

Quarks & Co „Die Welt der Düfte“



Autoren:

Judith König
Ilka aus der Mark
Ismeni Walter

Redaktion:

Claudia Heiss

Wer kennt es nicht – ein bestimmter Duft weckt Kindheitserinnerungen, ein anderer Geruch macht Appetit, wieder andere Gerüche rufen Ekelgefühle hervor. Der Mensch ist alles andere als ein schlechter Riecher – schon seit Urzeiten hilft uns der Geruchssinn zu überleben. – „Quarks & Co“ informiert, wie uns Düfte und Gerüche täglich beeinflussen – meist ohne dass wir es bemerken.

Die Welt der Düfte ist eine Welt der Chemie – Mehr als 10.000 verschiedene Düfte können wir wahrnehmen. Ranga „Quarks & Co“ führt in die Geheimnisse der flüchtigen Moleküle und verfolgt deren Spur ins Gehirn. Wie werden diese Informationen verarbeitet und welche Wirkung haben Düfte auf das Verhalten?

Für viele Tiere sind Gerüche überlebenswichtig: Sie hinterlassen Duftmarken wie eine Visitenkarte, benutzen Gerüche zur Orientierung, oder legen Duftspuren um einen Partner anzulocken.

„Quarks & Co“ geht der Frage nach, welche Rolle der menschliche Eigengeruch bei der Entscheidung für einen Partner spielt. Immer mehr Forschungsergebnisse beweisen, dass auch der Mensch bei der Partnerwahl von Düften beeinflusst wird.

Längst haben Marketingexperten die subtile Wirkung der flüchtigen Aromen erkannt und beduften Geschäfte aller Art – vom Reisebüro bis zum Juwelier. „Quarks & Co“ zeigt, wie uns Duftstrategen an der Nase herumführen.

Die Nase der Zukunft ist elektronisch: Kein Schnupfen kann sie beeinträchtigen und sie hängt nicht von der Tagesform ab. „Quarks & Co“ testet wie gut die künstliche Nase tatsächlich riecht.

Duft im Tierreich

Verschlüsselte Botschaft

Alles riecht irgendwie. Jedes Tier, jede Pflanze und auch die meisten unbelebten Gegenstände verströmen einen Eigengeruch: Völlig geruchlose Dinge sind in unserer Umwelt selten. Wir können diese Gerüche mögen, wie den Duft von Früchten oder Bienenwachs oder abstoßend finden, wie zum Beispiel den Geruch von Katzenurin. Die meisten Düfte, die uns umgeben, sind allerdings gar nicht für unsere Nasen gedacht. Die Blumen duften nicht, um die Menschen zu erfreuen – sondern sie senden damit eine Nachricht an die Bienen, die lautet: „Zum Nektar bitte hier entlang!“ Viele Gerüche enthalten so eine verschlüsselte Botschaft, denn Duft ist die älteste Form der Kommunikation.

Duft als Visitenkarte



Die Duftnachricht der Blumen:
„Zum Nektar bitte hier entlang.“

Duftmarken sind für viele Tiere das, was für den Menschen der Fingerabdruck ist: ein Nachweis der Identität. Hunde heben ihr Bein an jedem Laternenpfahl, und hinterlassen mit ihrem Urin eine Botschaft an alle Artgenossen, die beim Gassigehen dort vorbeikommen. Stoffwechselprodukte und spezielle Duftstoffe in den Hinterlassenschaften verraten anderen Hunden zum Beispiel das Geschlecht und das Alter des Absenders. Sie können daraus lesen, ob er krank ist oder ein aggressiver Kämpfer. Oder, wenn es sich um ein Weibchen handelt, ob sie gerade läufig ist. Die Duftmarke eines Hundes ist unverwechselbar, und so wissen die anderen auch gleich, ob sie den Träger kennen oder nicht.



Die Duftmarke eines Artgenossen verrät der Hundenase alles über den Träger

Der individuelle Körpergeruch – auf der Haut oder im Urin – verrät auch die Familienzugehörigkeit und stärkt damit den Zusammenhalt der Sippe unter anderem bei vielen Nagetieren, aber auch bei manchen Affen. Eine duftende Visitenkarte kann auch dazu benutzt werden, um Revieransprüche geltend zu machen. Raubkatzen und Hauskatzen tun das, aber auch Huftiere, wie Hirsche und viel Antilopenarten. Meistens verteilen die Tiere hierfür ein Sekret aus ihren Hautdrüsen oder aus speziellen Analdrüsen an Sträuchern und anderen Wegmarken. Diese Sekrete enthalten in der Regel beständige, wenig flüchtige Duftstoffe, sodass alle potentiellen Konkurrenten ein paar Tage lang lesen können „Bis hierher und nicht weiter!“

Der Duft für gewisse Stunden

In vielen Fällen läuft in der Liebe ohne Hilfe aus dem Reich der Düfte überhaupt nichts. Pheromone und andere Geruchsstoffe sorgen dafür, dass die Partner zum rechten Zeitpunkt zueinander finden und dann auch das richtige tun. Prominentestes Beispiel ist das Pheromon eines Nachtfalters, des Seidenspinners. Der Sexuallockstoff Bombykol lockt die Männchen über weite Distanzen zu ihren Weibchen. Mit ihren großen, gefächerten Fühlern durchkämmen sie buchstäblich die Luft danach. Ein einziges Molekül Bombykol genügt, um sie zielstrebig losfliegen zu lassen. Auch größere Tiere sind auf duftende Liebesbotschaften angewiesen, wenn sie sich fortpflanzen wollen. Bei Rindern zum Beispiel verrät dem Bullen ein Duftstoff im Urin der Kuh, wenn ihr Eisprung bevorsteht. Daraufhin trennt er sie von der Herde und die beiden verbringen

einen Tag mit Schmusen, um sich näher kennen zu lernen. Die Begattung erfolgt erst einen Tag später.



Bei den Hamstern sorgt eine ganze Kaskade von Pheromonen für den reibungslosen Ablauf der Paarung

Bei Hamstern wird das Liebesleben gleich durch eine ganze Kaskade von Pheromonen in die richtigen Bahnen gelenkt. Hamsterweibchen leben in freier Wildbahn alleine in ihrem Bau, Männchen haben normalerweise keinen Zutritt. In der Zeit um ihren Eisprung legt das Hamsterweibchen beim Herumlaufen eine Spur, in der die Substanz Dimethylsulfid aus ihrem Vaginalsekret enthalten ist. Das Hamstermännchen wird vom Duft des Dimethylsulfids magisch angezogen und findet so den Weg zum Bau der Hamsterdame. Dort angekommen beschnüffelt und beleckt er sie zunächst. Nur wenn er jetzt auch auf das Protein Aphrodisin – das Kopulationspheromon der Hamster – stößt, besteigt er sie. Gleichzeitig besitzt er ein Pheromon, dass bei ihr die sogenannte Duldungsstarre auslöst. Solange der Hamstermann „beschäftigt“ ist, bleibt sie stocksteif stehen und wirft ihn nicht ab. Danach aber vertreibt sie ihn wieder aus ihrem Bau.

