

Psst – Die Mitwelt hört mit!

OTTO SCHÄFER, CLAUDIA BAUMBERGER // Können Pflanzen hören? Und wie hören Tiere? Angeblich ging schon Charles Darwin mit einer Trompete dem Gehörsinn der Gewächse nach. Untersuchungen zur akustischen Wahrnehmung sind ein weites Forschungsgebiet mit faszinierenden Durchbrüchen.

Unter dem Aletsch-Gletscher

Was ist eigentlich Hören? Mit dem Gehörsinn werden Schwingungen in einem bestimmten Frequenzbereich wahrgenommen. Die Schallwellen werden in mechanische Vibrationen einer Flüssigkeit verwandelt. Bei den höheren Wirbeltieren geschieht das durch den Druck, den die Gehörknöchelchen des Mittelohrs auf das Innere der Hörschnecke im Innenohr ausüben. Das gleiche Prinzip gilt auch für die winzigen Hörorgane der Heuschrecken. Interessant ist, dass sich bei den Wirbeltieren das Gehör aus dem Seitenlinienorgan der Fische entwickelt hat. Dieses registriert Druckschwankungen, es dient der Positionsbestimmung und der Wahrnehmung von Hindernissen. Die Sinneswahrnehmung im Innenohr erfolgt durch Haarzellen. Genau die gleichen Sinneszellen gibt es im Seitenlinienorgan.

Sind Schlangen wirklich taub?

Wegen der Verwandtschaft zwischen Gehör, Seitenlinienorgan und Erschütterungssinn ist es nicht ganz einfach herauszufinden, ob bestimmte Organismen wirklich hören können. So glaubte man früher, dass Schlangen nicht hören. Feinste Bodenerschütterungen dagegen nehmen bestimmte, auf Sand lebende Schlangen sehr wohl wahr. Wie man seit 2008 weiss, übertragen sich diese Bodenerschütterungen auf das Innenohr, mit dem Schlangen ausgestattet sind. Eine wesentliche Rolle für dieses «Hören der Oberflächenwellen» spielt der Unterkiefer der Schlangen, der aus zwei locker verbundenen Hälften besteht. Diejenige Kieferhälfte, die näher an der Quelle der Erschütterungen liegt, schwingt etwas früher mit als die andere. In gewisser Weise «hören» Schlangen, die subterrestrisch leben oder sandige Habitats besiedeln, ihre Beutetiere und können sie lokalisieren. Bei unseren einheimischen Schlangen hingegen spielen Bodenerschütterungen kaum eine Rolle. Evolutionsgeschichtlich bemerkenswert ist, dass die Gehörknöchelchen der Säugetiere aus einem primären Kiefergelenk hervorgegangen sind.

Hören Pflanzen?

Bedeutet das, dass auch Pflanzen «hören», wenn sie auf Erschütterungen reagieren? Die Frage ist umstritten. Pflanzen nehmen Erschütterungen wahr, sie wiegen sich im Wind, sie zittern unter herabfallenden Regentropfen. Sie reagieren auf Raupenfrass mit der Bildung von Bitterstoffen. Heisst das, dass sie die Vibrationen «hören», die das Raspeln der Raupenkiefer hervorruft? All das ist nicht sicher, aber vielleicht nur noch nicht mit geeigneten Versuchsanordnungen überprüft. In den vergangenen Jahrzehnten ist ein völlig überraschendes «neues Pflanzenbild» entstanden, das Sinnesleistungen und Kommunikationsfähigkeiten der Pflanzen berücksichtigt, von denen frühere Generationen nichts wussten. Bei der derzeitigen Forschungsdynamik auf diesem Gebiet scheint es klug, offenzulassen, ob Pflanzen hören oder nicht.

