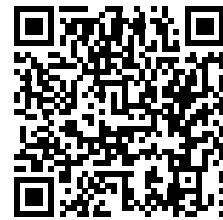


Testteil 24

Die vier Texte zu diesem Testteil. Drucke das Blatt aus oder lege es neben den Bildschirm – im Test stehen die Texte ebenfalls neben den Aufgaben.

SO ARBEITEST DU DAMIT

Zur Beurteilung der Aussagen sind keine besonderen Fachkenntnisse erforderlich. Alle nötigen Angaben stehen im Text. Die Aufgaben kommen in der Reihenfolge der Texte. Gefragt ist jedes Mal, ob sich eine Aussage aus dem jeweiligen Text ableiten lässt.



Scannen oder anklicken

TEXT 1 VON 4

Warum kleine Tiere schneller auskühlen

Ein Körper gibt Wärme über seine Oberfläche ab und erzeugt sie in seinem Volumen. Beide Größen wachsen ungleich: Verdoppelt man alle Längen eines Körpers, so vervierfacht sich seine Oberfläche, sein Volumen aber verachtfaacht sich. Je größer ein Körper, desto kleiner wird also seine Oberfläche im Verhältnis zu seinem Volumen. Kleine Körper haben umgekehrt sehr viel Oberfläche bei wenig Inhalt.

Daraus folgt unmittelbar, warum kleine gleichwarme Tiere es schwerer haben als große. Sie verlieren im Verhältnis mehr Wärme und müssen entsprechend mehr erzeugen. Eine Spitzmaus frisst täglich etwa ihr eigenes Körpergewicht und würde bereits nach wenigen Stunden ohne Nahrung verhungern; ein Bär übersteht Monate. Der Unterschied liegt nicht in der Lebensweise, sondern in der Geometrie.

Dieselbe Überlegung erklärt eine Reihe weiterer Beobachtungen. Verwandte Arten sind in kalten Gegenden im Durchschnitt größer als in warmen. Hervorstehende Körperteile wie Ohren und Schwänze sind in kalten Gegenden kürzer, weil sie viel Oberfläche bei wenig Inhalt bieten. Und es gibt eine untere Grenze für die Größe gleichwarmer Tiere: Unterhalb einer bestimmten Masse ließe sich der Wärmeverlust durch keine noch so große Nahrungsaufnahme mehr ausgleichen.

Das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen wirkt sich nicht nur auf die Wärme aus. Auch die Aufnahme von Stoffen erfolgt über Oberflächen, der Verbrauch aber im Volumen. Deshalb kommen sehr kleine Lebewesen ohne Kreislauf aus – bei

ihnen genügt die Wanderung der Stoffe durch die Körperoberfläche —, während größere ein Verteilsystem benötigen. Aus demselben Grund vergrößern Organe, die viel austauschen müssen, ihre Oberfläche durch Falten, Zotten und Verzweigungen.

Die Überlegung hat schließlich eine Kehrseite, die für den Menschen bedeutsam ist. Ein Neugeborenes hat im Verhältnis zu seinem Gewicht etwa die dreifache Oberfläche eines Erwachsenen und kühlt entsprechend rascher aus — ein Umstand, der bei jeder Versorgung berücksichtigt werden muss. Und ein Erwachsener, der sich klein macht, verringert seine wirksame Oberfläche und damit seinen Wärmeverlust. Was hier als Verhalten erscheint, folgt derselben Regel wie die Körpergröße einer Art.

TEXT 2 VON 4

Warum Metall sich kälter anfühlt als Holz

Liegen ein Metallstück und ein Holzstück nebeneinander im selben Raum, so haben sie nach einiger Zeit dieselbe Temperatur. Fasst man beide an, so fühlt sich das Metall dennoch deutlich kälter an. Der Widerspruch löst sich, wenn man betrachtet, was die Haut überhaupt meldet: nicht die Temperatur des berührten Gegenstands, sondern die Änderung ihrer eigenen Temperatur.

Wie rasch die Haut abkühlt, hängt davon ab, wie schnell der Gegenstand Wärme abführt. Metall leitet Wärme sehr gut und entzieht der Berührungsstelle rasch viel Wärme; Holz leitet schlecht, sodass sich die Stelle, an der es berührt wird, rasch auf Hauttemperatur erwärmt und danach kaum noch Wärme aufnimmt. Das Metall fühlt sich also kälter an, weil es besser leitet – nicht, weil es kälter ist.

Dieselbe Überlegung erklärt, warum die Umkehrung ebenso gilt. Ein Metallgegenstand, der auf sechzig Grad erwärmt wurde, verbrennt die Haut binnen Sekunden, während ein gleich warmes Holzstück gefahrlos angefasst werden kann. Auch hier entscheidet nicht die Temperatur, sondern die Geschwindigkeit, mit der Wärme übertragen wird.

Die Leitfähigkeit ist zudem der Grund, warum Wasser gefährlicher ist als Luft derselben Temperatur. Wasser leitet Wärme etwa fünfundzwanzigmal besser als Luft. Ein Mensch in fünfzehn Grad kaltem Wasser kühlt deshalb um ein Vielfaches rascher aus als in fünfzehn Grad kalter Luft – eine Lufttemperatur, die als angenehm gilt, während dieselbe Wassertemperatur binnen Stunden lebensbedrohlich wird.

Aus diesen Zusammenhängen folgt, wie Dämmung wirkt. Gute Dämmstoffe leiten nicht deshalb schlecht, weil ihr Material besonders wäre, sondern weil sie viel ruhende Luft einschließen. Luft leitet schlecht – vorausgesetzt, sie bewegt sich nicht. Wird sie bewegt, so trägt sie Wärme fort, und die Dämmwirkung bricht zusammen. Genau deshalb wärmt ein Pullover weniger, wenn Wind hindurchbläst, und genau deshalb verliert nasse Kleidung ihre Wirkung fast vollständig: Das Wasser verdrängt die ruhende Luft und leitet an ihrer Stelle.