Auch im Wasser helfen Duftstoffe beim Liebesleben nach, denn Riechen und Gerüche funktionieren auch unter Wasser. Hummer zum Beispiel würden ohne die richtige Duftbotschaft übereinander herfallen anstatt sich zu paaren. Paarungsbereite Weibchen sondern daher einen Geruchsstoff ab, der das Aggressionsverhalten des Humtermännchens hemmt. Anstatt sie anzugreifen und zu verspeisen, erlaubt er ihr in seine Höhle einzuziehen und auch nach der Liebesnacht noch ein paar Tage dort zu wohnen.

Alarm, Alarm!



Sticht eine Biene zu, wird ein Stoff freigesetzt, der alle Bienen in Reichweite aggressiv macht

Aggression in Zaum zu halten, ist eine wichtige Funktion von Düften im Tierreich. Auch umgekehrt funktioniert das: Düfte können Aggressionen auslösen. Bienen zum Beispiel haben in ihrem Stachelapparat ein Alarmpheromon, den Stoff Isopentylacetat. Sticht eine Biene zu, wird dieser Stoff freigesetzt, und macht alle Bienen in Reichweite höchst aggressiv. Deshalb reicht der Stich einer einzigen Biene in der Nähe eines Bienenstocks aus, um bald den gesamten Bienenschwarm am Hals zu haben. Die Biene muss dabei nicht unbedingt zustechen, um das Alarmpheromon freizusetzen. Sie kann auch einfach ihren Stachelapparat öffnen und mit den Flügeln fächeln. Diese Technik benutzen die Wächterbienen am Stockeingang, um ihre Mitbewohnerinnen vor Gefahren zu warnen. Die Bienen ihres Vokes dagegen erkennen die Wächterinnen an dem ihnen eigenen „Stallgeruch“. Nur wer die Parole kennt, spricht den stockeigenen Geruch trägt, darf passieren. Versuchen sich fremde Bienen oder andere Eindringlinge durchzumogeln, trommeln die Wächterinnen alle Arbeiterinnen zusammen. Diese attackieren den Fremden und stechen zu.

Rette sich wer kann

Einige Alarmdüfte setzen eher auf Verteidigung als auf Angriff. Elritzen, Bachdöbel und andere Weissfische verfolgen diese Taktik. Unter den Schleimzellen in ihrer Haut liegen große sogenannte Alarmstoffzellen. Wenn die Haut dieser Fische, zum Beispiel

durch den Angriff eines Raubfisches, verletzt wird, geben die zerstörten Alarmstoffzellen ihren Inhalt ins Wasser ab. So werden die anderen Fische in der Nähe gewarnt. Bei Bachdöbeln löst der Alarmstoff sogar bei alten und jungen Tieren unterschiedliche Reaktionen aus. Jungfische flitzen davon, erwachsene lassen sich reglos auf den Grund sinken und warten dort ab, bis die Gefahr vorüber ist.

Düfte als Wegweiser



Dank Lamoxiren finden die Ei- und Samenzellen der Alge Laminaria digitata im Meer zueinander

Den Geruchssinn zur Orientierung zu nutzen ist eine häufig angewandte Strategie: Erwachsene Lachse wandern vom Meer aus in den Bach zurück, wo sie geboren wurden, um dort zu laichen. Den Weg zeigt ihnen ihre Nase, die in der Jugend auf den speziellen Geruch ihres Heimatgewässers geprägt worden ist. Sogar Algen benutzen Duftstoffe als Orientierungshilfe – genauer gesagt: ihre Eier und Samenzellen. Diese würden sich nämlich ohne olfaktorische Wegweiser höchstwahrscheinlich im großen Ozean verfehlen. Deshalb produzieren zum Beispiel die Eier der Braunalge Laminaria digitata das Pheromon Lamoxiren. Es löst bei den männlichen Pflanzen die Freisetzung von Spermien aus. Kurz darauf schlüpfen die Eier. Die Spermien folgen dem Konzentrationsgefälle von Lamoxiren und können so die Eizellen gar nicht verfehlen.

Immer der Nase nach – aber nur, wenn sich's lohnt

Der Geruchssinn vieler Tiere übertrifft den des Menschen um Längen. Allerdings ist ihre Nase nur für bestimmte Gerüche hochempfindlich, die für sie auch tatsächlich wichtig sind. Das gilt auch für die vielgerühmte Hundenase. Fettsäuren sind für sie hoch interessant, denn sie finden sich in der Fährte von Wild und anderen möglichen Beutetieren. Deshalb ist die Hundenase z. B. auch für Buttersäure etwa eine Million mal empfindlicher als unsere Nase. Fruchtaromen dagegen sind einem Hund relativ gleichgültig. Darum können Hunde beispielsweise Amylacetat, die Hauptkomponente von Bananenduft, nicht besser riechen als der Mensch. Anders die Nase von Totenkopffäffchen: da sie sich hauptsächlich von Früchten ernähren, ist ihre Nase für Amylacetat eintausend Mal empfindlicher.

Aber auch wenn es der Mensch kaum wahrhaben will: Gerüche spielen auch für uns in vielen Bereichen eine wichtige Rolle – oft unbewusst. Zwar hängt unser Überleben nicht so unmittelbar vom Geruchssinn ab wie das vieler anderer Lebewesen, dennoch sind wir in vielen Aspekten unseres Lebens „Nasentiere“ geblieben.

Wie wir riechen



Der Duft einer Rose: Ein Potpourri von 500 Einzelstoffen

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 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 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.



Vanillin und Isovanillin: Nur zwei Gruppen sind vertauscht – die Nase riecht den Unterschied

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

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 Feldern im älteren Teil der Hirnrinde. Hier werden die Impulse wieder verrechnet und gebündelt und nochmals weitergeschickt.

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?



An der Verarbeitung von Geruchsreizen sind vor allem entwicklungs- geschichtlich alte Gehirn- teile beteiligt



Auf der Großhirnrinde, in der so genannten Riechrinde, dringen Düfte ins Bewusstsein und wer- den identifiziert

Parallel zur unterbewussten Verarbeitung der Informationen aus der Nase dringen Düfte natürlich auch in unser Bewusstsein vor. Allerdings nur, wenn der Geruch inten- siv 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 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.

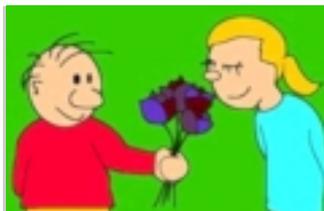
Duft oder Gestank?

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 Kanin- chen 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 nichtmögen. Mit zunehmendem Alter gewinnen wir also auch an Geruchs- erfahrung – 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 Unter- schiede was gute und schlechte Gerüche betrifft. Getrockneter Fisch beispielsweise 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 schlag- artig in die Kindheit zurückkatapultieren. Diese Erinnerungen und Assoziationen wer- den 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 heraufbe- schwört. Bei Bohnerwachs vielleicht Großmutterns 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.