Der Klang eines Sommerabends

Zu den stimmungsvollen Eindrücken unserer Sommerabende gehört das Kreisen der Mauersegler hoch über unseren Köpfen. Schon Bernardin de Saint-Pierre, ein Schüler Rousseaus, wie auch Léo-Paul Robert liebten diese Vögel als Sinnbild der menschlichen

Seele, die im Irdischen nach dem Himmlischen strebt. Ihre schrillen Schreie haben etwas Friedliches, weil wir sie nur aus der Entfernung hören und mit angenehmer Wärme und dem Glanz der Abendsonne assoziieren. Fragt man einen der engagierten Kenner dieser eleganten und potenziell gefährdeten Zugvögel, den früheren Konservator am Naturhistorischen Museum von La Chaux-de-Fonds Marcel Jacquat, wozu denn diese Schreie gut seien, dann weist er darauf hin, dass so die Vögel im Trupp beisammen bleiben, was sie auch vor Beutegreifern schützt. Und er fügt hinzu: «Sie selber verstehen davon viel mehr als wir!» Sie haben ein grosses Repertoire an Rufen, auch im Umgang mit den Jungtieren im Nest. Nicht nur Nachtigallen haben bewundernswerte Stimmen.

Akustische Vermüllung

Lärmbelastung ist nicht nur ein Problem für uns Menschen. Die akustische Vermüllung der Ozeane bringt Wale – dazu gehören auch die Delphine – völlig durcheinander. Sonartechnik, aber auch einfach das Brummen der Schiffe und das Bohren nach Öl übertönen die Millionen Jahre alten Sprech- und Hörweisen der Meeressäuger. Mit lauterem Rufen versuchen die Wale gegen den Lärmpegel anzukommen. Wie sehr wir mit den Meeressäugern verwandt sind, zeigen Forschungen über die frühkindliche Entwicklung. Im Mutterleib schwimmen wir im Fruchtwasser und hören schon den Herzschlag der Mutter, der uns ein Leben lang den Grundrhythmus des Lebens vorgibt. Im Wasser hören, das ist wie eine Wiederholung jener Evolution, die vom Seitenlinienorgan der Fische zum Ohr der Säugetiere geführt hat.

Otto Schäfer ist promovierter Biologe und Theologe. Er ist Beauftragter für Theologie und Ethik beim Schweizerischen Evangelischen Kirchenbund SEK.

Claudia Baumberger ist Biologin und arbeitet bei der Arbeitsstelle der oeko.



Foto: Claudia Baumberger

Wenn Düfte trügen

CLAUDIA BAUMBERGER // Gerüche sind nicht immer das, was sie vorgeben zu sein. Insektenmännchen verwechseln deshalb öfters eine Blüte mit einem Weibchen. Schlangen hingegen sind schwer zu täuschen. Sie riechen dreidimensional und können damit präzise ihre Beute finden. Wanzen wiederum weisen potenzielle Feinde durch ihren stinkenden Geruch in die Schranken. Gerüche spielen in der Tierwelt eine wichtige Rolle: Eine Spurensuche.

Wir Menschen sehen dreidimensional. Unsere Umgebung nehmen wir räumlich wahr, und wir können optisch Richtung und Formen erkennen sowie Distanzen abschätzen. Das können auch die Schlangen, doch bei ihnen ist der Geruchssinn für die räumliche Wahrnehmung zuständig.

Dreidimensionales Riechen

Fühlt sich eine Schlange bedroht oder hat sie gerade Beute gemacht, züngelt sie intensiv. Sie versucht, möglichst viel geruchliche Information über ihre Umgebung zu erhalten. Durch eine kleine Öffnung an der Schnauzenspitze streckt sie ihre Zunge aus dem Mund, ohne dass sie dazu die Mundspalte öffnen muss. Schlangen haben feine, an der Spitze tief gespaltene Zungen. Auf der Oberfläche der feuchten Zunge bleiben in der Luft schwebende Duftpartikel kleben. Beim Zurückziehen der Zunge in die Mundhöhle werden die Duftpartikel zum Jacobsonschen Organ geführt, das im Dach der Mundhöhle sitzt und die eingebrachten Duftstoffe analysiert. Weil die Zunge gespalten ist, kann die Prüfung links und rechts separat erfolgen, was der Schlange ermöglicht, präzise die Herkunft der verschiedenen Gerüche zu bestimmen. Dadurch erhält sie ein räumliches Duftbild ihrer Umgebung. Das stereoskopische Riechen ist auch vom Aal bekannt.

