

Testteil 25

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 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.

TEXT 2 VON 4

Wie sich Schall in verschiedenen Stoffen ausbreitet

Schall ist die Weitergabe einer Druckschwankung von Teilchen zu Teilchen. Daraus folgt zweierlei: Er benötigt einen Stoff, in dem er sich ausbreiten kann, und seine Geschwindigkeit hängt davon ab, wie fest die Teilchen aneinandergelockt sind. Im leeren Raum breitet er sich nicht aus — nicht weil dort etwas ihn behinderte, sondern weil das Nötige fehlt.

Die Geschwindigkeit steigt daher von Gasen über Flüssigkeiten zu Festkörpern. In Luft beträgt sie etwa dreihundertvierzig Meter je Sekunde, in Wasser rund das Vierfache, in Stahl etwa das Fünfzehnfache. Bemerkenswert ist, dass sie nicht von der Lautstärke abhängt: Ein leiser und ein lauter Ton erreichen den Zuhörer gleichzeitig. Von der Tonhöhe hängt sie ebenfalls nicht ab — andernfalls käme eine Musik aus der Ferne verzerrt an.

An der Grenze zweier Stoffe wird Schall teilweise zurückgeworfen. Wie viel, hängt davon ab, wie verschieden die beiden Stoffe sind. Zwischen Luft und Wasser ist der Unterschied so groß, dass fast alles zurückgeworfen wird — deshalb hört man unter Wasser kaum, was über der Oberfläche gesprochen wird, und deshalb braucht das Ohr eine eigene Einrichtung, um Schall von der Luft auf eine Flüssigkeit zu übertragen.

Dieselbe Eigenschaft wird für die Bildgebung genutzt. Werden Schallwellen in den Körper gesendet, so werfen die Grenzen zwischen verschiedenen Geweben einen Teil zurück, und aus der Laufzeit lässt sich die Tiefe berechnen. Weil Luft und Gewebe sich stark unterscheiden, wird an lufthaltigen Bereichen praktisch alles zurückgeworfen; dahinter bleibt es dunkel. Aus demselben Grund wird zwischen Schallkopf und Haut ein Gel aufgetragen — es verdrängt die Luftschicht, an der sonst alles abprallen würde.

Schließlich verliert Schall auf seinem Weg an Stärke, und zwar umso rascher, je höher der Ton ist. Deshalb dringen tiefe Töne weiter: Von einer entfernten Musik hört man zuerst den Bass. In der Bildgebung führt dasselbe zu einer Abwägung — hohe Frequenzen lösen fein auf, dringen aber nur wenige Zentimeter ein; tiefe erreichen tiefer gelegene Bereiche, zeigen sie aber gröber. Eine Einstellung, die beides zugleich leistete, gibt es nicht.

TEXT 3 VON 4

Der Unterschied zwischen Wärme und Temperatur

Temperatur und Wärmemenge werden im Alltag oft gleichgesetzt, bezeichnen aber Verschiedenes. Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere Bewegung der Teilchen; die Wärmemenge ist die gesamte Energie, die in einem Körper als Bewegung seiner Teilchen steckt. Ein Funke kann eine sehr hohe Temperatur haben und dennoch fast keine Wärmemenge enthalten, weil er aus wenigen Teilchen besteht. Ein lauwarmes Vollbad enthält weit mehr Wärme als der Funke, obwohl seine Temperatur viel niedriger ist.

Wie viel Wärme nötig ist, um einen Stoff zu erwärmen, hängt vom Stoff ab. Wasser braucht dafür ungewöhnlich viel – etwa das Vierfache dessen, was dieselbe Masse Luft benötigt, und ein Vielfaches dessen, was für Metalle nötig wäre. Umgekehrt gibt Wasser beim Abkühlen entsprechend viel ab. Diese Eigenschaft macht es zu einem trägen Wärmespeicher.

