

Der Geruchssinn

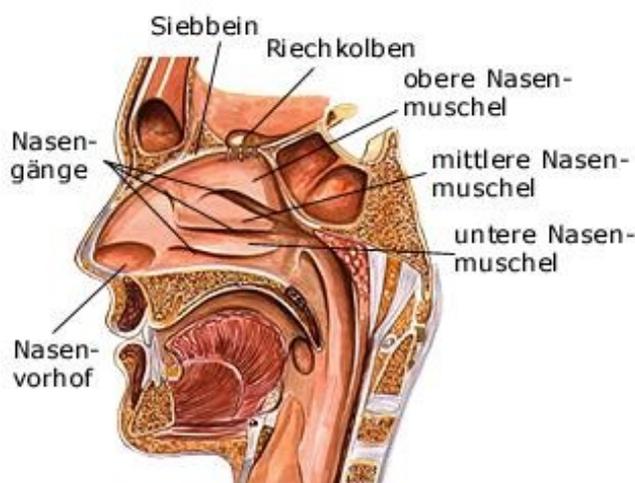
Durch die Nase atmen wir nicht nur ein und aus, sondern wir nehmen auch Duftstoffe auf, die unser Gehirn analysiert. Die Nasenflügel folgen einem raffinierten System der Arbeitsteilung: Sie wechseln sich alle drei bis vier Stunden ab, so dass immer nur eins der beiden Nasenlöcher riecht und atmet, während das andere eine Ruhepause hat.

Als Riechorgan verfügt die Nase über zahlreiche entsprechende Sinneszellen, die vom Riechnerv ausgehen.

Die Riechschleimhaut ist aus Basal- und Stützzellen gebildet, aus denen die Riechzellen hervorgehen. Jede dieser über zehn Millionen Zellen mündet in einen Riechknopf, der von etwa fünf winzigen Riehhärchen besetzt ist. Diese sind in der Lage, gelöste Duftmoleküle aufzufangen. Wenn das geschieht, wird die Sinneszelle veranlasst, einen Nervenimpuls zu erzeugen. Die Riechnervenfasern leiten den Impuls durch die Siebbeinplatte in den Riechkolben. Von dort werden die Geruchsreize den verschiedenen Gehirnzentren übermittelt, in denen die Gerüche bewusst wahrgenommen werden. Der Riechkolben ist ein vorgeschobener Teil des Endhirns. Er hat etwa die Größe eines Streichholzkopfes und liegt beim Siebbein. Das Siebbein, das die zentrale Schädelbasis bildet, beinhaltet winzige Öffnungen für die Fasern der Riechzellen.

Der äußere Teil der Nase besteht aus Knochen und Knorpeln. Die Nasenknochen bilden je eine Nasenhälfte und die Brücke zwischen den Augen. Die Elastizität der Nase ist durch die Nasenknorpel gegeben, die vorne innen an den Knochen anschließen.

Die beiden Nasenhöhlen werden durch die Nasenmuskeln in weitere Gänge unterteilt: die Nasennebenhöhlen. Sie liegen hinter den Augenbrauen, hinter den Wangen und im Dreieck zwischen Stirn und Nase.



Wie wir riechen

Gerüche sind komplizierte Gemische. Was einem da als ein unverwechselbarer Duft in die Nase steigt, ist in der Regel ein Potpourri aus hundert oder gar tausend verschiedenen Molekülen. Kaffeeduft zum Beispiel, besteht aus rund 200 chemischen Einzelkomponenten, und der Duft einer Rose setzt sich aus über 500 Einzelstoffen zusammen.

Allerdings reichen meist wenige sogenannte Leitsubstanzen aus, um einen Geruch zu erkennen. Die Leitsubstanz für Rosenduft zum Beispiel ist Geraniol. Wer Geraniol riecht, denkt sofort an Rosen - nimmt aber auch wahr, das zum Geruch einer echten Rose noch irgendetwas fehlt. Die Leitsubstanz von Bananenduft heisst Amylacetat, und die wesentliche Geruchs Komponente von Hundehaufen & Co nennt sich chemisch Skatol.

Andererseits benötigt die Nase auch nicht alle Einzelkomponenten, um einen Geruch in allen seinen Nuancen wahrzunehmen und zu identifizieren. Die meisten davon nimmt sie sogar überhaupt nicht wahr. Beim Kaffeeduft z.B. ist es die charakteristische Mischung von etwa 15 Einzelstoffen, die uns schon mit geschlossenen Augen erkennen lässt "Hier gibt's eine gute Tasse von meinem Lieblingskaffee".

