

Testteil 11

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

Der Kreislauf des Stickstoffs

Vier Fünftel der Luft bestehen aus Stickstoff, und dennoch ist Stickstoff für das Wachstum von Pflanzen fast überall der begrenzende Stoff. Der Widerspruch löst sich, wenn man betrachtet, in welcher Form er vorliegt: Die beiden Stickstoffatome des Luftstickstoffs sind durch eine außerordentlich feste Bindung verknüpft, die zu lösen viel Energie kostet. Für die allermeisten Lebewesen ist dieser Vorrat deshalb unerreichbar.

Nur wenige Bakterienarten können die Bindung aufbrechen und den Stickstoff in eine verwertbare Form überführen. Manche leben frei im Boden, andere in Knöllchen an den Wurzeln bestimmter Pflanzen. Diese Zusammenarbeit ist ein Tausch: Die Pflanze liefert Zucker als Energiequelle, das Bakterium liefert verwertbaren Stickstoff. Wo solche Pflanzen wachsen, reichert sich der Boden an – was die alte Praxis erklärt, sie in die Fruchtfolge einzubauen.

Im Boden wird der Stickstoff weiter umgesetzt. Aus abgestorbenen Resten entsteht zunächst Ammonium; andere Bakterien wandeln dieses in zwei Schritten zu Nitrat um. Beide Formen können Pflanzen aufnehmen, doch verhalten sie sich im Boden völlig verschieden: Ammonium haftet an den Bodenteilchen und bleibt liegen, Nitrat ist beweglich und wird mit dem Sickerwasser leicht ausgewaschen. Dieser Unterschied entscheidet darüber, wie viel von einer Düngung tatsächlich der Pflanze zugutekommt und wie viel ins Grundwasser gelangt.

Eine dritte Gruppe von Bakterien schließt den Kreis, indem sie Nitrat wieder in

Luftstickstoff zurückverwandelt. Sie tut dies allerdings nur bei Sauerstoffmangel, weil sie den Sauerstoff des Nitrats nur dann benötigt. Verdichtete oder wassergesättigte Böden begünstigen diesen Vorgang daher — dort geht Stickstoff verloren, ohne dass eine Pflanze davon profitiert hätte.

Seit gut hundert Jahren greift der Mensch in diesen Kreislauf ein, indem er die feste Bindung technisch aufbricht und Stickstoffdünger herstellt. Damit gelangt heute mehr verwertbarer Stickstoff in den Kreislauf, als alle natürlichen Wege zusammen liefern. Die Folgen zeigen sich dort, wo der Überschuss hingelangt: Ausgewaschenes Nitrat belastet das Grundwasser, und in Gewässern führt der zusätzliche Nährstoff zu starkem Algenwachstum. Wenn diese Algen absterben und zersetzt werden, verbraucht die Zersetzung Sauerstoff — und der Sauerstoffmangel, der dabei entsteht, schadet dem Gewässer weit mehr als der Nährstoff selbst.

TEXT 2 VON 4

Die Erregungsleitung im Herzen

Das Herz schlägt aus sich selbst heraus. Nerven können den Takt beschleunigen oder verlangsamen, hervorbringen können sie ihn nicht — ein aus dem Körper entnommenes Herz schlägt in geeigneter Lösung weiter. Der Takt entsteht in einer kleinen Zellgruppe in der Wand des rechten Vorhofs, deren Zellen sich nach jeder Erregung von selbst wieder bis zur Schwelle aufladen und dann die nächste auslösen.

Bemerkenswert ist, dass diese Fähigkeit nicht auf jene Zellgruppe beschränkt ist. Auch weiter unten gelegene Abschnitte des Leitungssystems können einen eigenen Takt erzeugen, allerdings einen langsameren: Die obere Gruppe kommt auf etwa sechzig bis achtzig Erregungen in der Minute, die mittlere auf vierzig bis sechzig, die unterste auf zwanzig bis vierzig. Im Regelfall bestimmt die schnellste Gruppe den Takt, weil sie alle übrigen erreicht, bevor diese sich selbst bis zur Schwelle aufgeladen haben. Fällt sie aus, so übernimmt die nächstschnellere — das Herz bleibt also in Betrieb, wenn auch langsamer.

Die Erregung läuft von den Vorhöfen zu den Kammern, muss dabei aber eine Stelle passieren, an der sie merklich verzögert wird. Diese Verzögerung ist kein Mangel, sondern notwendig: Sie sorgt dafür, dass die Vorhöfe ihren Inhalt vollständig in die Kammern entleert haben, bevor diese sich zusammenziehen. Dieselbe Stelle wirkt zugleich als Schutz. Geraten die Vorhöfe in einen sehr schnellen, ungeordneten Rhythmus, so leitet sie nicht jede Erregung weiter — die Kammern schlagen dann unregelmäßig, aber deutlich langsamer als die Vorhöfe.

Innerhalb der Kammern breitet sich die Erregung über ein Bündel besonders rasch leitender Fasern aus. Es verzweigt sich und endet an der Spitze des Herzens. Dadurch beginnt die Zusammenziehung unten und schreitet nach oben fort — das Blut wird also zu den Ausflussöffnungen hin ausgetrieben und nicht von ihnen weg. Ohne diese geordnete Ausbreitung würde sich die Kammer zwar auch zusammenziehen, aber weit weniger wirksam.

Die Herzmuskelzellen selbst sind untereinander durch Verbindungen gekoppelt, die Erregung unmittelbar weitergeben. Ein Herz verhält sich deshalb nicht wie ein Bündel einzelner Fasern, sondern wie eine einzige große Zelle: Was eine Zelle erregt, erregt alle. Daraus folgt, dass eine Abstufung der Kraft über die Zahl der beteiligten Zellen — wie sie die Skelettmuskulatur nutzt — beim Herzen nicht möglich ist. Es zieht sich stets vollständig zusammen, und seine Kraft wird auf anderem Wege eingestellt, nämlich über die Füllung und über Botenstoffe.