Duft der Heimat

Einen besonders ausgeprägten Geruchssinn besitzen Fische wie Lachse und Aale, die während ihres Lebens weite Wanderungen zurücklegen. Versuche mit Pazifischen Lachsen zeigten, dass diese ihr Verhalten ändern, wenn sie in Kontakt mit Wasser kommen, in welchem sich Menschen die Hände gewaschen haben. Sie verhielten sich reglos oder flüchteten. Dieses Verhalten wird durch Stoffe ausgelöst, die von der Haut von Säugetieren ausgeschieden werden – zu denen auch die Bären, die Feinde der Lachse, gehören.

Der Atlantische Lachs gehört zu den Fischarten, welche im Süßwasser aufwachsen, ins Meer abwandern und zum Laichen wieder zurückkehren. Dank ihrem Geruchssinn finden die ausgewachsenen, laichbereiten Lachse zurück in ihr Heimatgewässer. Bei der Orientierung im Meer hilft das Magnetfeld der Erde. Ab dem Mündungsbereich der Flüsse dient der Geruchssinn als Wegweiser, und zwar der in der Jugend eingepöngte Wassergeruch. Mit Hilfe des Geruchssinns registriert der Lachs die physikalische und chemische Zusammensetzung des Wassers.

Warum stinken Wanzen?

Wie kann man jemandem mitteilen, dass man in Ruhe gelassen werden will? Wir Menschen können das verbal machen, Insekten haben andere Ausdrucksmöglichkeiten. Besonders wirkungsvoll zeigt dies der Bombardierkäfer. Wird er von einem Feind bedroht, so bläst er dem Angreifer ätzende und übelriechende Gase entgegen. Auch andere Insekten dünsten Abwehrgerüche aus – wenn auch weniger spektakulär. Wanzen sondern ihren Geruch aus speziellen Drüsen auf der Brustseite aus. Die chemischen Stoffe stellt die Wanze selber her oder entnimmt sie Pflanzen, von denen sie sich ernährt. Die Abwehrstoffe der Pflanze werden in den Drüsen der Wanzen konzentriert und wie bei einem Pfefferspray auf den Fressfeind gesprüht.

Nase auf bei der Partnerwahl

Bei den Schmetterlingen sind die Fühler wichtige Sinnesorgane. Sie sind Träger des Geruchssinns und gleichzeitig Tastorgane. Mit dem Geruchssinn nimmt der Schmetterling Nahrungs- und Sexualdüfte wahr. Auf den Schmetterlingsflügeln sind zahllose winzige Schuppen wie Dachziegel übereinander angeordnet. Darum heißen Schmetterlinge auf lateinisch «Lepidoptera» (= Schuppenflügler). Ausser den Pigmentschuppen kommen auch Duftschuppen vor, deren Hohlräume nicht wie bei den andern Schuppen mit Luft, sondern mit einem ätherischen Öl gefüllt sind. Da vor allem Männchen verschiedener Arten solche Duftschuppen besitzen, ist anzunehmen, dass es den Weibchen nach visueller Kontaktaufnahme aufgrund des abgesonderten Duftstoffes möglich ist, den richtigen Partner zu erkennen.

Vorgetäuschte Liebesnacht

Wenn ein Geruch betörend wirkt, so ist manch ein Insekt blind vor Liebe. Ragwurze, einheimische Orchideenarten, sind besonders begabte Täuscherinnen. Sie imitieren nicht nur die Form, Farbe und Behaarung eines Weibchens, sondern imitieren auch dessen Geruch. Das Männchen versucht, sich mit der Blüte zu vermählen, dabei wird der Pollen auf seinen Kopf oder Rücken geheftet. Frustriert sucht es eine andere Blüte auf, dabei bestäubt das Insekt diese Blüte, nur selber kann es sich nicht fortpflanzen. Untersuchungen der Spinnenragwurz, die in der Schweiz in trockenen, kalkhaltigen Magerwiesen vorkommt, haben gezeigt, dass diese erfolgreich Sandbienenmännchen anlockt. Der Liebesruf ist ein Cocktail aus aphrodisierenden Molekülen. Von fünfzehn identifizierten Komponenten, welche die Sandbienenweibchen ausstossen, imitiert die Spinnenragwurz deren vierzehn. Die List geht jedoch noch weiter: Jede einzelne Blüte fügt ein zusätzliches Bouquet von Düften dazu. Die Insekten meiden nach einer erfolglosen Paarung zwar die besuchte Blüte, doch sie fallen auf eine nächste wieder herein, da sie eine etwas andere Duftnote hat.

