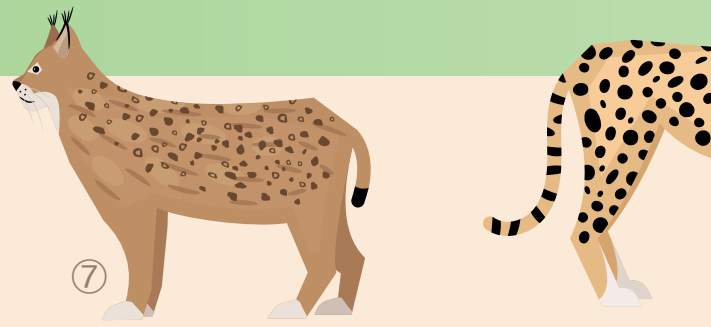


Die Aufgaben der 1. Runde



Aufgabe 1: In allen steckt Potenzial! (Tierphysiologie)

- a) Führen Sie mit einer gesunden Versuchsperson folgenden Versuch durch: Bereiten Sie drei Schalen mit Wasser mit den ungefähren Temperaturen 20°C (Schale 1), 30°C (Schale 2) und 40°C (Schale 3) (Vorsicht: keinesfalls heißer als 40°!) vor. Bitten Sie Ihre Versuchsperson, je eine Hand in Schale 1 und 3 zu tauchen. Nach etwa zwei Minuten bitten Sie die Person, beide Hände in Schale 2 zu legen. Protokollieren Sie jeweils die Temperaturempfindungen im Verlauf über zwei Minuten. Interpretieren Sie Ihre Versuchsergebnisse im Hinblick auf die Eigenschaften der Thermorezeptoren!
- b) Verwenden Sie für den folgenden Versuch ein digitales Thermometer. Stapeln Sie zwei Schalen ineinander, achten Sie dabei auf eine gute Wärmeleitfähigkeit. Füllen Sie die innere Schale mit Wasser einer mittleren Temperatur von ca. 30°C und die äußere Schale mit heißem Wasser von ca. 40°C. Das Thermometer platzieren Sie ohne Kontakt zur Wand in der inneren Schale. Bitten Sie nun Ihre Versuchsperson, die Hände in die innere Schale zu tauchen. Sobald die Person eine Erwärmung des Wassers spürt, notieren Sie sofort die Temperatur und die Differenz zur Starttemperatur. (Sorgen Sie dafür, dass die Person die Anzeige des Thermometers nicht sieht.) Wiederholen Sie den Versuch mit kaltem Wasser (optimal ca. 20°C) in der äußeren Schale, bis die Versuchsperson eine Abkühlung bemerkt. Deuten Sie Ihre Ergebnisse unter Einbeziehung von Literaturwerten und möglichen Fehlerquellen. Nennen Sie eine Erkrankung, bei der die Fähigkeit zur Temperaturwahrnehmung beeinträchtigt ist.
- c) Das Membranpotenzial ist die Grundlage für die Funktion einer lebenden Zelle und ihrer Erregbarkeit. Erklären Sie die Voraussetzungen für die Ausbildung eines Membranpotenzials.
- d) Kennt man die Konzentrationen eines bestimmten Ions auf beiden Seiten der Plasmamembran, so kann man das sogenannte Gleichgewichtspotenzial E_{ion} ermitteln. Berechnen Sie jeweils die Gleichgewichtspotenziale einer hypothetischen menschlichen Zelle für Ionen mit der unten angegebenen Verteilung.

Ion	Konzentration intrazellulär	Konzentration extrazellulär
Na ⁺	15 mmol/l	150 mmol/l
K ⁺	140 mmol/l	4 mmol/l
Ca ²⁺	0,15 µmol/l	1500 µmol/l
Cl ⁻	4 mmol/l	120 mmol/l

- e) Eine Modellzelle besitze in ihrer Plasmamembran durchschnittlich 6 Kaliumionenkanäle pro 10 µm² und 2 Natriumionenkanäle pro 10 µm². Vereinfachend soll angenommen werden, dass alle Kanäle durchgängig offen sind und die gleiche Zahl Ionen pro Zeiteinheit passieren lassen. Weitere Membranproteine haben keinen Einfluss auf das Membranpotenzial. Berechnen Sie unter Angabe des Rechenwegs das Membranpotenzial einer solchen Zelle bei einer Ionenverteilung wie in d).