Wunderwerk Nase

Rund 10 000 verschiedene Düfte kann unsere Nase unterscheiden. Diese verschiedenen Geruchseindrücke aus dem Gewirr einzelner Duftstoffe in der Luft herauszufiltern und zu identifizieren, ist für unseren Geruchssinn eine höchst anspruchsvolle Aufgabe.

Die menschliche Nase ist sogar so fein, dass sie zum Beispiel Vanillin - das Aroma der Vanilleschote - vom sogenannten Iso-Vanillin unterscheiden kann. Die beiden Stoffe sind vom chemischen Aufbau fast völlig identisch (lediglich ihre dreidimensionale Struktur verhält sich zueinander wie Bild und Spiegelbild) : nur zwei chemische Gruppen sind vertauscht. Beide riechen vanillig, aber für die menschliche Nase eben eine Nuance verschieden.

Im Vergleich zu unserem Geruchssinn ist der eigentliche Geschmackssinn geradezu unterentwickelt: er unterscheidet nur 5 Geschmacksrichtungen: süß, sauer, salzig, bitter und umami - das ist Japanisch und lässt sich am besten mit "wohlschmeckend" oder "fleischig" übersetzen. Damit bezeichnet man die fünfte Geschmacksrichtung - Glutamat schmeckt so, das als Geschmacksverstärker häufig im Essen vorkommt. Mit anderen Worten: Die meisten Geschmackskomponenten einer Speise schmecken wir nicht, sondern nehmen wir eigentlich durch die Nase wahr. Das weiß jeder, der einmal mit Schnupfen sein Lieblingsessen gekostet hat.

Wie funktioniert das Riechen?

Erste Station der Geruchswahrnehmung ist die Riechschleimhaut ganz oben in der Nasenhöhle. Hier sitzen die Riechzellen, auf einer Fläche von nur 5,5 cm². Das ist etwa so groß wie ein 2-Euro-Stück. Rund 3 Millionen Riechsinneszellen besitzt jeder Mensch. Alle 3 Monate werden sie komplett erneuert. Jede Riechzelle ist auf einen bestimmten Duftstoff spezialisiert. Nehmen wir wieder das Beispiel Kaffeeduft: Von den 15 Duftkomponenten, die für unseren Geruchseindruck von Kaffee relevant sind, regt jede eine ganz bestimmte Sorte von Riechzellen an. Es werden also gleichzeitig 15 verschiedene Sorten Riechzellen aktiviert, alle übrigen reagieren nicht.

Die Rezeptoren für die Duftstoffmoleküle sitzen auf Sinneshaaren der Riechzellen. Diese ragen in die wässrige Schleimschicht der Nasenschleimhaut hinein. Bevor ein Duftstoff an ein Sinneshaar andockt, löst er sich also zunächst in Wasser.

Am Rezeptor der Riechzelle angekommen, löst der Duftstoff in der Zelle einen elektrischen Impuls aus. Dieser wird im Inneren der Zelle um das bis zu 1000-fache verstärkt und über lange Fortsätze der Riechzellen, sogenannte Axone, ans Gehirn weitergeleitet.

Der heiße Draht zum Hirn

Die Nase ist das einzige Sinnesorgan, das seine Impulse direkt ins Gehirn leitet, ohne dass noch andere Nervenzellen dazwischengeschaltet sind. Die Fortsätze der Riechsinneszellen führen durch das Siebbein direkt in den Riechkolben. Er liegt oberhalb der Nasenwurzel und ist einer der ältesten Teile des Gehirns. Hier liegen rund 30 000 kugelige Rechenzentren, die sogenannten Glomeruli. In jedes dieser kugeligen Gebilde laufen die Informationen von etwa 1000 Riechzellen ein und werden nach Stärke und Absender sortiert und verrechnet. Dann entscheidet jede Kugel, ob sie selbst einen Impuls losschickt oder nicht. In unserem Kaffeebeispiel werden wieder entsprechend der 15 entscheidenden Kaffeekomponenten 15 ganz bestimmte Glomeruli angeregt. Nur sie schicken Impulse weiter. Durch dieses bestimmte Muster der synchron aktivierten 15 Glomeruli steht für das Gehirn schon im Riechkolben fest, um welchen Geruch es sich handeln muss. Noch können wir mit dieser Information nichts anfangen, dazu muss sie erst in höheren Gehirnzentren weiterverarbeitet werden. Aus dem Riechkolben werden Nervenimpulse weitergeleitet ins sogenannte Riechhirn. Es besteht aus verschiedenen Felder im älteren Teil der Hirnrinde. Hier werden die Impulse wieder verrechnet und gebündelt und nochmals weiterverschickt.