Wenn der Geruchssinn nachlässt



Frauen können in der Regel besser riechen als Männer

Gute und schlechte Riecher

Es gibt gute und schlechte Riecher. Frauen können in der Regel besser riechen als Männer. Raucher gehören eher zu den schlechteren Riechern, weil nämlich der Zigarettenrauch den Riechzellen schadet. Auch Medikamente oder Chemikalien können dem Geruchssinn zusetzen. Anders als andere Sinneszellen können Riechsinneszellen sich aber regenerieren, und so erlangen Raucher, wenn sie ihr Laster aufgegeben haben, wieder einen besseren Geruchssinn. Dennoch: Oft wird schon ab dem 40. Lebensjahr der Geruchssinn schlechter. Das betrifft sowohl die Wahrnehmung eines Geruches als auch seine Identifizierung. Welche Ursachen sich dahinter verbergen ist noch nicht abschließend geklärt, aber sicher spielt auch hier der altersbedingte „Verschleiß“ der Geruchszellen eine Rolle. Hyposmie nennen Ärzte dagegen eine Erkrankung, bei der das Riechvermögens teilweise verloren gegangen ist. Anosmie, ist der medizinische Begriff für die vollständige Zerstörung des Geruchssinns. Ein gestörter oder fehlender Geruchssinn ist zwar nicht lebensbedrohlich, aber auch keineswegs ungefährlich. Schließlich fehlt ein wichtiges Alarmsystem; Denn der Geruchssinn kann auf Gefahren wie etwa Brände oder giftige Dämpfe aufmerksam machen. Ohne ihn würden wir auch nicht vor verdorbenen Lebensmitteln gewarnt. Der Geruchsverlust kann langfristig auch zu Appetitlosigkeit, ja sogar zu Depressionen führen.

Wer schlecht riecht könnte krank sein?

Ein schlechtes Riechvermögen kann aber auch auf andere Erkrankungen hinweisen, z. B. Diabetes, Bluthochdruck, Mangel- oder Fehlernährung, oder sogar Parkinson oder Alzheimer. Untersuchungen haben gezeigt, dass rund 80 % aller Parkinson-Patienten olfaktorische Störungen aufweisen. Ungefähr die gleichen Zahlen gelten für Alzheimerkranke. Die Ursache für die Geruchsstörungen liegen bei beiden Erkrankungen nicht in gestörten Riechsinneszellen, sondern direkt im Gehirn. Im Riechhirn – dem Bulbus olfactorius – lassen sich Zellschäden nachweisen. (Einige Forscher vermuten sogar, dass Parkinson im bulbus olfactorius ausgelöst wird; durch Viren, die über die Nase ins Gehirn gelangen. Im Tierversuch konnten zumindest Viren, die nasal appliziert wurden, später im Riechhirn nachgewiesen werden.)

Riechtest erkennt Parkinson

Das Riechvermögen ist bei Parkinson- und Alzheimerkranken schon im ganz frühen Krankheitsstadium gestört und bietet sich deswegen für die frühe Diagnose der Erkrankung an. Dazu wurde von Erlanger Wissenschaftlern vor zwei Jahren ein spezieller Geruchstest entwickelt. Sogenannte Sniffin-Sticks, spezielle Duftstifte, die aussehen wie gewöhnliche Filzstifte und nach Zimt, Haushaltsreiniger, Pizza, Orange, Terpentin oder Pfefferminz riechen. 16 verschiedene Gerüche aus der Alltagswelt stecken in den Duftstiften. Sie helfen bei dem Riechtest Aussagen über die Identifizierung eines Geruchs zu treffen sowie die Geruchsschwelle zu ermitteln. Diese Riechtests werden neuerdings von vielen HNO-Ärzten eingesetzt.

Geruch & Gefühl



Gerüche und damit verbundene Erinnerungen werden langfristig gespeichert

Das riecht doch wie... – bei Oma. Wer kennt nicht solche Gerüche, die einem plötzlich in die Nase steigen und einen sofort um Jahre oder Jahrzehnte zurück versetzen – die völlig unverhofft längst Vergessenes zutage fördern. Plötzlich ist Omas Küche wieder so präsent wie damals, als man mit sieben bei ihr am Küchentisch Hausaufgaben gemacht hat, während sie Kartoffelsuppe kochte.

Es ist sagenhaft, wie gut Gerüche solche Erinnerungen hervorholen können, unvorstellbar, und dennoch wissenschaftlich absolut erklärbar. Schließlich geht jeder Duft gewissermaßen auf direktem Weg in unser Gefühls- und Erinnerungszentrum – das limbische System. Wenn ein solcher Geruch mit einem bestimmten Umfeld oder einer erlebten Situation verknüpft ist, wird er hier langfristig gespeichert. Weder Bilder noch Geräusche bleiben in unseren Erinnerungen solange präsent wie Düfte.

Dem Duft auf der Spur

Dass Gerüche so tief in unsere Gefühle eingreifen können, ist längst kein Geheimnis mehr, aber was dabei genau im Gehirn passiert, ist noch nicht eindeutig entschlüsselt. Dieser Aufgabe widmen sich immer mehr Duftforscher. Vor allem Hirnforscher untersuchen, welche Auswirkung Gerüche auf unsere Emotionen und damit auf unser Verhalten zeigen. Ein wichtiges Arbeitsinstrument sind dabei EEG (Elektroenzephalogramm), MR (Magnetresonanz- oder Kernspintomografie genannt) und PET (Positronen-Emissionstomografie).

Lassen sich Düfte im Gehirn sichtbar machen?



Im Kernspintomografen werden Geruchsspuren im Gehirn sichtbar gemacht

Während die Forscher mit dem EEG nur Gehirntätigkeiten in Form von Hirnwellenmustern messen (also nur grob die aktiven Hirnbereiche eingrenzen) können, erlauben sowohl PET also auch MR den direkten Blick ins Gehirn. Sie geben millimeter- und millisekundengenau wider, in welchem Teil des Gehirns gerade gearbeitet wird.

Beide Techniken sind für den Laien auf den ersten Blick nicht zu unterscheiden. Der Proband wird mit dem Kopf in eine Röhre geschoben und mit Hilfe der bildgebenden Verfahren wird jede Veränderung in den einzelnen Hirnteilen sichtbar. Die Forscher erhalten auf ihren Monitoren Einblick in die einzelnen Hirnbereiche und können dem Gehirn regelrecht beim Arbeiten zusehen. Die „Schnappschüsse“ des Tomografen werden ausgewertet und geben dann ziemlich exakt wieder, in welchen Teilen des Gehirns der Duft seine Spuren hinterlassen hat. Mit diesen Untersuchungen haben die Forscher vor einigen Jahren erst angefangen und so gibt es mittlerweile zwar viele einzelne Untersuchungsergebnisse, aber noch wenige eindeutige Erkenntnisse.

Die Gehirnforscher haben beispielsweise herausgefunden, dass beim Verarbeiten von Gerüchen, anders als bei anderen Sinneswahrnehmungen, verbale Hirnbereiche (die beim Sprechen beteiligt sind) kaum involviert sind. Das würde auch erklären, warum es so schwierig ist, Gerüche zu identifizieren (oft weiß man zwar, dass man einen Geruch kennt, weiß aber nicht, wonach das riecht, es sei denn man sieht den riechenden Gegenstand gleichzeitig).

Auch was das Erinnerungsvermögen angeht, gibt es deutliche Unterschiede zwischen Riechen und anderen Sinneswahrnehmungen. Gerüche, an die wir uns erinnern können, sind immer emotional belegt. Wenn wir dagegen alte Fotos sehen, ist die emotionale Verknüpfung in der Regel längst nicht so stark.

... Gewusst wie ...

