

HUBER THE NOSE.

Die Wahrnehmung von Düften



PASSION FOR SCENTS

Die Wahrnehmung von Düften

Die Nase: unser Geruchsorgan

Der menschliche Geruchssinn wird - im Vergleich mit dem Sehen, Hören, Tasten/Fühlen und Geschmack¹ - häufig unterschätzt. Bei näherer Betrachtung entpuppt er sich jedoch als sehr hilfreich, effizient und komplex. Zudem bereichert er unser tägliches Erleben ganz beträchtlich: Wir essen und trinken mit der Nase², beurteilen unsere Umgebung und Mitmenschen mit ihrer Hilfe, und sie ist bei vielen Entscheidungen bewusst oder unbewusst mit beteiligt^{3,4,5}.

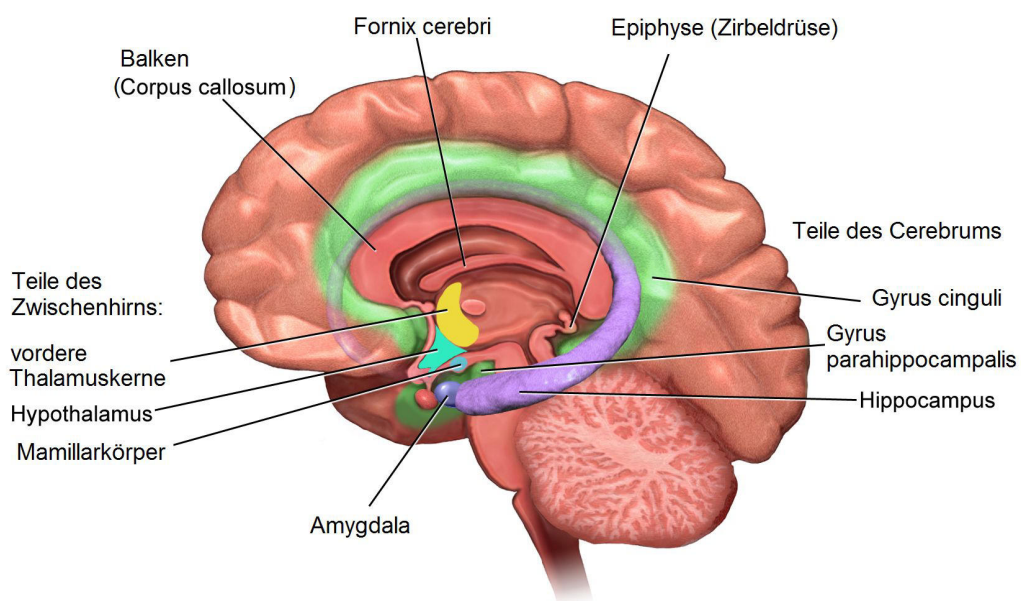
Freund- und Partnerschaften entstehen, wenn man sich gut «riechen» kann. Sogar physiologische Anpassungen (zB. die Synchronisation des Menstruationszyklus von zusammenlebenden Collegestudentinnen) sind bekannt⁶.

Ein faules Ei wird anhand von Spuren von Schwefelwasserstoff, ein nicht mehr frischer Fisch am Amingeruch erkannt; diese Moleküle werden als Zerfalls- und Verwesungsprodukte registriert und der Verzehr des betreffenden Nahrungsmittels abgelehnt.

Biologische und biochemische Grundlagen

Duft ist nicht einfach zu definieren. Als Parfum⁷, einer alkoholischen Lösung eines Gemisches von ätherischen Ölen, Pflanzenextrakten, natürlichen und künstlichen Riechstoffen tritt er in reiner, beinahe «greifbarer» Form auf. Die Duftwahrnehmung jedoch ist das Resultat vieler komplexer Vorgänge zwischen den Duftmolekülen und den Rezeptoren in der Nasenschleimhaut und im limbischen System im Gehirn, wo Emotionen und Triebverhalten verarbeitet werden. (Emotionen und Triebverhalten müssen allerdings immer auch als Zusammenspiel vieler Gehirnteile gesehen werden und dürfen nicht nur dem limbischen System allein zugesprochen werden).

