

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

Text 1: 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 2 VON 4

Text 2: 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 3 VON 4

Text 3: 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.

TEXT 4 VON 4

Text 4: Warum Eis auf Wasser schwimmt

Die meisten Stoffe ziehen sich beim Erstarren zusammen; ihre feste Form ist dichter als ihre flüssige und sinkt daher zu Boden. Wasser verhält sich umgekehrt: Beim Gefrieren dehnt es sich aus, und Eis ist etwa ein Zehntel leichter als flüssiges Wasser. Der Grund liegt darin, dass sich die Moleküle im festen Zustand zu einem weitmaschigen Gitter ordnen, das mehr Raum beansprucht als ihre dichtere Anordnung im flüssigen Zustand.

Eine zweite Besonderheit schliesst sich an. Wasser hat seine grösste Dichte nicht am Gefrierpunkt, sondern bei etwa vier Grad. Kühlt ein See im Herbst ab, so sinkt das kälter werdende Oberflächenwasser zunächst ab und verdrängt wärmeres nach oben. Diese Umwälzung endet, sobald das gesamte Wasser vier Grad erreicht hat. Weiter abkühlendes Wasser wird nun wieder leichter, bleibt oben und gefriert dort.

Aus beidem zusammen folgt, dass ein Gewässer von oben nach unten zufriert und nicht umgekehrt. Die Eisdecke wirkt zudem als Dämmung und verlangsamt das weitere Auskühlen. Unter ihr bleibt Wasser von etwa vier Grad zurück, in dem Lebewesen überwintern können. Würde Wasser sich wie die meisten Stoffe verhalten, so säne das Eis ab und ein Gewässer fröre von unten her vollständig durch — Leben in ihm wäre dann kaum möglich.

Die Ausdehnung beim Gefrieren hat auch zerstörerische Wirkungen. Dringt Wasser in einen Riss im Gestein und gefriert dort, so sprengt es den Riss weiter auf; über viele Frostwechsel hinweg zerlegt es auf diese Weise ganze Felsen. Dieselbe Kraft lässt Wasserleitungen bersten; bemerkt wird der Schaden allerdings nicht selten erst beim Auftauen, wenn das gesprengte Rohr wieder durchgängig wird und Wasser austritt.

Schliesslich wirkt sich die Besonderheit auf lebende Zellen aus. Gefriert das Wasser in einer Zelle, so bilden sich Kristalle, die durch ihre Ausdehnung und ihre scharfen Ränder die Zellhülle zerstören. Deshalb überstehen die meisten Gewebe ein Einfrieren nicht. Wird dagegen sehr rasch abgekühlt, so bleibt den Molekülen keine Zeit, sich zum Gitter zu ordnen; es entsteht eine glasartige Erstarrung ohne Kristalle, und die Zelle bleibt unversehrt. Nicht das Frieren an sich schadet also, sondern die Bildung von Kristallen.