Gerüche sind flüchtig, Gerüche vermischen sich leicht und letztlich riecht fast alles. Das macht die Erforschung des Geruchssinnes kompliziert. Die Forscher müssen, um Ergebnisse einzelner Versuchspersonen vergleichen zu können, mit konstanten Gerüchen arbeiten. Das ermöglicht ein sogenanntes Olfaktometer, ein Gerät, das mit bis zu 6 Düften gleichzeitig „gefüttert“ werden kann. Ein Olfaktometer feuchtet die Düfte an – damit sie von der Nasenschleimhaut gut aufgenommen werden – und ermöglicht einen konstanten Fluss des Duftes direkt in die Nase. Zudem müssen die Forscher natürlich mit Materialien arbeiten, die keinen Eigengeruch haben: das sind Glas, Teflon und Edelstahl. Sogar Kunststoff riecht!

Die Erlanger Arbeitsgruppe um Professor Kobal hat diverse Untersuchungen durchgeführt, um herauszufinden, wie stark Gerüche das menschliche Verhalten beeinflussen. So haben sie zum Beispiel Probanden mit Eugenol (Nelkenöl) beduftet. Die anschließende MR-Messung zeigte deutliche Aktivität in Teilen des limbischen Systems, also dem Teil des Gehirns, der für Gefühle verantwortlich ist. Ein Hinweis dafür, dass Nelkenöl-Duft bei den Versuchspersonen eine Erinnerung bzw. Emotion auslöst. Die einen denken bei dem Geruch an den Zahnarzt, weil es früher in Zahnarztpraxen immer nach Nelkenöl roch; die anderen erinnert der Duft an Weihnachten – weil Nelkenaroma in Glühwein und Weihnachtsgebäck steckt. Die Forscher konnten in einigen Teilen des limbischen Systems sogar die gleiche Aktivität messen, wenn die Versuchspersonen gar nicht wirklich etwas rochen, sondern sich den Geruch nur vorstellten. Gerüche können also regelrecht „Bilder“ in der Erinnerung hinterlassen, die auch durch das reine Denken an einen Geruch „wachgerufen“ werden.

Wenn es duftet steigt die Spannung



Elektroden auf dem Kopf messen Hirnströme und zeigen, dass die Zuschauer mit mehr Aufmerksamkeit bei den Filmen sind

In ihren Experimenten untersuchen die Duftforscher aus Erlangen auch, wie Gerüche sich auf die Wahrnehmung und Aufmerksamkeit auswirken. Kann ein Duft beispielsweise die Aufmerksamkeit steigern? Sowohl beim Anschauen von Filmen (Aktion- aber auch Lernfilme wurden gezeigt) als auch beim Lösen von Aufgaben stellte sich heraus, dass sich die Aufmerksamkeit von Versuchspersonen abhängig von der Beduftung mit verschiedenen Aromen änderte. Die Spannung der Probanden wurde bei allen gezeigten Filmen durch Hexensäure (sprich: Hexeensäure), einer Substanz die nach Schweiß riecht, gesteigert.

Auch die Forschergruppe um Regine Maiworm aus Münster hat untersucht, wie Gerüche den Menschen unterbewusst „manipulieren“. Bei ihren Experimenten hat sie Männer im Schlaf mit Gerüchen aus weiblichem Vaginalextrakt beduftet. Mit einschla-

gendem Erfolg: die Männer wachten zwar nicht auf, aber ihre Hirnwellenmuster veränderten sich signifikant und zeigten deutlich, dass der Duft die Versuchspersonen selbst im Schlaf nicht kalt lässt.

Geruchsgesteuert?

Anders als ein Hund orientiert sich der Mensch zwar nicht anhand von Gerüchen, aber unser Geruchssinn scheint deutlich öfter an Entscheidungen beteiligt zu sein, als uns bewusst wird. Gerade wenn es um Gefühle geht, folgt auch der Mensch meist seiner Nase. Dabei spielt das limbische System eine entscheidende Rolle.

Werbung mit Düften

Werden wir an der Nase herumgeführt?

Gerüche können also Empfindungen beeinflussen. Und obwohl die Wissenschaftler noch keine verlässlichen Aussagen machen können, ob und wie uns Gerüche emotional steuern, werden Gerüche bereits in der Werbung eingesetzt. Neben Bildern, Tönen und Musik, sollen seit einiger Zeit auch Gerüche den Menschen zum Kauf anregen. Und schon gibt es auch in Deutschland die ersten Duftmarketingfirmen. Die einen stellen Duftsäulen in Verkaufsräumen auf und lassen Kunden zum Beispiel eine Zitronenbrise um die Nase wehen – mit einer Konzentration knapp über der Wahrnehmungsgrenze. Andere schwören auf dezentere Beduftung und auf eine vorangegangene Reinigung der Luft. Sie arbeiten mit Duftkompositionen, die knapp unter der Wahrnehmungsschwelle liegen. Das funktioniert zum Beispiel, indem man Duftöle über die Klimaanlage verströmt.

Duftkino



Ranga mit einem "Sniffman"

Im Mai 2001 kam in München der weltweit erste funkgesteuerte Duftfilm „One day diet“ ins Kino. Er wurde bildsynchron beduftet. Wenn im Bild ein Schokokuss auftauchte, wurde der Kinobesucher gleichzeitig mit einem Schokoladenduft betört. Und das ging so: Alle Besucher hatten einen „Sniffman“ um den Hals hängen – ein Gerät, in das bis zu 32 Düfte eingespeichert werden können. Durch eine Timecode-Verkopplung ist es möglich, die Düfte passend zum Bild abzugeben. Durch die Körperwärme steigt der Duft aus dem Gerät hoch zur Nase. Im Moment ist der Duftfilm nicht zu sehen, aber weitere Duftkinoveranstaltungen sind geplant. Wer mehr darüber wissen möchte, kann sich informieren über:

www.ruetz.de

e-Mail: Heiner.Hoser@ruetz.de

Was riecht denn hier?



Duftsäulen verströmen stimulierende Duftkompositionen

An Bäckereien, die herrlich nach frischen Backwaren riechen, obwohl die Brötchen mit dem Lieferwagen kommen, hat man sich bereits gewöhnt. Dass jedoch nun auch Kaufhäuser ganz dezent und kaum riechbar den Verbraucher an der Nase herumführen ist ein neuerer Trend. Sogenannte Mood- und Environ-Aromen sollen stimulieren, entspannen, aber auch Aufmerksamkeit fördern, nicht zuletzt natürlich auch Vertrauen einflößen. So entwerfen Duftfirmen Karibikgerüche für Reisebüros und Düfte namens „Meeresbrise“ für Herrenausstatter; Tankstellen duften nach Kaffee – das soll eine bessere Verkaufsatmosphäre schaffen als Benzingeruch. Auch Innenausstatter lassen sich heute von Duftfirmen beraten. Angeblich sollen die Verkaufszahlen durch die richtige Beduftung um bis zu 6 % steigen. (Studie von Prof. Dr. Anja Stöhr: Air-Design als Erfolgsfaktor im Handel, Wiesbaden 1998. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Konsum u. Verhaltensforschung, Saarbrücken) Bewiesen ist das alles nicht und seriöse Forscher warnen vor allzu großen Versprechungen und Erwartungen. Denn Düfte können vielleicht beeinflussen, nicht aber manipulieren; sie können höchstens unter-

stützend wirken, einen Menschen aber niemals zu Handlungen verleiten, die er eigentlich nicht vorhatte. Raumbeduftung kann eine gute Sache sein, wenn sie so dezent ist, dass man sie nicht wahrnimmt. Wenn der richtige Duft im richtigen Moment auf einen Menschen trifft, kann er sich in so einem Raum entspannter fühlen und hält sich vielleicht auch länger darin auf – und vielleicht gibt er dann in der Tat sogar mehr Geld aus, als ohne Duft.