Durch einen Reiz öffnen sich in der Membran kurzzeitig 8 Calciumionenkanäle pro 10 µm² mit gleichem Leitungsverhalten wie obige Kanäle.

Berechnen Sie den maximalen Wert, den das Aktionspotenzial der Zelle nun annimmt. Vergleichen Sie diesen Mechanismus der Entstehung eines Aktionspotenziales mit dem von Neuronen. Nennen Sie zwei Zelltypen, bei denen ein Aktionspotenzial durch Calciumionenströme getragen wird.

Aufgabe 2: Alles für die Katz'! (Zoologie, Ökologie, Genetik, Evolution)

Vor etwa 4000 Jahren begann die Domestizierung der nordafrikanischen Wildkatze (*Felis silvestris lybica*) durch den Menschen. Trotz vieler Züchtungen bestehen kaum Unterschiede zwischen Wildkatzen und der Unterart der modernen Hauskatze (*Felis silvestris catus*), weder genetisch noch im Körperbau oder Verhalten.

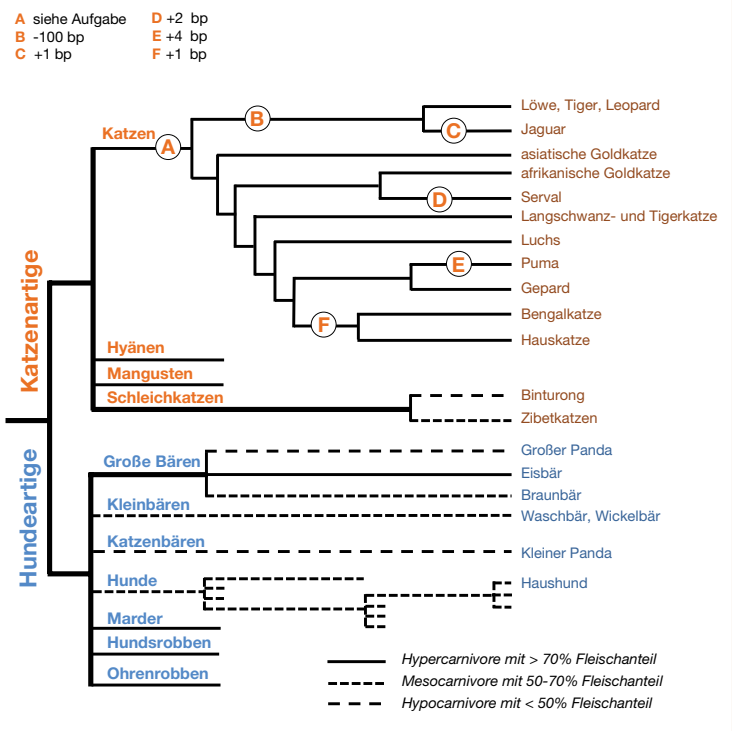
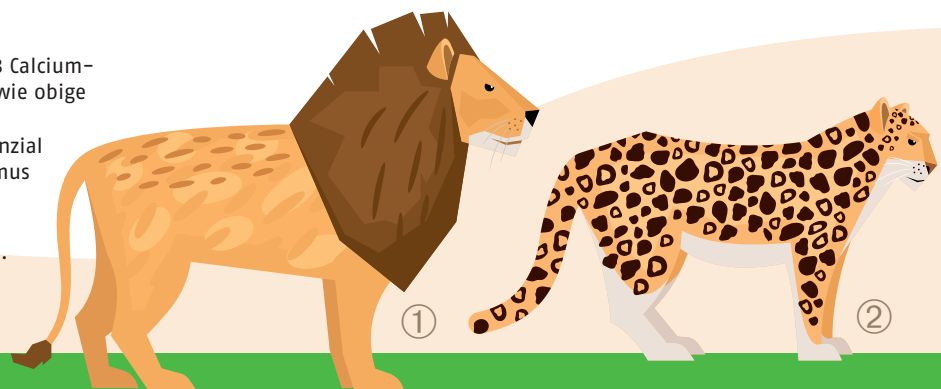
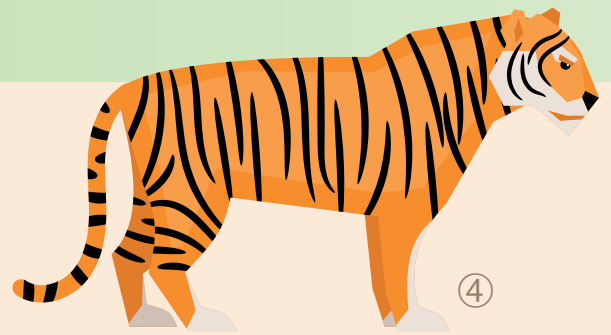
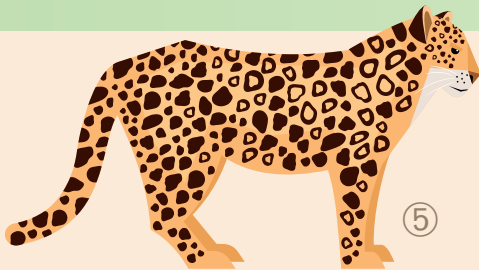