Das limbische System



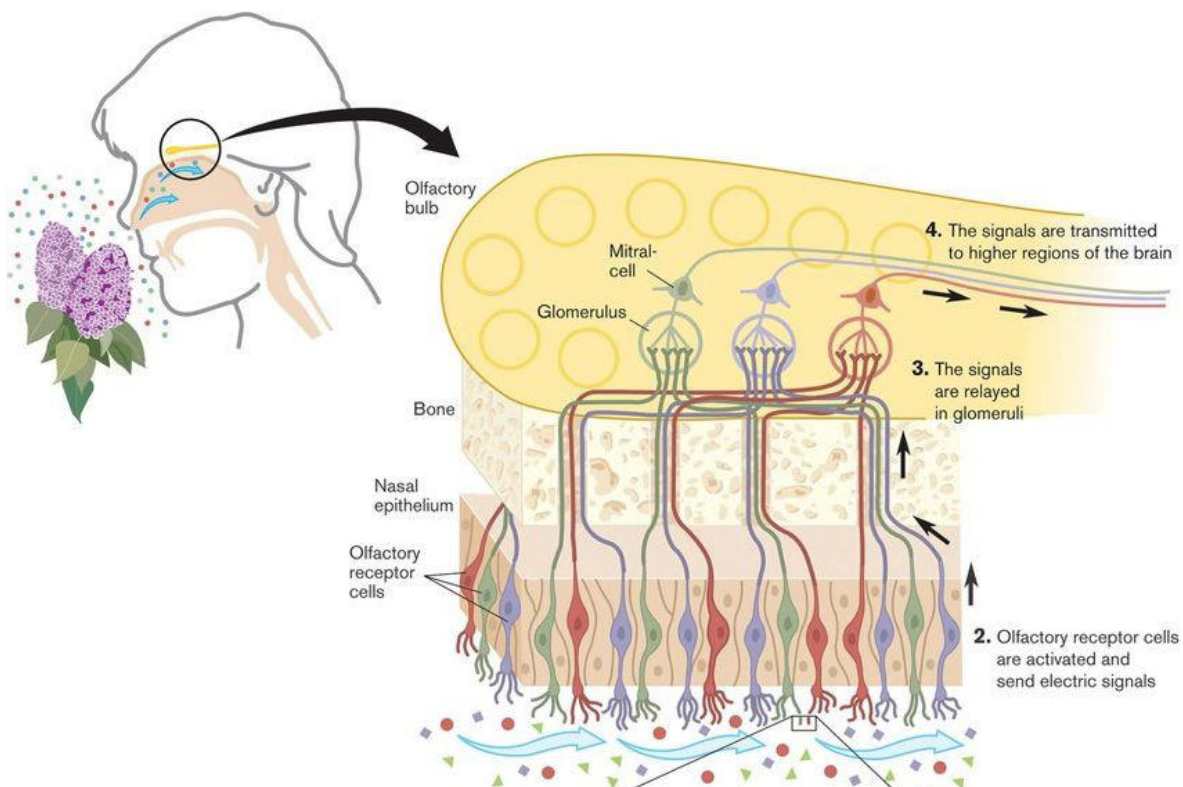
Der Geruchssinn ist ein chemischer Sinn⁸: Die biochemische Wechselwirkung zwischen Duftmolekül in der Luft und dem Rezeptor in der Nasenschleimhaut stimuliert Riechnervenzellen, welche ihrerseits weitere komplexe Reaktionen im Gehirn auslösen.

Riechnervenzellen werden ständig erneuert, und zwar innert 20 - 30 Tagen. Vor nicht so langer Zeit ging man davon aus, dass Gehirnnerven nicht neu gebildet werden können und deren Anzahl von Geburt an ständig abnimmt. Heute weiss man, dass dem nicht so sein muss, und intensive Nutzung durchaus zu Neubildung führen kann: man spricht von der «Plastizität» des Gehirns.