Verbraucherschützer warnen allerdings vor Allergien, die durch Düfte ausgelöst werden könnten. Zumal immer mehr Menschen unter der sogenannte MCS (Multi chemical sensitivnes- Multichemische Allergie) leiden und in vielen Duftstoffen (synthetischen aber auch natürlichen Aromen) allergieauslösende Substanzen stecken können. Duftforscher halten diesen Bedenken entgegen, dass die Konzentrationen zu gering seien, um eine Allergie auszulösen. Bis heute gibt es keine offizielle Stellungnahme des Verbraucherschutzes bzw. einen Verbotsantrag.

Die Geschichte der Gerüche

Der sakrale Ursprung



Die alten Griechen glaubten über den aufsteigenden Rauch mit ihren Göttern zu sprechen

Bereits in den Kulturen der Vor- und Frühgeschichte hatten Düfte einen festen Platz im Leben der Menschen. Durch das Verbrennen duftender Substanzen glaubten zum Beispiel die alten Griechen, über den aufsteigenden Rauch mit ihren Göttern zu sprechen. In der katholischen Kirche wird bis heute Weihrauch verbrannt, die Wurzel dieses Rituals ist vermutlich auch hier Götterglaube. „Per fumum“, lateinisch „durch den Rauch“ ist auch der Ursprung des heutigen Worts „Parfüm“.

Düfte im Wandel der Zeit

Eine fast schlagartige Veränderung in der Bewertung und Funktion der Gerüche ergab sich mit den im Spätmittelalter aufkommenden Seuchen und Epidemien. Auf der verzweifelten Suche nach Erklärungen für diese Krankheiten glaubten die Menschen jetzt plötzlich, dass schlechter Geruch Ansteckungsstoffe mit tödlicher Wirkung enthalte. So betrachteten sie auch die Pest als eine durch ihren schlechten Geruch übertragene Krankheit. Das drückt sich auch in dem Begriff „Pesthauch“ aus.

Die Tradition des Gestanks

Aus Angst vor Ansteckung wuschen sich die Menschen nicht mehr. Sie hatten Angst, dass das Wasser die Poren frei macht für die angeblich verpestete Luft. Die Badehäuser, die im Mittelalter noch so beliebt waren, machten ihre Tore dicht. Statt mit Wasser reinigten sich die Menschen mit sauberen Tüchern. Statt Seife nahmen sie Puder.

Ohnehin stand strenger Geruch jahrhundertlang für Gesundheit und Erotik. Selbst in der feinen Pariser Gesellschaft war Gestank durchaus erwünscht. Noch am Ende des 18. Jahrhunderts flehte Napoleon seine Geliebte an, sich vor seiner Ankunft nicht zu waschen. Allzu starker Körpergeruch wurde allenfalls mit Parfüm überdeckt.

Andere Zeiten – andere Düfte

Ab dem ausgehenden Mittelalter glaubten die Menschen auch, dass es die Duftstoffe sind, die vor den Krankheitskeimen der verpesteten Luft schützen. Die Düfte rochen deshalb sehr stark. Sie bestanden häufig aus tierischen Duftstoffen. Einige Parfüms sollen sogar menschliche Fäkalien enthalten haben. Aber all das hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts geändert. Neue Erkenntnisse in der Wissenschaft haben den Menschen vor Augen geführt, dass Krankheiten ihren Ursprung nicht in Gerüchen haben und allein durch Reinlichkeit besiegt werden können.

Ohne Hygiene wäre das Leben in der immer voller werdenden Stadt dann ohnehin nicht mehr möglich gewesen. Im 19. Jahrhundert verdrängte außerdem die Kanalisation einen Großteil des Gestanks unter die Erde. Düfte wurden jetzt lediglich als dezente Untermalung des frischen, individuellen Geruchs verwendet. Die Bourgeoisie

entdeckte Parfüm zudem als Mittel der sozialen Abgrenzung gegenüber den Armen. Geruch wurde gewissermaßen Symbol für den sozialen Status.

Unsere Einstellung zum Duft heute

Parfüm ist auch heute noch ein Luxusartikel, den sich allerdings fast jeder leisten kann. Die Toleranzschwelle für unangenehm empfundene Körpergerüche ist immer mehr gesunken. Starker Körpergeruch ist in jedem Fall verpönt. Für die Beduftung und Übertünchung eigener Körpergerüche steht heute ein riesiges Angebot an Deodorants oder Mundwässerchen zur Verfügung. Kein Wunder, dass die Parfümindustrie längst zu einem bedeutenden Wirtschaftszweig geworden ist.

Parfüm – geheimnisvoller Verführer



Vor mehr als 7000 Jahren wurden vermutlich die ersten Parfüms verwendet



Die Phönizier brachten die duftenden Essenzen nach Asien, Afrika und in den Mittelmeerraum

In Mesopotamien und Ägypten, vor mehr als 7000 Jahren, wurden vermutlich die ersten Parfüms verwendet. Das heißt aromatische Öle, Salben und Räucherharze wurden zur Ehrung der Götter und Salbung der Toten eingesetzt. Aber in der Oberschicht der Ägypter waren Düfte auch schon zur Körperpflege oder zur Therapie im Gebrauch.

Die Phönizier brachten die duftenden Essenzen auch nach Asien, Afrika und in den Mittelmeerraum. Der Ausdruck „Chypre“, der noch heute in der Parfümbranche gebräuchlich ist, beweist, dass auch Zypern einst in der Duftkultur eine Rolle spielte. Die Erfindung der Destillation durch die Araber und Perser machte die Parfümherstellung wie wir sie heute kennen möglich.

Aromastoffe und Weihrauch wurden erst nur zu medizinischen oder heiligen Zwecken nach Europa importiert. Venedig und Grasse in Frankreich entwickelten sich schließlich zu den wichtigsten Handelszentren für Riechstoffe. Nach der Aufklärung wurden Duftstoffe auch in Europa immer begehrt.

Eau de Cologne

Die Hochzeit des jungen Kaufmanns Wilhelm Mühlens, Sohn des Schöffen Jacob Mühlens, in der Glockengasse zu Köln am 8. Oktober 1792 ist die Geburtsstunde von 4711 Echt Kölnisch Wasser. Ein Kartäusermönch überreichte dem jungen Ehepaar ein scheinbar schlichtes Geschenk. Tatsächlich war es jedoch die wertvollste aller Gaben und beeinflusste die Zukunft der Familie Mühlens wie kein anderes Geschenk. Es war eine geheime Rezeptur zur Herstellung eines „aqua mirabilis“, später Kölnisch Wasser genannt.

Wilhelm Mühlens erkannte sehr schnell den Wert dieser Rezeptur und begann bald darauf in der Glockengasse mit dem Bau einer kleinen Manufaktur zur Herstellung des „aqua mirabilis“. Der Name „4711“ wurde erst zwei Generationen später eingeführt und war schlicht und ergreifend die Hausnummer des Firmensitzes in der Glockengasse.