Für viele Tiere ist der Geruchssinn also lebenswichtig, sie finden damit nicht nur den passenden Partner, sondern er verrät auch, wo Nahrung lockt oder wo Gefahr droht. Die tierischen Fähigkeiten macht sich der Mensch zunutze, indem er auf den ausgeprägten Riechsinn von Drogenspürhunden, Lawinenhunden und Trüffelschweinen setzt.

Claudia Baumberger ist Biologin und arbeitet bei der Fachstelle oekoKirche und Umwelt.

Amphibien wie die Kreuzkröte (*Bufo calamita*) atmen auch durch die Haut.



Geschöpfe mit Haut und Haar

CLAUDIA BAUMBERGER // Bei vielen Tieren ist der Tastsinn sehr gut ausgebildet. Sie spüren Druck, Berührung, Erschütterung, einen Windhauch, Wasserströmungen oder Temperaturschwankungen. Oft spielen dabei spezielle Haare eine wichtige Rolle. Doch auch Pflanzen reagieren auf Berührungen, wie das Beispiel der Mimose zeigt.

Haben Sie schon einmal einen Frosch geküsst? Die Lippen gehören zu den sensibelsten Körperstellen des Menschen. Wie sich die Haut des Frosches anfühlt, könnte man also durch einen Kuss bestens erfahren. Doch hier geht es nicht um den Menschen, sondern um den Frosch. Frösche sind Amphibien. Diese haben eine drüsenreiche Haut, die meist etwas feucht ist. Die Drüsen produzieren verschiedene Sekrete, unter anderem Hautgifte, die das Wachstum von Bakterien und Pilzen auf der feuchten Haut hemmen, und Bitterstoffe zur Abwehr von Fressfeinden. Amphibien atmen nicht nur durch die Lunge, sondern auch durch ihre dünne Haut. Auch Flüssigkeit nehmen sie über die Haut auf. Zudem sind sie wechselwarm, das heißt, dass sie keine eigene Körperwärme

erzeugen. Ihre Körpertemperatur schwankt mit der Aussentemperatur. Ihre Körpertemperatur beeinflussen sie, indem sie eine wärmere oder kühlere Umgebung aufsuchen.

Schuppen, Haare, Federn

Während die Amphibien auf eine feuchte Umgebung angewiesen sind, können Reptilien wie Eidechsen, Schlangen, Schildkröten oder Krokodile selbst in trockensten Lebensräumen leben. Ihre Haut ist mit Schuppen bedeckt. Ebenfalls Schuppen hatten die längst ausgestorbenen Dinosaurier. Vögel hingegen zieren sich mit Federn. Säugetiere haben Haare. Ob Schuppen, Haare oder Federn, all dies sind Ausstülpungen der Haut. Die Haut schützt



Bild: Claudia Baumberger

vor Austrocknung, vor mechanischer Beschädigung, vor Auskühlung und Überhitzung, und sie dient der Aufnahme von Sinnesreizen. Mit der Haut spüren Tiere Temperatur, Berührung, Druck oder Schmerz.

Aus der Haut fahren

Bei vielen Tieren wächst die Haut nicht mit, so dass sie sich von Zeit zu Zeit häuten. Wenn die Schlange nicht mehr in ihre Haut passt, ist es Zeit, die alte Haut abzustreifen. Mit etwas Glück findet man alte Häute von Schlangen, die man im Volksmund Natternhemden nennt. Auch Insekten oder Spinnen häuten sich. Bei gewissen Insekten ändert sich mit der Häutung die Gestalt. Man nennt dies Metamorphose. Sehr gut ist das bei Tagfaltern zu beobachten: Aus dem Ei schlüpft die Raupe, die wächst und sich mehrmals häutet. Ist die Raupe ausgewachsen, verpuppt sie sich. In der Puppe geschieht die Metamorphose: Aus der starren Puppe schlüpft der Schmetterling, der bald im Wind gaukelt.