TEXT 3 VON 4

Wie Hebel im Körper arbeiten

Jeder Muskel, der über ein Gelenk zieht, bildet mit den beteiligten Knochen einen Hebel. Entscheidend ist dabei nicht die Kraft allein, sondern ihr Abstand zum Drehpunkt. Eine Kraft, die weit vom Drehpunkt angreift, richtet mehr aus als dieselbe Kraft nahe daran – und umgekehrt muss eine nahe am Drehpunkt angreifende Kraft entsprechend größer sein, um dasselbe zu bewirken.

Im Körper ist fast durchweg die zweite Anordnung verwirklicht. Der Muskel setzt nahe am Gelenk an, die Last wirkt weit entfernt. Beim Anheben eines Gegenstands in der Hand liegt der Ansatz des Beugemuskels wenige Zentimeter vom Ellenbogen entfernt, die Last dagegen etwa dreißig Zentimeter. Der Muskel muss deshalb ein Vielfaches der Last aufbringen – bei einem Verhältnis von eins zu sieben also etwa das Siebenfache.

Das wirkt zunächst wie eine schlechte Lösung, hat aber einen Vorteil, der den Nachteil aufwiegt. Was an Kraft verloren geht, wird an Weg und Geschwindigkeit gewonnen: Verkürzt sich der Muskel um einen Zentimeter, so bewegt sich die Hand um sieben. Ein Bauplan, der auf Kraftersparnis ausgelegt wäre, ergäbe langsame und kleine Bewegungen – brauchbar zum Heben schwerer Lasten, unbrauchbar zum Werfen, Laufen oder Greifen.

Die Anordnung erklärt auch, warum eine kleine Verlagerung des Ansatzpunktes große Wirkung hat. Rückt der Ansatz nur einen Zentimeter weiter vom Gelenk weg, so sinkt die erforderliche Kraft erheblich, während die Bewegung entsprechend langsamer wird. Unterschiede in der Ansatzstelle, die von Mensch zu Mensch bestehen, wirken sich deshalb auf Kraft und Schnelligkeit merklich aus – mehr, als die bloße Muskelmasse vermuten ließe.

Schließlich ändert sich der Abstand während der Bewegung selbst. Der Winkel, unter dem ein Muskel am Knochen zieht, ist nicht immer gleich; er ist in mittlerer Gelenkstellung am günstigsten und an den Enden ungünstiger. Zusammen mit der Abhängigkeit der Muskelkraft von der Länge des Muskels ergibt sich daraus, dass die aufzubringende Kraft über den Bewegungsablauf hinweg schwankt. Wer beim Training eine Bewegung nur in ihrem günstigsten Bereich ausführt, trainiert deshalb nicht dasselbe wie jemand, der sie über den vollen Weg ausführt.

TEXT 4 VON 4

Die Oberflächenspannung und die Lunge

Die Moleküle einer Flüssigkeit ziehen einander an. Im Inneren gleichen sich diese Anziehungen nach allen Seiten aus; an der Oberfläche jedoch fehlt die Anziehung von außen, sodass die obersten Moleküle nach innen gezogen werden. Die Flüssigkeit verhält sich dadurch, als sei sie von einer gespannten Haut überzogen – sie strebt danach, ihre Oberfläche möglichst klein zu halten. Deshalb bilden freie Tropfen Kugeln: Von allen Formen gleichen Inhalts hat die Kugel die kleinste Oberfläche.

In der Lunge hat dieser Umstand erhebliche Folgen. Die Bläschen, in denen der Gasaustausch stattfindet, sind innen mit einem dünnen Flüssigkeitsfilm ausgekleidet. Dessen Oberflächenspannung zieht die Bläschen zusammen und wirkt damit jeder Einatmung entgegen. Ohne Gegenmaßnahme müsste bei jedem Atemzug ein erheblicher Teil der Arbeit allein dafür aufgewendet werden.

Hinzu kommt ein Umstand, der zunächst überrascht: Je kleiner ein Bläschen, desto stärker der Zug nach innen. Zwei verbundene Bläschen unterschiedlicher Größe müssten sich deshalb nicht angleichen – das kleinere müsste sich vollständig in das größere entleeren. Eine Lunge aus vielen ungleich großen Bläschen wäre demnach von sich aus unbeständig.

Gelöst wird beides durch einen Stoff, den bestimmte Zellen der Bläschenwand bilden. Er lagert sich in den Flüssigkeitsfilm ein und setzt dessen Oberflächenspannung herab. Entscheidend ist dabei, dass er dies nicht gleichmäßig tut: Im kleinen Bläschen liegen seine Moleküle dichter beieinander und wirken deshalb stärker als im großen. Damit wird gerade dort am meisten gegengesteuert, wo der Zug am größten wäre – und die Ungleichheit gleicht sich aus, statt sich zu verstärken.

Daraus erklärt sich, warum ein Mangel dieses Stoffes so schwer wiegt. Er wird beim Ungeborenen erst spät in ausreichender Menge gebildet; Frühgeborene können deshalb in erhebliche Atemnot geraten, weil ihre Bläschen bei jeder Ausatmung zusammenfallen und bei jeder Einatmung erneut geöffnet werden müssen. Die Atemarbeit steigt dadurch um ein Vielfaches – nicht weil die Lunge zu klein wäre, sondern weil ihr eine Eigenschaft fehlt, die das Öffnen erleichtert.