Der Name „aqua mirabilis“ – also Wunderwasser – sollte die vielfältige Wirkung des Duftwassers belegen. Es wurde nicht nur zum Einreiben verwendet, sondern auch getrunken. Angeblich war es wirksam gegen Herzklopfen und Kopfschmerzen, wenn man es durch die Nase einschnupfte. Als die französischen Revolutionstruppen das Rheinland besetzten, schickten die in Köln stationierten Soldaten das Produkt als Gruß oder Geschenk in die Heimat und nannten es „Eau de Cologne“. Die daraus hervorgegangene „Übersetzung“ hat sich bis heute als Produktbezeichnung erhalten. Als Arzneimittel durfte es nicht mehr vertrieben werden: Napoleon erließ ein Gesetz, wonach die Rezepturen von Arzneimitteln bekannt sein müssen und das wollten die Mühlens nicht.

Die genaue Zusammensetzung und Rezeptur von 4711 Echt Kölnisch Wasser unterliegt nach wie vor einer strengen Geheimhaltung. Bekannt sind nur die Hauptbestandteile von 4711 Echt Kölnisch Wasser: ätherische Öle von speziellen Zitrusfrüchten, und in geringen Anteilen gehören auch Rosmarin und Lavendel dazu. In reinem Alkohol

(85 Volumen-Prozent) gelöst, muss die Mischung lange reifen, bis sie ihre einzigartige Wirkung entfalten kann.

Kunstaromen



Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurden die ersten synthetischen Duftstoffe aus Aldehyden hergestellt und Parfüms damit zum Massenprodukt.

Dennoch blieb Parfüm bis Mitte des 20. Jahrhunderts ein Luxusartikel. Ab 1910 begannen auch Modedesigner, Parfüms herzustellen, was bisher den Parfümeuren vorbehalten war. Chanel No.5 war im Jahr 1920 der erste synthetische Duft.

Nach dem zweiten Weltkrieg ging es der Parfümindustrie nicht gut. Die französische Parfümindustrie wurde immer mehr zum Geschäft der Modedesigner, während in Deutschland preiswertere Eaux hergestellt wurden. Seit den 60er Jahren gibt es bereits so viele Parfüms, dass nicht mehr der Duft über Erfolg oder Misserfolg einer neuen Kreation entscheidet, sondern nur noch das Marketing, das Branding eines neuen Duftes. Daran hat sich bis heute nichts geändert.



Ab 1910 begannen auch Modedesigner Parfüms herzustellen

Ein Parfüm entsteht

Ein Parfum besteht aus pflanzlichen, tierischen aber auch chemischen Duftstoffen, die in Alkohol gelöst sind. Das Geheimnis der Mischung ist das Geheimnis des Parfumeurs. Ohne diese hervorragenden „Nasen“, die im Hintergrund die Duftkreationen zaubern, gäbe es den edlen Luxusartikel nicht.

Neben Blütendüften wie Rosen, Lavendel, Jasmin oder Maiglöckchen verwendet der Parfumeur auch Gewürze wie Vanille, Thymian, Rosmarin, Kümmel, Ingwer. Der Orangenbaum ist ein wahres Eldorado für eine Parfumeur. Seine Blüten ergeben Neroliöl, aus Blättern und Zweigen gewinnt man Petigrainöl und die Fruchtschalen dienen zur Erzeugung von Orangenöl.

Um den Pflanzen ihre Duftstoffe zu entziehen, können ihre Blätter oder Blüten mit Wasser aufgekocht werden – die älteste und einfachste Methode. Um ein Parfum herzustellen, bei dem der Duft auch lange erhalten bleiben soll, ist der Aufguss nicht geeignet. Besser ist da schon die Destillation mit Wasserdampf. Hierbei wird das Material zerkleinert, der heiße Dampf durchdringt die Zellen, öffnet sie und die ätherischen Öle können austreten. Schonender als die Wasserdampfdestillation und daher bevorzugt bei hitzeempfindlicheren ätherischen Ölen angewandt, ist die Extraktion mit Lösungsmitteln. Diese müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllen, damit die Duftstoffe nicht zerstört oder verändert werden. Da mit dieser Extraktion neben den Duftstoffen auch Pflanzenwaxse gelöst werden, bleibt nach dem Abdampfen des Lösungsmittels eine salbenartige Masse zurück: Die essence concrete. In einem weiteren Schritt werden die Pflanzenwaxse mit Hilfe von Alkohol abgetrennt. Übrig bleibt der Duftstoff in seinem höchsten Reinheitsgrad: Die essence absolute.

Auch Duftstoffe aus dem Tierreich eignen sich für die Parfumherstellung: Ambra (Ausscheidung des Pottwals), Castoreum (Geschlechtsekret des Bibers), Moschus

(Geschlechtssekret des Moschusochsen) und Zibet (Markierungssekret der Zibetkatze). Diese Duftstoffe riechen in ihrer Reinform alles andere als betörend. Und so werden sie gewonnen: Ambra findet man schwimmend auf dem Meer. Als Produkt des Walfangs wird es dem toten Tier entnommen, muss dann allerdings noch etwa ein Jahr im Meerwasser reifen, ehe man es zur Parfümherstellung verwenden kann. Um die Geschlechtssekrete von Moschusochse und Biber zu entnehmen, müssen die Tiere getötet werden. Das Markierungssekret der Zibetkatze wird dem Tier lebend entnommen. Heute müssen die Tiere nicht mehr gequält oder getötet werden, weil die Duftstoffe mittlerweile auch im Chemielabor hergestellt werden können.

Genauso werden aber auch viele pflanzliche Duftstoffe synthetisch hergestellt: Vanillin- und Veilchenduft. Aber auch Rosenölaroma wäre für die meisten Anwendungen unerschwinglich. Um ein Kilo Rosenöl herzustellen werden 5 Tonnen Blüten gebraucht. Ein solches Kilo Rosenöl kostet mehr als 5000 Euro. Ein weiterer unerlässlicher Bestandteil bei der Herstellung von Parfüm sind die Aldehyde, chemische Verbindungen, die durch den teilweisen Wasserstoffentzug aus Alkoholen entstehen. Aldehyde können bei uns verschiedenste Geruchseindrücke hervorrufen, die natürlichen Düften nachempfunden sein können, aber auch Duftnoten erzielen, die mit natürlichen Riechstoffen nicht zu bilden sind.

Das kleine Einmaleins der Parfumeure

Parfüms werden an Hand Ihrer Inhaltsstoffe zu Duftfamilien zugeordnet. Sowohl bei den Damen- als auch bei den Herrendüften unterscheidet man drei Kategorien, die wiederum weiter untergliedert sind:



Die Duftfamilien angeordnet in einem Duftkreis

Damen:

Blumig

Etwa die Hälfte aller Markenparfüms unter den Damendüften zählen zur Duftfamilie blumig, bei der Blütenessenzen deutlich charakterprägend für den Duft sind.

Orientalisch

Die orientalische Parfüms erinnern an die Gerüche des Orients und vermitteln den Eindruck von Schwere, Süße und Wärme.

Chypre

François Coty entwickelte 1917 auf der Grundlage einer zypriotischen Flechtenart eine neue Zusammenstellung von Duftstoffen und erschuf damit die Duftkategorie Chypre – ein Sammelbegriff für eine Gruppe von Parfüms, die ihren Charakter durch das Zusammenwirken einer frischen Kopfnote mit einem Fond erhalten, der als wesentliche Elemente Eichenmoos, Labdanum und Patchouli enthält. Viele warme, erogene, sinnliche Parfüms gehören zur Familie der Chyprenoten.

