

Vom Riechen und Schmecken

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. So besteht Kaffeeduft 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 Amyl-acetat, und die wesentliche Geruchskomponente 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 meines Lieblingskaffees.“



Der Duft einer Rose: ein Potpourri aus über 500 Einzelstoffen

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 fünf 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?

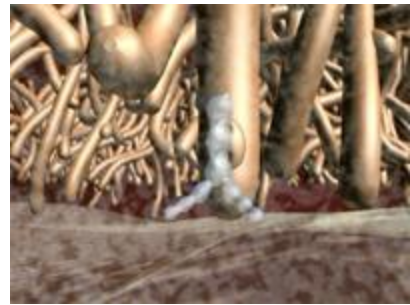
Erste Station der Geruchswahrnehmung ist die Riechschleimhaut ganz oben in der Nasenhöhle. Hier sitzen die Riehzellen, auf einer Fläche von nur 5,5 cm². Das ist etwa so groß wie ein 2-Euro-Stück. Rund 3 Millionen Riechsinneszellen besitzt jeder Mensch. Alle 3 Monate werden sie komplett erneuert. Jede Riehzelle 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 Riehzellen an. Es werden also gleichzeitig 15 verschiedene Sorten Riehzellen aktiviert, alle übrigen reagieren nicht.

Die Rezeptoren für die Duftstoffmoleküle sitzen auf Sinneshaaren der Riehzellen. 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 Riehzelle 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 Riehzellen, 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.



Die Sinneshaare der Riechzellen reichen in die Nasenschleimhaut hinein. Hier docken die Duftmoleküle an.

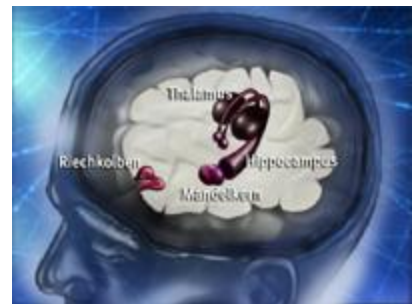
In unserem Kaffeebeispiel werden wieder entsprechend der 15 entscheidenden Kaffeekomponenten 15 ganz bestimmte Glomeruli angeregt. Nur sie schicken Impulse weiter. Durch dieses bestimmte Muster der synchron aktivierten 15 Glomeruli steht für das Gehirn schon im Riechkolben fest, um welchen Geruch es 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 Feldern 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 entwicklungs geschichtlich jüngere Gehirnzentren. Über eine weitere Schaltzentrale, den Thalamus, laufen sie in die Großhirnrinde. Hier entsteht in der sogenannten Riechrinde aus den eintreffenden Nervenreizen der bewusste Geruchseindruck. Jetzt erst weiß man, was einem da in die Nase gestiegen ist: Kaffee.



An der Verarbeitung von Geruchsreizen sind vor allem entwicklungs geschichtlich alte Gehirnteile beteiligt.

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 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 gegessen 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 nichtmögen. 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, die deutsche Durchschnittsnase dagegen ist von diesem Geruch weniger angetan.



Auf der Großhirnrinde, in der sogenannten Riechrinde, dringen Düfte ins Bewusstsein und werden identifiziert.

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.