Weiterleitung der Riechimpulse

Die menschliche Riechschleimhaut enthält etwa 3,5 bis 5 Millionen Riechnervenzellen im oberen Nasendach, beidseitig auf einer Fläche von je etwa 5 cm². Man kennt etwa 350 verschiedene Rezeptortypen, die in jeweils zehntausendfacher Ausföhrung, in der gesamten Nasenschleimhaut auf diesen insgesamt 10 cm² gleichmässig verteilt sind. Die Signale desselben Rezeptortyps werden direkt (Primärnervenzellen, ohne synaptische Übertragung) ins Gehirn übermittleit und an jeweils eine Sammelstelle dieses spezifischen Rezeptortyps («glomerulus»), im Riechkolben, dem sog. «bulbus olfactorius» weitergeleitet. Dieser Riechkolben liegt im Gehirn, unmittelbar hinter dem oberen hinteren Nasendach, jenseits der Siebbeinplatte.

Von dort geht es direkt weiter ins limbische System (Gefühls-/Emotionszentrum).



Das Erregungsmuster, d.h. Art und Intensität der stimulierten Rezeptoren^{9,10} wird im limbischen System analysiert, d.h. mit bekannten Duftimpressionen (Mutterbrust, Blumenstrauß, Wald, jugendliche Haut, Erde, Staub, etc.) verglichen. Der so entstehende Dufteindruck könnte

man mit einem Sternenhimmel mit 350 Sternen vergleichen, die unterschiedlich stark (oder auch gar nicht) leuchten. Jeder Duft (oder - gemischt) würde einen anderen Sternenhimmel abbilden und die vielen unterschiedlichen Dufteindrücke würden so jeder einer «Duftkarte» im Riechkolben entsprechen, mit 350 Sternen unterschiedlicher Brillanz.

Dieser «Fingerprint» eines Duftes wird ins limbische System (siehe oben) weitergeleitet, wo er Emotionen, Gefühle und Erinnerungen auslöst. Diese sind subjektiv, und mathematisch nicht fassbar: Diese Tatsache ist ein grosses und immer wieder auftauchendes Problem bei der Beschreibung und Klassifizierung von Düften¹¹.

Rohmaterialien

Heute verfügt ein Parfümeur über eine Auswahl von über 4000 riechenden Rohmaterialien aus der Natur, aus biochemischen Prozessen und chemischer Synthese. Allerdings sind einige davon eher rar und der Nachschub ist nicht gewährleistet. Oft sind nur unzulängliche toxikologische oder dermatologische Daten verfügbar. Es gibt auch nicht wenige Riechstoffe, die einander sehr ähnlich sind und bei denen man sich aus Gründen der Lagerbewirtschaftung und Ressourcenoptimierung auf einen oder zwei Hauptvertreter beschränkt. Daher finden bei den meisten Riechstoffherstellern nur ca. 1000 verschiedene Rohstoffe regelmässige Verwendung.

Rohmaterialien der Riechstoffindustrie können gepresste oder destillierte natürliche ätherische Öle, Extrakte von Blüten, Blättern, Stengeln, Rinden, Wurzeln oder ganzen Pflanzen sein. Aber auch synthetische Riechstoffe und deren Gemische kommen sehr häufig vor.¹²

Animalische Produkte wie Ambra (eine krankhafte Darmausscheidung des Pottwals), Moschus (Inhaltsstoffe der Duftdrüse des Moschushirschs, einer in Ostasien verbreiteten Hirschart), Zibet (das Sekret aus den Perianaldrüsen der äthiopischen Zibetkatze) und Castoreum (das Drüsensekret des Bibers) werden heute nicht mehr als Aphrodisiaka in Parfüms verwendet. Der Respekt des Menschen vor dem Tier, dessen Schutz, aber auch häufige Fälschungen oder Verschnitte, der teure Preis und unregelmässiger Nachschub haben dazu geführt, dass diese gut untersuchten Produkte heute durch ebenbürtige oder bessere synthetische Rohstoffe ersetzt werden können.

Der Parfümeur

Die Hauptaufgabe des Parfümeurs besteht in der Kreation von Parfümölen.¹³ Durch Zusammenfügen und Mischen verschiedener Rohstoffe im geeigneten Mengenverhältnis kreiert er Düfte, die spezifische Reaktionen und Emotionen bei den Menschen auslösen. Er ist in der Lage, die Tonalität in subtiler Weise zu variieren. Seine Möglichkeiten sind nur durch seine Fantasie, die Vorschriften seines Auftraggebers und die gesetzlichen Vorschriften beschränkt.