Herren:**Fougère**

Fougère ist ein Kunstbegriff, der einen vom Zusammenspiel aus Lavendel in der Kopfnote und Eichenmoos in der Basis geprägten Duft beschreibt.

Orientalisch

Orientalisch Herrendüfte werden oft schweren und süßen Damenparfums nachempfunden und um maskuline Komponenten ergänzt.

Chypre

Wie die Chypre-Düfte für die Damen sind auch die maskulinen Pendants bestimmt vom Einklang einer frischen Kopfnote und einem aus Eichenmoos, Labdanum und Patchouli bestimmten Fond.

Übrigens: Ein Parfüm ist ungefähr drei Jahre haltbar und der ideale Aufbewahrungsort ist dunkel und kühl.

Eine wahre Kunst ...

Ein neues Parfüm wird aus verschiedenen Duftstoffen zusammen gesetzt, wobei unterschieden wird zwischen einer Kopf-, Herz - und Basisnote. Die Kopfnote wird bestimmt durch die leichteren und frischeren Düfte, die durch schnelle Verflüchtigung als erstes wahrgenommen werden. Sie haftet nicht lange und verrät nur selten den wahren Charakter des Parfüms. Den macht die Herznote aus. Sie vereint alle Düfte zu einem Duftkomplex – eben dem Herzstück des Parfums. Die Basisnote ist die Grundlage für die sogenannte Ausdrucksstärke des Parfums. Dafür verwenden Parfumeure schwere, langanhaltende Düfte wie Sandelholz oder sogenannte Fixateure (synthetisch nachgebildete Extrakte).

Alles dufte!**Parfum**

Am intensivsten im Geruch, da am konzentriertesten. Es wird in Flacons von 7 oder 15 ml angeboten. Der Anteil an Duftkonzentrat liegt bei 20-30%.

Eau de Parfum

Auch Esprit de Parfum oder Parfum de Toilette genannt ist weniger stark konzentriert als Parfüm, der Duftölanteil beträgt 15-25%.

Eau de Toilette

Der Duftölanteil beträgt nur 10-20%, bei den Herrendüften sogar nur 6-12%.

Eau de Soins, Eau Dynamisante

Nicht mehr als ein "Duftwässerchen", 4-8 %

After Shave

Enthält maximal 6% Duftölanteil.

Gestank als Waffe – Stinkbombe der US-Armee

Doch es werden nicht nur Wohlgerüche produziert, auch der gegenteilige Effekt ist manchmal gewünscht. Wie im Wissenschaftsmagazin New Scientist im Juli 2001 zu lesen war, beschäftigt sich auch das amerikanische Militär mit Gerüchen. Allerdings ist man im Pentagon eher an übel riechenden Düften interessiert. Damit wollen die Amerikaner eine Stinkbombe bauen. Ein Cocktail aus stinkenden Substanzen soll feindliche Truppen oder Demonstranten auch ganze Menschenmassen in die Flucht schlagen. Das ist kein Witz, die Bombe ist ein ernst gemeintes Projekt des nonlethal weapons program (nichttödliches Waffenprogramm) der USA. Es gibt zwar viele Gerüche, die Menschen sehr schnell in die Flucht schlagen können, dennoch ist die Waffenentwicklung nicht einfach, da zum einen beim Empfinden von Gerüchen kulturelle Unterschiede eine Rolle spielen (die einen finden den Geruch einer Kläranlage als höchst ungesund und fliehen, andere empfinden ihn nur als störend und bleiben). Aber es gibt auch andere Probleme mit stinkenden Waffen. Die Amerikaner hatten nämlich schon im zweiten Weltkrieg die gleiche Idee. Doch damals mussten sie feststellen, dass die Bombe nicht nur das Angriffsziel „kontaminiert“, sondern auch die eigenen Reihen. Gerüche sind eben flüchtig. Dieses Problem müssen die Waffenexperten im Pentagon noch lösen, bevor die Waffen tauglich ist.

Sexualpheromone – duftende Botschafter der Liebe

Macht der Pheromone?



Das Pheromenparfum mit der tod-sicheren Wirkung auf Frauen – leider (??) ein Produkt der Phantasie des Quarks-Teams

Davon träumen Schürzenjäger, Mauerblümchen und Parfumerhersteller gleichermaßen: Der Duft, der das andere Geschlecht betört und reihenweise in die Knie sinken lässt, trotz Gurkennase und Fistelstimme. Bei Tieren sind solche Stoffe seit langem bekannt und sorgen bei ihnen dafür, dass bei der Paarung alles klappt. Warum sollte das also nicht auch bei uns funktionieren? Und glaubt man den Versprechen einiger Parfumbrikanten, die Duftwässer mit „natürlichen Pheromonen“ an den Mann und an die Frau bringen wollen, dann verfehlen deren Inhaltstoffe Androstenon, Androstenol und die sogenannten Kopuline auch garantiert nicht ihre Wirkung.

Was sie verschweigen: Alle diese Pheromone sind Sexuallockstoffe von Tieren. Androstenon zum Beispiel kommt vom Schwein, es ist eine Hauptkomponente des Eberpheromons. Es löst bei der Sau die sogenannte Duldungsstarre aus und sorgt dafür, dass sie während der Kopulation still stehen bleibt – ein Effekt den der menschliche Casanova bei seiner Angebeteten wohl eher nicht wünscht. Neben dem Menschen benutzt übrigens auch noch ein anderer Organismus das Eberpheromon, und wohl auch mit viel mehr Erfolg: Trüffel! Diese wertvollen Pilze wachsen unterirdisch und brauchen die Hilfe von Schweinen, um sich fortzupflanzen. Ihre Sporen können nur auskeimen, wenn sie vorher den Darm eines Schweins passiert haben. Deshalb sondern sie Androstenon aus, ziehen Säue wie Eber damit magisch an und sorgen so dafür, dass sie auch tief unter der Erde aufgestöbert, ausgegraben und damit vermehrt werden.

Die Kopuline dagegen sind weibliche Pheromone: Fettsäuren im Vaginalsekret von Rhesusaffenweibchen. Sie treten auf, wenn die Weibchen ihren Eisprung haben und lösen bei den männlichen Affen das Kopulationsverhalten aus.

Beim Menschen noch nicht gefunden

Doch was bei den Tieren seine Wirkung nie verfehlt, sucht man beim Menschen bisher noch vergeblich: Echte Pheromone, die unter allen Umständen verlässlich und immer wieder reproduzierbar ein bestimmtes Verhalten oder eine physiologische Reaktion auslösen. Das einzige, was dem nahe kommt ist ein bisher noch nicht isolierter und identifizierter Stoff im Achselschweiß von Frauen. 1998 zeigten Wissenschaftlerinnen in Illinois, USA, dass eine Substanz im weiblichen Schweiß dafür sorgt, dass sich die Menstruationszyklen von Frauen, die viel Zeit miteinander verbringen, in ihrer Länge angleichen. Die Legende von der kollektiven Menstruation in Wohngemeinschaften oder bei engen Freundinnen hat also einen wahren Kern. Ansonsten gibt es auf echte Sexualpheromone beim Menschen noch keine Hinweise. Allerdings werden einige tierische Pheromone, wie eben Androstenon, Androstenol, Kopuline und noch einige andere, auch vom Menschen gebildet. Ihre Wirkung ist allerdings sehr viel komplexer und weniger kalkulierbar als bei den Tieren.

