

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

Text 1: 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 behindert, 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 Fünfeinfache. 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 2 VON 4

Text 2: 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 3 VON 4

Text 3: 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.

TEXT 4 VON 4

Text 4: Warum sich Mischungen nicht von selbst entmischen

Gibt man einen Tropfen Farbe in ein Glas Wasser, so verteilt er sich mit der Zeit gleichmässig. Der umgekehrte Vorgang wird nie beobachtet: Eine gleichmässig gefärbte Flüssigkeit sammelt sich nicht von selbst wieder zu einem Tropfen. Bemerkenswert ist, dass dies nicht daran liegt, dass der Rückweg verboten wäre – jedes einzelne Teilchen könnte ihn nehmen. Er ist lediglich ausserordentlich unwahrscheinlich.

Der Grund liegt in der Zahl der Möglichkeiten. Es gibt sehr wenige Anordnungen, in denen alle Farbteilchen in einer Ecke versammelt sind, und unvorstellbar viele, in denen sie über das ganze Glas verteilt sind. Bewegen sich die Teilchen zufällig, so landen sie fast immer in einer der vielen Anordnungen und fast nie in einer der wenigen. Die Vermischung ist also kein Vorgang, der angetrieben würde – sie ist schlicht das, was beim zufälligen Herumlaufen fast immer herauskommt.

Daraus folgt eine allgemeine Richtung: Vorgänge, die von selbst ablaufen, führen von unwahrscheinlichen zu wahrscheinlichen Zuständen. Wärme fliesst vom wärmeren zum kälteren Körper, Gase strömen aus dem vollen in den leeren Behälter, Ordnung zerfällt zu Unordnung. Nichts davon ist eine Kraft; es ist eine Wahrscheinlichkeit – nur eine so überwältigende, dass sie sich wie eine Naturkraft ausnimmt.

Die Umkehrung ist damit nicht unmöglich, sondern aufwendig. Man kann eine Mischung entmischen, Wärme von kalt nach warm befördern und Ordnung schaffen – nur nicht von selbst, sondern unter Aufwand von Energie. Und dieser Aufwand erzeugt an anderer Stelle mehr Unordnung, als am Ort der Ordnung verschwindet. Ein Kühlschrank kühlt sein Inneres und erwärmt dabei den Raum stärker, als er das Innere abkühlt.

Genau hier liegt der oft missverstandene Punkt in Bezug auf Lebewesen. Ein Organismus baut geordnete Strukturen auf und scheint der allgemeinen Richtung zu widersprechen. Er tut es jedoch nicht, denn er ist kein abgeschlossenes System: Er nimmt geordnete Stoffe auf, gibt ungeordnete ab und erzeugt in seiner Umgebung mehr Unordnung, als er in sich Ordnung schafft. Leben umgeht die Regel also nicht – es bezahlt sie.