Fühl-, Tast- und Schnurrhaare

Haare im Gesicht sind für viele Säugetiere überlebenswichtig. Man nennt sie Vibrissen, auch Sinus-, Fühl-, Tast- oder Schnurrhaare. Sie sind dicker, fester und länger als gewöhnliche Haare

und nehmen taktile Reize wahr. Vibrissen bestehen wie alle Haare aus leblosem Material. Im Unterschied zu anderen Haaren sind sie jedoch in einen speziellen Haarbalg eingebettet, der eine blutgefüllte Kapsel enthält. Wird ein Tasthaar berührt, bewegt sich das Blut in der Kapsel. So können selbst minimale Reize wahrgenommen werden. Ist zudem Muskelgewebe um die Tasthaare vorhanden, können gewisse Säugetiere ihre Umgebung aktiv erkunden. Vibrissen helfen den Tieren, sich im Dunkeln oder im trüben Wasser zurechtzufinden. Damit können sie Gefahren wahrnehmen oder Nahrung aufspüren. Vor allem nacht- oder dämmerungsaktive Tiere haben gut ausgebildete Tasthaare. Die Vibrissen helfen beispielsweise Seehunden in trüben Gewässern bei der Jagd auf Fische. Blinde Tiere können dank ihren Tasthaaren gut überleben, sehende Tiere ohne Tasthaare verhungern hingegen. Auch würmer- und madenfressende Vögel nutzen den Tastsinn bei der Nahrungsaufnahme: Sie können ihre Beute im seichten Wasser, im schlammigen Schlick, im dunklen Erdboden oder hinter borkiger Rinde mit Schnabel und Zunge ertasten.

Tasthaare der Spinnen

Wer zuckt nicht zusammen beim Anblick einer schwarzen, haarigen Spinne? Vor allem netzbauende Spinnen sind darauf spezialisiert, Erschütterungen zu spüren. Wenn sie am Rand des Netzes sitzen, spüren sie sofort, wenn eine Beute ins Netz gegangen und wie gross sie etwa ist. Vogelspinnen haben einen dichten Pelz aus Tasthaaren: Sie wohnen in dunklen, engen Höhlen und Gängen und tasten mit den Haaren ständig ihre Umgebung ab und erkennen ihre Beute.

Schamhafte Sinnpflanze

Auch Pflanzen antworten auf Reize aus ihrer Umgebung. Manche reagieren sogar unmittelbar auf Berührungen. Wie beispielsweise die *Mimosa pudica*, die auf Deutsch Schamhafte Sinnpflanze oder Mimose heisst. Streicht man über ihre Fiederblätter, so ziehen sich diese zusammen. In freier Natur ist das eine Reaktion auf starken Wind oder Insektenfrass. Durch das Zusammenziehen der Blätter, eine Änderung des Zellsaftdrucks, wird die Pflanze unattraktiv für Fressfeinde oder der Wind findet keine Angriffsfläche mehr. «Spüren» Stangenbohnen oder andere Kletterpflanzen eine Stütze, winden sie sich daran empor. Eine weitere Möglichkeit der Pflanzen ist, sich mit Haaren, Wachsüberzügen, Lederblättern, Dornen, Stacheln oder mit der Form der Blätter gegenüber der Umwelt abzugrenzen. Damit schützen sie sich vor Verdunstung und Frass. Besonders in den Alpen, wo die Lebensbedingungen unwirtlich sind, sind die Pflanzen oft dicht behaart wie das Edelweiss (S. 11) oder die Frühlingsanemone (S. 8–9).