Geruch weckt Gefühle

Einer der Informationswege führt vom Riechhirn direkt zum Sitz der Emotionen, in einen Hirnteil namens Mandelkern. Er gehört zum sogenannten limbischen System, einem in der Evolution ebenfalls sehr alten Gehirnareal. Im Mandelkern erzeugen die eintreffenden Duftinformationen blitzschnell ein Gefühl. Je nach Geruch kann das zum Beispiel Freude sein, oder Angst, oder Ekel. Kaffeeduft erzeugt bei den meisten Menschen ein wohliges Gefühl, Lavendel zum Beispiel wird häufig als harmonisierend und entspannend empfunden.

Was riecht denn da?

Parallel zur unterbewussten Verarbeitung der Informationen aus der Nase dringen Düfte natürlich auch in unser Bewusstsein vor. Allerdings nur, wenn der Geruch intensiv genug ist. Das Riechhirn schickt dann Impulse in höhere und entwicklungsgeschichtlich jüngere Gehirnzentren. Über eine weitere Schaltzentrale, den Thalamus, laufen sie in die Großhirnrinde. Hier entsteht in der sogenannte Riechrinde aus den eintreffenden Nervenreizen der bewusste Geruchseindruck. Jetzt erst weiß man, was einem da in die Nase gestiegen ist: Kaffee.

Die Identifikation eines Duftes ist ein Lernprozess: Bereits in der Riechrinde wird das charakteristische Muster der Nervenimpulse mit dem Objekt, von dem der jeweilige Geruch stammt, verkoppelt und abgespeichert. Und immer wenn erneut - zum Beispiel Kaffeeduft auftaucht - wird das in der Riechrinde fortan auch als Kaffeeduft erkannt. Die Neurobiologen nennen das auch olfaktorische Gestaltwahrnehmung.

Duft oder Gestank?

Ob wir einen Duft mögen oder nicht, ist nicht angeboren. Es ist vielmehr abhängig von unserer Erfahrung, die wir mit einem Geruch gemacht haben. Einige Gerüche sind uns schon von Geburt an bekannt und werden daher eher als angenehm empfunden als andere. Versuche mit Kaninchen belegen beispielsweise, dass neugeborene Kaninchen besonders gerne Wacholdersträucher fressen, wenn ihre Mutter während der Trächtigkeit auch davon gefressen hat. Genauso nimmt auch der menschliche Fötus schon über die Nabelschnur Geschmacks- also auch Geruchsstoffe des Speiseplans der Mutter auf. Die meisten Düfte jedoch lernen wir erst nach der Geburt kennen und mögen oder nicht mögen. Mit zunehmendem Alter gewinnen wir also auch an Geruchserfahrung - Und so verwundert es nicht, dass wir den Geruch von Krankheit oder Fäulnis als unangenehm, ja sogar ungesund empfinden, den von frischem Gemüse oder Obst dagegen als angenehm. Es gibt natürlich auch große kulturelle Unterschiede was gute und schlechte Gerüche betrifft. Getrockneter Fisch bsp. ist für die japanische Nase angenehm, oder zumindest nicht abstoßend. Die deutsche Durchschnittsnase dagegen ist von diesem Geruch weniger angetan.

Die süßen Erinnerungen

Düfte wecken auch Erinnerungen. Wer kennt sie nicht, die Gerüche, die einen schlagartig in die Kindheit zurückkatapultieren... Diese Erinnerungen und Assoziationen werden auch wieder im limbischen System aktiviert. Der Sitz des Gedächtnis liegt im sogenannten Hippocampus, in unmittelbarer Nachbarschaft des Mandelkerns. Hier entstehen vor unserem inneren Auge die Bilder, die der jeweilige Duft heraufbeschwört. Bei Bohnerwachs vielleicht Großmutter's Treppenhaus, oder bei dem Geruch von Wandfarbe der letzte Umzug, oder bei Kaffee, die Erinnerung an den vorzüglichen Espresso im Straßencafé im letzten Urlaub und die italienische Schönheit, die man dort kennengelernt hat.

Aufgaben zum Thema Riechen:

- 1.) Inwiefern hängen Geruchs- und Geschmacksinn zusammen?
- 2.) Beschreiben Sie den Riechvorgang.
- 3.) Der Riechsinn ist mit einem sehr alten Teil des Hirns verbunden, dem Riechhirn. Welchen Sinn mag dies haben? Anders gefragt welche Rolle spielt der Geruchssinn?
- 4.) Beschriften Sie die Zeichnung:

Duftmoleküle, Riechkolben, Schleimdrüsen, Riehhärchen, Knochengewebe, Geruchsrezeptoren (Sinneszellen), Zwischenhaut

Funktion des Geruchssinns

