner als der theoretisch berechnete Wert ist.

- e) Der Einsatz von Erythropoietin (EPO) ist als Dopingmittel verbreitet, im Wettkampfsport jedoch verboten. Begründen Sie den Einsatz von EPO als Dopingmittel. Nennen Sie drei Probleme der Nachweisbarkeit dieser Art Leistungssteigerung.

Aufgabe 3: Mit allen Wassern gewaschen (Botanik)

Die UN hat die Forderung aufgestellt, für die Weltbevölkerung bis 2030 sauberes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Um die Belastung von Wasser zu minimieren, wird der Einsatz alternativer Produkte wie z.B. die Verwendung von Waschnüssen diskutiert.

- a) Ordnen Sie die Waschnuss taxonomisch ein. Nennen Sie deren waschaktive Substanz und beschreiben Sie deren Wirkung.
- b) Vergleichen Sie in einem Keimungsversuch die Wirkung von herkömmlichem Waschmittelabwasser und Abwasser aus dem Waschen mit Waschnüssen. Verwenden Sie die als Bioindikator eingesetzten Samen von *Lepidium sativum*. Nutzen Sie zwei quantifizierbare Merkmale.

Beginnen Sie mit dem 10-fachen der für eine Handwäsche typischen Konzentration und verwenden Sie vier weitere Ansätze einer 1:10-Verdünnungsreihe. Protokollieren und dokumentieren Sie Ihre Beobachtungen und Ergebnisse fotografisch und tabellarisch.

Fertigen Sie geeignete Diagramme an und deuten Sie Ihre Untersuchungsergebnisse.

- c) Diskutieren Sie den Einsatz von Waschnüssen als Alternative zu konventionellen Waschmitteln (4 Argumente).



Aufgabe 4: Auf's richtige Pferd gesetzt (Evolution, Ökologie)

Zur Ordnung der Unpaarhufer gehören viele bedrohte Arten, zum Beispiel auch das Przewalski-Pferd, das nur knapp vor dem Aussterben gerettet werden konnte. Der Bestand war 1956 auf 41 Tiere reduziert. Dank erfolgreicher Zucht konnten Tiere unter anderem in der Hortobágy-Puszta-Steppe in Ungarn sowie in der Mongolei ausgewildert werden.

- a) Nennen Sie vier Unpaarhufer-Arten, die in den letzten 500 Jahren ausgestorben sind, sowie vier mögliche Faktoren, die zu ihrem Aussterben beigetragen haben könnten.
- b) Erläutern Sie aus genetischer Sicht die Folgen, die sich aus der zeitweiligen Reduktion der Individuenzahl ergeben haben.
- c) Przewalski-Pferde leben in Herden mit bis zu 10 Stuten, die von einem älteren Hengst angeführt werden. Berechnen Sie die effektive Populationsgröße für Herde A aus 5 Stuten, 3 Fohlen und 1 Hengst. Wiederholen Sie die Berechnung für eine Herde B aus 10 Stuten, 5 Fohlen und 1 Hengst, und eine fiktive Herde C aus 5 Stuten, 2 Fohlen und 5 Hengsten. Fassen Sie die Ergebnisse zusammen und beurteilen Sie die Herausforderungen für das Auswilderungsprojekt, die daraus resultieren.
- d) Lange Zeit war man davon überzeugt, dass eine Kreuzung zwischen verschiedenen Pferdeartigen zu unfruchtbaren Nachkommen führt, wenn die daraus resultierende Zygote eine ungerade Chromosomenzahl aufweist. Überprüfen Sie diese Hypothese anhand der Kreuzung von Hauspferd mit Esel bzw. Przewalski-Pferd.

Diskutieren Sie die systematische Einordnung dieser Tiere als verschiedene Arten.