Kreativität

Für einen Parfümeur sind drei Eigenschaften besonders wichtig:

- eine gute Nase als Werkzeug für seine tägliche Arbeit¹⁴
- ein gutes Geruchsgedächtnis für Riechstoffe als Voraussetzung für die Umsetzung einer Duftidee¹⁵ und für das Verwirklichen von Düften, die die gewünschten Gefühle auslösen
- grosse Kreativität als Quelle für neue Duftideen

Funktionelle Produkte

Parfüms¹⁶, Eaux de Parfum, Eaux de Toilette oder Eaux de Cologne sind reine Duftprodukte. Ihr einziger Zweck ist ihre Trägerin oder ihren Träger attraktiv duften zu lassen.

Neben Parfüms existiert eine grosse Anzahl sogenannter *funktioneller Produkte* aus der Kosmetik-, Seifen- und Waschmittel-, der technischen und pharmazeutischen Industrie. Diese Produkte werden für spezielle Anwendungen entwickelt und hergestellt, zum Beispiel zum Waschen und Pflegen der Haare, zur Feuchthaltung der Haut usw. Sie enthalten normalerweise nur kleine Dosierungen von Parfümöl.

Der Einsatzzweck von Parfümölen in funktionellen Produkten ist:

- die Vermittlung eines angenehmen Dufterlebnisses bei der Anwendung des Produkts (Creme, Shampoo usw.)
- das Überdecken eines eventuell unangenehmen Duftes der Grundlage
- das Unterstreichen der versprochenen Wirkung

Technisches Wissen und Erfahrung

Die chemischen Reaktionen von Riechstoffen in den verschiedenen Grundlagen, die Alkohol, Fette, Tenside, Seifen, Säuren, Laugen und andere enthalten können, sind sehr komplex. Physiko-chemische Parameter (Partialdrucke, Verteilungskoeffizienten usw.) spielen dabei eine wichtige Rolle. Alterungsprozesse wie Mazeration und Oxidation und andere chemische Reaktionen, zum Beispiel die von Riechstoffen untereinander oder mit den Rohstoffen in der Grundlage, können die Stabilität und den Charakter eines Duftes und seine Intensität stark beeinflussen. Ein erfahrener Parfümeur kennt diese Phänomene und nutzt seine umfassenden Kenntnisse zur erfolgreichen Lösung dieser Probleme.

Ein harmonievolles Zusammenspiel zwischen Grundlage und Parfümöl ist die Voraussetzung für erfolgreiches Vermarkten und Verkaufen eines Produktes. Der Dufteindruck und die Funktion des Produktes müssen übereinstimmen und dieselbe Botschaft vermitteln, ebenso wie Farbe, Verpackung, Produktname und Wirkung.

Erläuterungen zum Text:

- 1 Meist spricht man von fünf Sinnen: Sehen, Hören, Tasten / Fühlen, Schmecken und Riechen. Heute schliesst man noch weitere Sinne als eigenständig mit ein: Wärme- und Kälteempfindung (Thermorezeption), Schmerz, Gleichgewicht (Positions- und Bewegungsgefühl, Orientierung (Erfassen der räumlichen Position)). Das ergibt anstelle der bekannteren fünf also neun lebenswichtige menschliche Sinne.
- 2 Teilweise spielt auch der Geschmackssinn mit, der auf der Zunge lokalisiert ist und süss, bitter, sauer, salzig und «umami» (Bsp.: Glutamat) unterscheiden kann.
- 3 Es ist bekannt, dass in der Tierwelt zusätzlich zur Nase als Riechorgan auch ein sogenanntes «vomeronasales» Organ (VNO) vorkommt, welches spezifisch der Partnersuche dient. Es spricht nur auf ganz wenige, geschlechts- und artspezifische Pheromone an. Dieses Organ hat sich separat vom Riechorgan entwickelt und ist von diesem auch räumlich getrennt. Ob es beim Menschen vorkommt, ist umstritten, wobei man dies heute eher bejaht und auch glaubt, es in Einzelfällen nachgewiesen zu haben.
Hunde zum Beispiel sind exzellente «Nasentiere», d.h. ihr Geruchssinn ist sehr hoch entwickelt. Ihre Nasenschleimhaut ist ca. zwanzig Mal (200 cm² gegenüber 10 cm²), die Anzahl ihrer Riechnervenzellen ca. fünfzig Mal so gross wie beim Menschen (200 Mio. gegenüber 4 Mio.). Atemweg und Duftefassung sind durch eine Knochenplatte in der Nase getrennt und unabhängig voneinander; linke und rechte Nasenhälfte verarbeiten die eintreffenden Signale ebenfalls separat und erlauben im Gegensatz zum Menschen «Stereoriechen».
Das vomeronasale System (VON) ist beim Hund (wie bei vielen Tierarten) stark entwickelt; es dient vorwiegend zur Arten- und Geschlechtererkennung.
- 4 E.R. Kandel: The Disordered Mind ISBN 978-0-374-53844-6 (2019) p. 189ff
 - «Emotion is integral to any personal, social, or moral decision we make ... emotion plays a role in all of our decisions, even moral ones ... without emotion, our ability to make sound decisions is impaired ...»
 - «The ventromedial prefrontal cortex ... is very important for integrating emotional signals into decision making ...»
 - The limbic system (including the amygdala and hippocampus) comprises the regions of the brain involved in how we process emotions »
- 5 Biology of Decision Making B. Libet et al.: The Unconscious Initiation of a freely Voluntary Act Brain 106 (1983) p 623-642 E. R. Kandel: The Disordered Mind ISBN 978-0-374-53844-6 (2019) p. 241 ff D. Kahnemann: Thinking Fast and Slow ISBN 978-0-141-03357-0 (2011)
 - Unbewusstes Gefühl, Instinkt, Wunsch gehen dem bewussten Entschluss und dessen Umsetzung ca. 150 Millisekunden voraus (!)
 - Der Prozess der Initialisierung einer vorsätzlichen Aktion passiert also vorher unbewusst in unserem Gehirn
- 6 Russell, M.J. et al., Pharmacology, Biochemistry and Behaviour 13, 737 – 738 (1980)
- 7 Abgeleitet von «per-fumum», lateinisch «durch den Rauch».
- 8 Wie der Geschmackssinn auch, im Gegensatz zum Sehen (Lichtwellen) oder Tasten/Fühlen (Druck) oder Hören (Druckwellen)
- 9 Der Rezeptor ist ein integraler Bestandteil der (primären) Riechnervenzelle, die am einen Ende (in der Nasenschleimhaut, wo der Rezeptor die Riechmoleküle abfängt) beginnt und ohne synaptische Umschaltung am anderen Ende direkt ins Gehirn führt (Riechkolben). Der Tastsinn hat einen ähnlichen Aufbau, während Seh-, Hör- und Geschmackssinn hoch spezialisierte Epithelzellen als Rezeptoren verwenden, die erst in einem zweiten Schritt auf die Nervenzellen zugreifen.