Abb: Stammbaum des Enzyms UGT1A6 bei Raubtieren mit Mutationen A-F

- a) Ordnen Sie die nummerierten Bilder 1-7 den „Katzenartigen“ im Stammbaum zu.
- b) Katzen gehören mit über 70% Fleischanteil an der Nahrung zu den Hypercarnivoren. Geben Sie für Katzen, Bären und Geier die Zugehörigkeit zu den Gruppen der Carnivora und Carnivore an. Notieren Sie die Zahnformel der Hauskatze und nennen Sie zwei typische Merkmale, die auf die überwiegende Fleischernährung hindeuten. Erklären Sie den evolutionären Verlust der Fähigkeit von Katzen, süß schmecken zu können.





c) Katzen verschmähen meist pflanzliche Nahrung, und das aus gutem Grund. Sie können durch ihre Entwicklung zu reinen Fleischfressern aufgrund von Enzymdefekten z.B. sekundäre Pflanzenstoffe nicht mehr effektiv entgiften. Diese Stoffe spielen zwar im Stoffwechsel der sie produzierenden Pflanzen keine direkte Rolle, erhöhen aber die Überlebenschance der Art. Nennen Sie drei Beispiele für solche Funktionen.

d) Unter den sekundären Pflanzenstoffen spielen die Phenole wegen ihrer großen Strukturvielfalt und den aufgenommenen Mengen eine herausragende Rolle. Sie müssen jedoch zur Entgiftung im Säuger modifiziert werden. Für die Ausscheidung einfacher, planarer Phenole ist die UDP-Glucuronosyl-Transferase UGT1A6 (532 Aminosäuren) das katalytisch wirkungsvollste Enzym. Notieren Sie die katalysierte Reaktion mit Formeln und erklären Sie deren Bedeutung für die Ausscheidung der Phenole.

e) Erklären Sie, weshalb Katzen sehr empfindlich auf Paracetamol und Aspirin reagieren, die manche Katzenbesitzer mit dem Ziel der Schmerzlinderung verabreichen. (Weniger als eine Tablette kann für Hauskatzen tödlich sein.)

f) Die Tabelle zeigt einen Sequenzausschnitt (codierender Strang) von UGT1A6 (Basen 268–297) für verschiedene Spezies (Mutation im Stammbaum mit A gekennzeichnet). Geben Sie jeweils die zugehörige Aminosäuresequenz an und bewerten Sie darauf basierend die Enzymaktivitäten. Bewerten Sie den Einfluss der zusätzlich aufgetretenen Mutationen (B–F, im Stammbaum) auf die Aktivität von UGT1A6 bei den Katzenartigen.

Hominiden	5'-CGT TAC CAA TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'
Katzen	5'-CGT TAC TGA TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'
Hyänen (Bsp. Streifenhyäne)	5'-CGT TAC CGG TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'
Schleichkatzen	5'-CGT TAC CGA TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'
Bären	5'-CGT TAC CGC TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'
Hunde	5'-CGT TAC CGC TCA TTT GGA AAC AAT ATC TTT-3'

g) Manche Tierarten besitzen sogar mehrere Genkopien für die Synthese des UGT1A6-Enzyms. Spekulieren Sie, ob dies für Kaninchen zutreffen könnte und begründen Sie.