Feinschmecker in der Tierwelt

CLAUDIA BAUMBERGER // **Fliegen und Schmetterlinge können mit den Füßen schmecken, Welse gar über die ganze Körperoberfläche. Der Mensch nimmt den Geschmack über den Mund wahr. Verglichen mit anderen Säugetieren liegt der Allesfresser Mensch im Mittelfeld der Möglichkeiten, Geschmacksrichtungen zu unterscheiden. Pflanzenfresser wie Pferde sind Gourmets, reine Fleisch- oder Fischesser wie Katzen haben hingegen einen wenig entwickelten Geschmackssinn.**

Wie viel wir schmecken, hängt von der Anzahl der Geschmacksknospen ab. Viele Knospen bedeuten viel Geschmack. Ein erwachsener Mensch hat zwischen 2000 und 5000 Knospen, bei Säuglingen sind es doppelt so viele. Als Allesfresser liegt der Mensch im Mittelfeld der Geschmackswahrnehmung. Gourmets sind die reinen Pflanzenfresser wie das Pferd, das über rund 35000 Geschmacksknospen verfügt. Wenig entwickelt ist der Geschmackssinn hingegen bei Fleisch- und Fischfressern. Katzen haben nur 500 Geschmacksknospen, und der Pinguin kann nicht einmal sein

Hauptnahrungsmittel, den Fisch, schmecken, er hat nämlich nur Geschmackssensoren für salzig und sauer. Pinguine, die Fische am Stück runterschlingen, brauchen dazu kaum ihren Geschmackssinn. Auf ihrer Zunge fanden Forscher keine Geschmacksknospen, sondern nur Widerhaken, mit denen sie lebendige Fische festhalten und schlucken können. In der antarktischen Kälte funktionieren die Geschmackssinne für Süßes, Salziges und Umami schlecht oder gar nicht. Das könnte ein Grund sein, weswegen sich bei den Pinguinen im Laufe der Evolution der Geschmackssinn zurückgebildet hat.



Grasarten am Geschmack unterscheiden

Eine Katze, die ihre Beute selber jagt und frisch verspeist, läuft kaum Gefahr, verdorbenes oder giftiges Fleisch zu sich zu nehmen, darum braucht sie nur wenige Geschmacksknospen. Und sie sind nicht Naschkatzen, denn Katzen können Süßes gar nicht schmecken. Anders ist es beim Pferd, das genau schmecken muss, ob ein Kraut genießbar oder gar giftig ist: Von den 450 häufigen Gras- und Kräuterarten stehen 250 auf dem Speisezettel der Pferde, die andern 200 werden konsequent gemieden, da sie weniger nahrhaft oder giftig sind. Um diese Nuancen zu schmecken, ist das Pferd auf eine hohe Anzahl von Geschmacksknospen angewiesen. Auch Kälber mit 25 000 und Schweine mit 15 000 Geschmacksknospen schmecken viel besser als Menschen. Die meisten Vögel hingegen haben «keinen guten Geschmack», Hühner beispielsweise können süß und bitter nicht unterscheiden, sie haben nur 20 bis 40 Geschmacksknospen.

Fünf Geschmacksqualitäten

Der Mensch kann fünf verschiedene Geschmacksqualitäten unterscheiden: süß, sauer, salzig, bitter und umami. Ursprünglich konnten die Menschen die Nahrung damit ihren Nährwerten zuordnen: Süß- und Umami-Geschmack garantiert viele Kalorien, salzig zeigt Mineralien an. Der unangenehme bittere Geschmack warnt vor giftigen und verdorbenen Speisen. Der saure Geschmack vor unreifen Früchten. Übrigens gehört die Empfindung von scharf nicht zum Geschmackssinn: Wenn wir etwas als scharf empfinden, so hat dies mit einer chemischen Reizung der Nervenfasern im Mund zu tun, die auch auf schmerzhafte Wärmereize reagieren. Während süß, sauer, salzig, bitter und umami unbestrittene Geschmacksqualitäten sind, versuchen Wissenschaftler weitere Geschmackssinne zu identifizieren: Studien liefern Hinweise darauf, dass die menschlichen Zunge auch Knospen hat, die auf Fett oder Stärke reagieren. Die Forschung dazu steckt aber noch in Kinderschuhen.