- 10 Die Ausbildung eines Rezeptorproteins erfordert die Expression eines entsprechenden spezifischen Gens. Für 350 verschiedene Rezeptortypen werden also 350 Gene der Erbsubstanz beansprucht. (Allerdings geht man teilweise davon aus, dass es 1000 Riechrezeptoren gibt, wobei man nicht genau weiss, wozu die restlichen 650 eigentlich da sind). Wenn man bedenkt, dass das menschliche Genom insgesamt «nur» ca. 42'000 Gene umfasst (häufig von Vater und Mutter), ist der hohe Prozentsatz an Genen, die für den Geruchssinn zur Verfügung gestellt werden, erstaunlich (1 – 2%) und zeigt die Bedeutung, die dem Riechen auch beim Menschen beigemessen werden muss.
- 11 Dieser Vorgang geht vermutlich mit Assoziationen mit gleichen oder ähnlichen Duftsensationen einher. Wie die Duftinformation im Gehirn verarbeitet wird, gehört zu den schwierigen Herausforderungen der Neurobiologie.
- 12 Die Anzahl und Mengen der in der Parfümindustrie verwendeten natürlichen Rohstoffe nimmt im Vergleich zu den synthetischen ständig ab. Dies hat verschiedene Ursachen, vor allem aber Kosten: teures Land an schönen Lagen, teure Handarbeit, klimatische Abhängigkeit der Ernte, Nachschubprobleme, legislative (dermatologische und toxikologische) Einschränkungen.
- 13 Parfümöle werden manchmal auch Kompositionen genannt.
- 14 Natürlich unterstützen heute komplexe analytische Hard- und Software die Arbeit des Parfümeurs. Allerdings ist die menschliche Nase auch den optimierten physico-chemischen Apparaturen immer noch einen Schritt voraus.
- 15 Eine Idee kann nur in einen Duft übersetzt werden, wenn die Verbindung zwischen Rohmaterial und dessen Geruchsprofil und -eigenschaften meisterhaft beherrscht wird. Beim Entstehungsprozess eines Parfümöls muss der Parfümeur verlässlich beurteilen können, welche Komponente fehlt oder überdosiert ist oder gar nicht in den Komplex passt.
- 16 Parfüms sind mit wenigen Ausnahmen hochprozentige Lösungen von Parfümölen (Riechstoffgemischen) in Äthylalkohol. Eau de Parfum und Eau de Toilette sind weniger konzentriert (EdP 12–18 %, EdT 5–2 %). Manchmal sind die zugrunde liegenden Parfümöle auch etwas unterschiedlich, indem Eau de Parfum und Eau de Toilette etwas frischer, grüner ausgelegt sind.

Weiterführende Literatur

Bell, Graham A., Annesley J. Watson: *Tastes and Aromas* (1999), Blackwell Sciences / UNSW Press.

Breer, H.: *Biology of Olfaction* (1995), London: Academic Press.

Freeman, W. J.: *Mass Action in the Nervous System: Examination of the Neuro-physiological Basis of Adaptive Behavior through the EEG* (1995), London: Academic Press.

Georgalas, Christos, Wytsky Fokkens: *Rhinology and Skull Base Surgery*, Kap. 11, S. 195–225 (2013): B. N. Landis, H.-R. Briner, J.-S. Lacroix, D. Simmen: «Olfaction and its Disorders».

Goldstein, E. Bruce: *Wahrnehmungspsychologie*, Kap. 12, S. 469–502 (1997): «Geruchs- und Geschmackswahrnehmung» (Spektrum-Verlag). Originaltitel: «Sensation and Perception» (1996), Kap. 12, Pacific Grove: Brooks/Cole.

Kandel, E. R., J. H. Schwartz, T. M. Jessel, S. A. Siegelbaum, A. J. Hudspeth: *Principals of Neural Science* (1995), Kap. 20.

Kandel, E. R., J. H. Schwartz, T. M. Jessel, S. A. Siegelbaum, A. J. Hudspeth: *Principles of Neural Science*, Kap. 32, S. 712–735 (2013): L. B. Buck, C. I. Bargmann, «Smell and Taste: The Chemical Senses».

Schmidt, R. F., F. Lang, M. Heckmann: *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*, Beitrag von Hanns Hatt, Kap. 19: «Geschmack und Geruch», S. 422–436 (2007), Berlin: Springer.

Wissenschaftliche Publikationen über die chemischen Sinne

Buck, L. B.: «Information Coding in the Vertebrate Olfactory System», in: *Annual Review of Neuroscience* 19, S. 517 (1996).

Buck, L. B.: «The Molecular Architecture of Odor and Pheromone Sensing in Mammals», in: *Cell* 100/6, S. 611–618 (2000).

Firestein, S.: «How the Olfactory System Makes Sense of Scents», in: *Nature* 413, S. 211–217 (2001).

Lancet, D., «Vertebrate Receptory Olfaction», in: *Annual Review of Neuroscience* 9, S. 329 (1986).

Mombaerts, P.: «Genes and Ligands for Odorant, Vomeronasal and Taste Receptors», in: *Nature Reviews Neuroscience* 5, S. 263–278 (2004).

Ressler, K. J., S. L. Sullivan, L. B. Buck: «A Zonal Organisation of Odorant Receptor Gene Expression in the Olfactory Epithelium», in: *Cell* 73/3, S. 597–609 (1993).