TEXT 3 VON 4

Das Lymphsystem als zweiter Weg

In den kleinsten Blutgefäßen tritt fortlaufend Flüssigkeit ins Gewebe aus, angetrieben durch den Druck im Gefäß. Ein Teil davon kehrt am Ende derselben Gefäßschlinge wieder zurück, weil dort die im Blut gelösten Eiweiße Wasser anziehen. Der Ausgleich ist jedoch nicht vollständig: Etwa ein Zehntel der ausgetretenen Menge bleibt im Gewebe zurück. Über den Tag summiert sich das auf mehrere Liter, die auf einem zweiten Weg zurückgeführt werden müssen.

Diesen Weg bilden die Lymphgefäße. Sie beginnen blind im Gewebe, sind an ihren Anfängen so gebaut, dass Flüssigkeit hinein-, aber nicht hinausgelangt, und münden schließlich in der Nähe des Herzens in große Venen. Damit ist das System kein Kreislauf, sondern eine Einbahnstraße – es hat einen Anfang und ein Ende, aber keinen Rücklauf.

Eine eigene Pumpe besitzt es nicht. Der Weitertransport beruht auf zwei Umständen: auf Klappen, die den Rückfluss verhindern, und auf äußerem Druck, der durch die Bewegung der umgebenden Muskulatur und die Atmung entsteht. Wer sich nicht bewegt, transportiert deshalb weniger – daraus erklärt sich, warum langes Stehen oder Sitzen zu geschwollenen Beinen führt und warum Bewegung dagegen hilft.

Zwei Aufgaben kommen hinzu. Erstens nimmt die Lymphe die Fettbausteine aus dem Darm auf, die zu groß sind, um in die Blutgefäße der Zotten überzutreten. Zweitens durchläuft sie auf ihrem Weg Filterstationen, in denen Abwehrzellen dicht beieinanderliegen. Alles, was aus dem Gewebe abtransportiert wird, passiert diese Stationen – sie sind damit die Stelle, an der eine Infektion des Gewebes zuerst bemerkt wird. Dass ein Lymphknoten in der Nähe einer Entzündung anschwillt, ist deshalb kein Zeichen einer Ausbreitung, sondern ein Zeichen dafür, dass die Abwehr arbeitet.

Aus dem Bau des Systems ergibt sich schließlich seine Verwundbarkeit. Wird eine Kette von Lymphknoten entfernt oder vernarbt, so fehlt für das zugehörige Gebiet der Rückweg, und es kommt zu einer Schwellung, die sich nicht von selbst zurückbildet. Anders als bei einer Schwellung durch zu viel Druck in den Blutgefäßen hilft hier auch das Hochlagern nur begrenzt: Es fehlt nicht am Antrieb, sondern am Weg.

TEXT 4 VON 4

Wie Gerüche erkannt werden

Der Geruchssinn steht vor einer Aufgabe, die sich von der des Sehens grundlegend unterscheidet. Beim Sehen genügen drei Arten von Empfängern, weil sich jede Farbe als Mischung dreier Grundgrößen darstellen lässt. Gerüche dagegen lassen sich nicht auf wenige Grundgrößen zurückführen; es gibt keine drei Grundgerüche, aus denen sich alle übrigen mischen ließen.

Die Lösung besteht in einer sehr großen Zahl verschiedener Empfänger – beim Menschen mehrere hundert Arten. Jede Riechzelle trägt nur eine einzige Art davon. Ein Duftstoff passt jedoch selten auf genau einen Empfänger; er erregt vielmehr mehrere Arten unterschiedlich stark. Erkannt wird deshalb nicht ein einzelnes Signal, sondern ein Muster über viele Empfänger hinweg. Aus wenigen hundert Bausteinen entsteht so eine praktisch unbegrenzte Zahl unterscheidbarer Muster.

Der Weg ins Gehirn ist ungewöhnlich kurz. Während alle anderen Sinne zunächst über eine Umschaltstelle im Zwischenhirn laufen, gelangen Geruchsmeldungen unmittelbar in jene Bereiche, die für Gefühle und Erinnerungen zuständig sind. Darauf beruht die Beobachtung, dass ein Geruch eine Erinnerung mitsamt ihrer Stimmung auslösen kann, während dieselbe Erinnerung über ein Bild oft blass bleibt.

Anders als die Schmerzfühler ermüden die Riechzellen rasch. Nach wenigen Minuten in einer gleichbleibenden Umgebung wird ein Geruch kaum noch wahrgenommen, während er einem Hinzukommenden sofort auffällt. Diese Gewöhnung betrifft jeweils nur den anwesenden Duftstoff; ein neuer Geruch wird unvermindert bemerkt. Das ist sinnvoll, denn gemeldet werden soll die Veränderung und nicht der Zustand.

Eine weitere Besonderheit betrifft die Riechzellen selbst. Sie liegen als einzige Nervenzellen des Körpers unmittelbar an der Außenwelt und sind deren Einflüssen ausgesetzt. Deshalb werden sie fortlaufend ersetzt – etwa alle vier bis acht Wochen. Diese Erneuerungsfähigkeit erklärt, warum der Geruchssinn sich nach einer vorübergehenden Schädigung häufig wieder erholt, während bei anderen Nerven ein Verlust meist bleibt. Sie hat allerdings eine Grenze: Werden nicht nur die Zellen, sondern auch die Struktur zerstört, in die sie einwachsen, so unterbleibt der Ersatz.