Kulinarischer Genuss mit den Füßen

Barfuß über Honig gehen und dabei die Süße wahrnehmen: Was bei uns Menschen nicht funktioniert, ist bei Fliegen alltäglich. Wie viele andere Insekten haben sie Geschmacksrezeptoren an ihren Gliedmassen. Tritt die Fliege auf eine Süßigkeit, fährt sie reflexartig ihren Saugrüssel aus. Schmetterlinge schmecken mit ihren Füßen nicht nur den Nektar der Blüten, sondern die Weibchen trampeln auf Blättern herum, um zu merken, ob die Pflanze ihrem Nachwuchs schmecken würde und es sich somit lohnt, Eier abzulegen.

Mit dem ganzen Körper schmecken

Nicht nur mit dem Mund, nein, mit dem ganzen Körper schmeckt der Wels. Der Europäische Wels hat Rezeptoren für süß, sauer, bitter und salzig. Mit 250 000 Geschmacksknospen führt er in unseren Breiten die Rangliste der Gourmets an. Bei tagsüber in klaren Gewässern jagenden Fischen wie dem Hecht ist der Geschmackssinn auf die Mundhöhle beschränkt. Bei Dämmerungsfischen oder Arten, die ihre Nahrung aus dem Schlamm herauswählen, ist der Geschmackssinn auf die Lippen, Barteln und beim Wels sogar auf die ganze Körperoberfläche und die Flossen ausgedehnt. Barteltragende Fische schwimmen dicht über dem Boden und prüfen die Umgebung mit den Barteln. Beim Amerikanischen Zwergwels, der 680 000 Geschmacksknospen hat, spielt der Geschmackssinn die Hauptrolle beim Auffinden von Nahrung.

Der Geschmackssinn ist je nach Nahrung und Lebensumgebung unterschiedlich ausgeprägt und wird meist mit dem Mund, zuweilen auch mit anderen Körperteilen wahrgenommen.

Geburtshelferkröte im Taschenlampenlicht in Utzigen.
Die Geburtshelferkröte, auch Glögglifrosch genannt,
ist eine stark gefährdete Amphibienart.



Ich sehe was, was du nicht siehst

CLAUDIA BAUMBERGER // **Der Sehsinn ist der wichtigste Sinn des Menschen. Wie sieht es bei den Tieren aus? Sehen sie das gleiche wie wir? Sehen sie weniger, mehr oder gar etwas anderes?**

Mit den Augen sehen wir Hell und Dunkel, Farben und Formen. Wir können auch Distanzen abschätzen. Nachts sind jedoch alle Katzen grau. Denn das menschliche Auge hat zwei Typen von Sinneszellen: Zapfen und Stäbchen. Am Tag vermitteln uns beide zusammen ein farbiges Bild unserer Umwelt. Die Zapfen geben uns Informationen über die Farben. Nimmt die Helligkeit ab, erkennen wir nur noch Formen, Umrisse und Grautöne. Dann sind nur noch die Stäbchen aktiv, denn diese Sehzellen kommen mit wenig Licht aus. Zwar erkennen wir dann noch Hell oder Dunkel, Farben sehen wir aber nicht mehr und auch die Schärfe lässt nach.

Im Dunkeln sehen

In absoluter Dunkelheit sehen auch nachtaktive Tiere wie Katzen oder Eulen nichts, aber schon wenig Mondlicht reicht, damit sie im Dunkeln viel besser als wir Menschen sehen können. Nachtaktive Tiere haben im Vergleich zu ihrer Körpergrösse grosse Augen und

Pupillen, die sie im Dämmerlicht sehr weit öffnen können, um jedes verfügbare Restlicht einzufangen. Zudem haben beispielsweise Eulen spezielle Linsen, die das, was sie sehen, teleskopartig vergrössern können. Andere nachtaktive Arten, wie beispielsweise Katzen, haben eine reflektierende Schicht hinter oder in der Netzhaut, die macht, dass das einfallende Licht reflektiert wird und ein zweites Mal die Netzhaut an der gleichen Stelle passiert. Das verstärkt die Reaktion der sich dort befindenden Rezeptoren: Auch ein schwacher Lichtreiz wird wahrgenommen und der Kontrast zwischen Hell und Dunkel vergrössert. Von aussen sieht man diese Reflexion als Leuchten der Augen.