Daraus erklärt sich das Klima an Küsten. Das Meer erwärmt sich im Sommer langsam und kühlt im Winter langsam ab; die Temperaturen schwanken deshalb in Küstennähe weit weniger als im Landesinneren. Dieselbe Eigenschaft macht Wasser zum bevorzugten Kühlmittel und erklärt, warum ein Körper, der zu großen Teilen aus Wasser besteht, seine Temperatur auch bei wechselnder Umgebung recht gleichmäßig hält.

Eine weitere Besonderheit betrifft den Wechsel des Zustands. Beim Schmelzen und beim Verdampfen steigt die Temperatur nicht, obwohl fortlaufend Wärme zugeführt wird – die Energie wird für das Auflösen der Bindungen zwischen den Teilchen verbraucht. Wasser, das kocht, wird nicht heißer, gleich wie stark man heizt; nur die Menge des Dampfes nimmt zu. Beim Verdampfen wird dabei ein Vielfaches dessen benötigt, was das Schmelzen erfordert.

Genau darauf beruht die Wirksamkeit des Schwitzens. Der Schweiß entzieht dem Körper beim Verdampfen erhebliche Wärme – und zwar nur dann, wenn er tatsächlich verdampft. Schweiß, der abtropft, kühlt nicht. Deshalb ist Abwischen von Schweiß nachteilig, obwohl es angenehm erscheint: Es entfernt gerade die Flüssigkeit, deren Verdampfung die Kühlung bewirken sollte.

TEXT 4 VON 4

Wie eine Linse ein Bild erzeugt

Licht ändert seine Richtung, wenn es schräg von einem Stoff in einen anderen übertritt, in dem es sich anders schnell ausbreitet. Auf dieser Ablenkung beruht die Wirkung jeder Linse. Eine Linse, die in der Mitte dicker ist als am Rand, lenkt paralleles Licht so ab, dass es sich in einem Punkt sammelt; dessen Abstand von der Linse heißt Brennweite. Je stärker die Krümmung, desto kürzer die Brennweite und desto stärker die Wirkung.

Ein Bild entsteht, wenn alle von einem Punkt des Gegenstands ausgehenden Strahlen wieder in einem Punkt zusammentreffen. Wo dieser Punkt liegt, hängt von der Entfernung des Gegenstands ab: Rückt der Gegenstand näher, so rückt der Bildpunkt weiter von der Linse weg. Für eine feste Bildebene – etwa die Netzhaut – folgt daraus, dass die Brechkraft angepasst werden muss, sobald sich die Entfernung ändert. Andernfalls träfen die Strahlen nicht in der Bildebene zusammen, sondern davor oder dahinter, und das Bild wäre unscharf.

Bemerkenswert ist, dass das entstehende Bild seitenverkehrt und auf dem Kopf steht. Dies ist keine Eigenheit des Auges, sondern die zwangsläufige Folge davon, dass die Strahlen sich kreuzen. Dass wir die Welt dennoch aufrecht sehen, liegt nicht an einer Umkehrung im Auge, sondern daran, dass das Gehirn die Meldungen entsprechend auswertet.

Die Bildschärfe hat noch eine zweite Grenze. Selbst eine ideal geformte Linse bildet einen Punkt nicht als Punkt ab, sondern als kleines Scheibchen – eine Folge der Wellennatur des Lichts. Je größer die Öffnung, desto kleiner dieses Scheibchen. Deshalb lösen große Fernrohre feiner auf als kleine, und deshalb lässt sich die Auflösung nicht beliebig durch stärkere Vergrößerung steigern: Was als Scheibchen ankommt, wird durch Vergrößerung nur zu einem größeren Scheibchen.

Eine kleinere Öffnung hat allerdings einen Vorteil, der dem entgegensteht. Je enger sie ist, desto größer ist der Bereich vor und hinter der eingestellten Entfernung, der noch hinreichend scharf erscheint. Wer die Öffnung verkleinert, gewinnt also an Tiefenschärfe und verliert an Auflösung – beides zugleich ist nicht zu haben. Dieselbe Abwägung findet sich am Auge wieder: Bei hellem Licht verengt sich die Pupille, was die Tiefenschärfe erhöht und zugleich die Auflösung etwas herabsetzt.