Aufgabe 3: Alles im grünen Bereich? (Botanik)

Die Blätter der Pflanzen sind nicht nur für die grüne Farbe auf unserem Planeten verantwortlich, sondern auch für die Anreicherung der Atmosphäre mit Sauerstoff und die Ernährung der Biosphäre.

a) Ordnen Sie den Arten jeweils drei Blattmerkmale tabellarisch zu. Europäische Stechpalme, Schwarzer Holunder, Roteiche, Kulturapfel, Sumpfdotterblume, Europäische Eibe. Zusammengesetzt, einfach, hygromorph, xeromorph, mesomorph, glattrandig, gezähnt, gelappt, gesägt, gekerbt.

b) Erklären Sie die Entstehung und Vererbung panaschierter Blätter bei der japanischen Wunderblume. Nehmen Sie an, Sie führen Kreuzungsexperimente mit den Blüten weißblättriger, grünblättriger und panaschierter Zweige einer Pflanze durch. Erstellen Sie eine Übersicht der erwarteten Nachwuchstypen aller Kreuzungen.

c) Führen Sie folgendes Experiment mit je einem grünen und einem panaschierten Blatt durch (möglichst dünne Blätter, z.B. Buntnessel oder Hortensie). Arbeiten Sie nur mit Schutzbrille und halten Sie die entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen ein. Achtung, Ethanol ist entzündbar! Arbeiten Sie daher nur unter einem Laborabzug und unter Aufsicht einer Lehrkraft!

Geben Sie das Blatt in einen Erlenmeyerkolben und übergießen Sie es mit Brennspiritus. Erhitzen Sie die Lösung vorsichtig im Wasserbad unter einem Abzug (Achtung – keine offene Flamme!), bis das Blatt entfärbt ist. Gießen Sie den Brennspiritus ab. Übergießen Sie das Blatt in einer Petrischale mit Lugol'scher Lösung, gießen Sie nach 2 Minuten ab und spülen Sie mit Wasser. Dokumentieren Sie Ihr Ergebnis fotografisch und interpretieren Sie das Ergebnis.



d) Im Keller gelagerte Kartoffeln treiben farblose Sprossachsen mit kleinen Blättern aus, die erst nach Belichtung ergrünen. Erklären Sie dieses Phänomen auf zellulärer und biochemischer Ebene.

e) Bei mikroskopischen Untersuchungen fossiler Blätter ist Forschern eine unterschiedliche Stomatadichte aufgefallen. Die rezente Art *Ginkgo biloba* weist 98 Stomata/mm² auf, *Ginkgo huttoni*, der vor ca. 150 Mio. Jahren lebte, hingegen 45 Stomata/mm². Entwickeln Sie zwei begründete Hypothesen, die diesen Unterschied erklären können.

Aufgabe 4: Alles unter Kontrolle? (Zellbiologie, Biochemie)

Wachstum und Vermehrung von lebenden Organismen hängen von ihrer Fähigkeit zur Zellteilung ab. Vielfältige Faktoren regulieren diesen Prozess.

a) Nennen Sie die Phasen des Zellzyklus und die Phase, in der sich der Großteil der Zellen im menschlichen Körper befindet. Erklären Sie die Funktionsweise der Kontrollpunkte auf biochemischer Ebene.

b) Mäuse, in denen das Protein p27 ausgeschaltet wurde („p27 knock-out“), sind größer als Wildtyp-Mäuse. Erklären Sie diese Beobachtung und die Funktion von p27 bei der Krebsentstehung.

c) Der DNA-Gehalt einer Zellpopulation kann durchflusszytometrisch (FACS) nach Anfärben der Zellen mit interkalierenden Farbstoffen bestimmt werden. Stellen Sie die zu erwartenden DNA-Gehalte (relative Werte) von p27 Wildtyp- oder Knockout-Zellpopulationen in einem Histogramm dar. Kennzeichnen Sie die Zellzyklusphasen im Diagramm.

d) p27 wird, wie viele andere Proteine auch, durch Phosphorylierung modifiziert. Erläutern Sie die Bedeutung der Proteinphosphorylierung. Beschreiben Sie zwei Methoden zur Quantifizierung phosphorylierter Proteine.