Rundumblick

Während unsere Augen nach vorne gerichtet sind und wir einen Winkel von rund 180 Grad überblicken können, haben Hasen beinahe einen Rundumblick. Bei ihnen, wie bei vielen anderen Tieren,



befinden sich die Augen auf den Seiten des Kopfes. Für die Hasen ist das ein grosser Vorteil, denn sie können – ohne den Kopf dauernd drehen zu müssen – sehen, wenn sich ein Feind von hinten anschleicht.

Räumlich sehen

Mit unseren zwei Augen sehen wir dasselbe, einfach aus einem geringfügig anderen Winkel. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass wir räumlich sehen und Distanzen abschätzen können. Das Chamäleon schätzt die Distanz nicht durch Stereoskopie wie wir, sondern allein durch das Fokussieren, wie Forscher nachgewiesen haben. Wie wir Menschen stellen sie die Sehschärfe ein, indem sie die Augenlinse verformen. Wahrscheinlich kann das Chamäleon die dazu erforderliche Kontraktion der inneren Augenmuskeln messen und in Beziehung zur Entfernung der Beute setzen. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet ein Kameraobjektiv, bei dem man

am Einstellring die Entfernung eines scharf abgebildeten Gegenstandes ablesen kann. Das Chamäleon hat eine weitere Fähigkeit: Es kann seine Augen unabhängig voneinander bewegen und so die gesamte Umgebung absuchen. Weil die Augen hervorstehen, ist das Blickfeld des Chamäleons sehr gross, nur im Rücken hat es einen kleinen toten Winkel.

Infrarot und Ultraviolett

Was wir als Licht wahrnehmen, ist nichts anderes als elektromagnetische Wellen. Sichtbares Licht ist Teil des elektromagnetischen Spektrums. Wir können Farben wie Blau, Rot und Grün sehen, jedoch kein Ultraviolett und kein Infrarot. Anders gewisse Tiere: Bienen und andere Blütenbestäuber sehen auch Ultraviolett. Blüten, die für uns einfarbig aussehen, haben oft ein Muster aus ultravioletter Farbe, zum Beispiel ein stark ultraviolett reflektierendes Zentrum. Bienen können dieses sehen und werden durch die UV-Markierungen zum Nektar und zum Pollen geführt. Schlangen hingegen können Infrarot wahrnehmen. Dazu haben sie das Grubenorgan, ein spezielles Sinnesorgan, und die Labialgruben. Damit können Schlangen auch bei völliger Dunkelheit auf die Jagd gehen und warmblütige Säugetiere aufspüren.

Mehr als zwei Augen

Wir Menschen haben zwei Linsenaugen. Insekten hingegen nehmen ihre Umwelt mit Facettenaugen, auch Komplexaugen genannt, wahr. Diese Augen setzen sich aus vielen langgestreckten Einzelaugen zusammen. Bei Libellen kann ein Facettenauge aus maximal 28 000 Einzelaugen bestehen. Ein Einzelauge bildet nur einen winzigen Ausschnitt der Umwelt ab. Das Gesamtbild setzt sich aus verschiedenen hellen und farbigen Punkten zu einem gerasterten Muster zusammen. Mit den Facettenaugen sehen Insekten nicht schärfer als wir, aber «schneller». Dank der besseren zeitlichen Auflösung wirkt für sie ein Fernsehbild wie ein zu langsam ablaufendes Daumenkino. Fliegen können beispielsweise bis zu 200 Bilder pro Sekunde getrennt wahrnehmen. Beim Menschen verschmelzen dagegen schon bei 25 Fernsehbildern pro Sekunde die Übergänge. Neben den Facettenaugen haben Insekten zusätzlich kleine Punktaugen. Bei den Libellen liegen diese zwischen den Ansatzstellen der Fühler und helfen, den Horizont abzubilden und die Lage des Körpers während des Fluges zu kontrollieren.

Augen haben sich wahrscheinlich im Laufe der Evolution mehrfach und zum Teil unabhängig voneinander entwickelt. Aufbau und Arbeitsweise der Sehorgane sind vielfältig. Nicht nur wir Menschen sehen die Welt unterschiedlich. Tiere sehen die Dinge nochmals anders, zuweilen besser, schärfer und schneller als wir.