Die zweite Nase – VNO

Vomeronasalorgan – so heißt das Organ, das bei Tieren für die Erkennung von Pheromonen in erster Linie zuständig ist. Wahrscheinlich spielt es auch beim Menschen eine Rolle. Vorhanden ist das VNO auf jeden Fall beim Menschen: Es sitzt in der Nasenschleimhaut, ist etwas streichholzdick und ungefähr einen Zentimeter lang. Es hat eine Öffnung, die 0,02-0,2 mm groß ist, und einen nur wenige Millimeter langen Gang, der gespickt mit Rezeptoren von dieser Öffnung zum VNO führt. Während Forscher lange davon ausgingen, dass dieses winzige Geruchsorgan beim Menschen – ähnlich wie der „Blinddarm“ funktionslos ist, legen neuere Untersuchungen nahe, dass das Organ durchaus noch eine Funktion erfüllt. Eine davon ist vermutlich, das frühe „Erschnüffeln“ der Mutterbrust eines Neugeborenen. Und vielleicht entscheidet das VNO auch bei der Partnerwahl mit.

Der einen Nase stinkt's, der anderen nicht

Androstenon zum Beispiel, ist auch im Achselschweiß von Männern enthalten. Und eine viel beachtete Studie der Universität Birmingham von 1978 will nachgewiesen haben, dass Frauen in Arztwartezimmern tatsächlich Stühle bevorzugen, die mit diesem Stoff präpariert wurden. Allerdings ist diese Studie inzwischen recht umstritten, da nur unzureichende Kontrollexperimente durchgeführt wurden. Umsichtigere Studien an der Universität Münster haben inzwischen ergeben, dass die Wirkung von Androstenon auf Frauen mal so, mal so ist. Die menschliche Nase ist nämlich genetisch bedingt für Androstenon unterschiedlich empfindlich: ein Drittel der Bevölkerung riecht es schon in geringen Konzentrationen und empfindet seinen Geruch als stechend, nach Urin oder schweißähnlich und findet ihn entsprechend unangenehm. Das zweite Drittel hat ein weniger empfindliches Näschen für Androstenon und beschreibt seinen Geruch als sandelholzartig. Das letzte Drittel riecht den Stoff überhaupt nicht. Subtile Botschaften an die Damenwelt funktionieren aber sowieso nur unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle, in Konzentrationen, die ein gesunder Mann ohne fremdes Zutun selbst produziert. Dann kann Androstenon tatsächlich Männer auf Frauen attraktiver wirken lassen. Allerdings nur, wenn die Frau gerade im zweiten Drittel ihres Zyklus ist, ansonsten schlägt die Wirkung gerne auch ins Gegenteil um. Benutzer entsprechender Pheromonparfums sollten ihre Auserwählte also erst einmal nach ihrem Eisprung fragen, bevor sie mit der Einladung zum Candlelightdinner herausrücken.



Machen Pheromone sexy? Mit Fotos dieser Art versuchen Forscher, das herauszufinden

Mach den Fototest

Herausgefunden haben dies die Münsteraner ForscherInnen mit Hilfe standardisierter Fotos von Männern oder Frauen. Die Versuchspersonen – jeweils das andere Geschlecht – bekamen entweder die in Alkohol gelösten „Pheromone“ oder nur den Alkohol unter die Nase getupft und sollten dann die Fotos auf einer Skala von -3 bis +3 beurteilen nach Kriterien wie „attraktiv“, „intelligent“ oder „vertrauenswürdig“. Pheromone sexy?

So konnten die WissenschaftlerInnen die Wirkung der Testsubstanzen statistisch ermitteln.

Für Kopuline haben die Experimente ergeben: Sie können, wenn auch in geringem Maße, Frauen auf Männer attraktiver wirken lassen. Allerdings gilt für alle positiven Pheromonwirkungen: Sie treten nur im Mittelfeld der Attraktivitätsskala auf. Menschen, die auch ohne Duftnachhilfe als besonders attraktiv beurteilt werden, können ihre Wirkung auf das andere Geschlecht damit nicht zusätzlich steigern. Und als extrem unattraktiv bewertete Personen reißen mit Pheromonen das Ruder auch nicht mehr herum.

Zudem spielen bei der Partnerwahl ja auch noch ganz andere Kriterien eine Rolle: Sympathische Ausstrahlung, Aussehen, Humor, Intellekt... Um es mit den Worten einer der Münsteraner Wissenschaftlerinnen zu sagen: „Der Duft ist bei der Partnerwahl wie der Wein zum Essen. Er kann das Mahl perfekt abrunden. Aber ist das Steak zäh, hilft auch der beste Rotwein nichts mehr“.

Den richtigen Partner erschnüffeln



Stichlingsweibchen verlassen sich bei der Partnerwahl vor allem auf ihre Nase

Sexualpheromone sind eine universelle Botschaft an das andere Geschlecht: Jedes Tier einer Art verwendet den gleichen Stoff, um seine Nachricht zu verbreiten, Daneben spielt aber auch der individuelle Körpergeruch eine Rolle bei der Partnerwahl. An ihm können nämlich viele Tiere und wahrscheinlich auch der Mensch erschnüffeln, wer mit ihnen verwandt ist und wer nicht. Bisher vermutete man hinter dieser Strategie eine Art Schutz vor Inzest. Am intensivsten hat man das an Labormäusen untersucht Mäuseweibchen lehnen nämlich bei der Paarung allein anhand des Körpergeruchs Männchen ab, die mit ihnen verwandt sind. Oder bei denen auch nur die Chance besteht, sie könnten mit ihnen verwandt sein. Aber worher wissen sie das? Der Körpergeruch wird von bestimmten Eiweißstoffen des Immunsystems, den sogenannten MHC-Proteinen beeinflusst.

Seit neuestem weiß man aber auch, dass aus der MHC-Information im Körpergeruch noch viel mehr herauszuholen ist. Eine Forschergruppe aus Plön hat gezeigt, dass Stichlingsweibchen aus dem Körpergeruch der Männchen herausschnüffeln können, wie viele verschiedene Sorten von MHC-Proteinen diese bilden können. Und je nach dem, wie viele Sorten sie selbst bilden können, suchen sie sich anhand dieser Information einen Paarungspartner aus, der optimal zu ihrem eigenen Immunrepertoire passt. Auf diese Weise stellen sie sicher, dass die Nachkommen, die sie mit einem Männchen zusammen zeugen, eine möglichst gute Immunabwehr besitzen.

Die Plöner Forscher halten es für sehr wahrscheinlich, dass diese Strategie im Tierreich weit verbreitet ist und vielleicht auch beim Menschen zum Tragen kommt.

Heilen mit Düften?

Aromatherapie

Immer wieder wird auch über die heilsame Wirkung von Düften berichtet. Die Aromatherapie beschreibt Heilmethoden mit Gerüchen, die aber nicht nur psychisch, sondern auch physisch ihre Wirkung entfalten sollen. Die Gerüche sollen nicht nur über die Nase wirken, sondern auch über die Haut aufgenommen werden können. Die ätherischen Öle (Auszüge aus vielen Pflanzen) sollen nicht nur schleimlösend wirken, sondern auch Bakterien und Viren abtöten können, oder bei Darmkoliken beruhigend und entspannend auf die Muskulatur wirken. Warum auch nicht? – Schließlich ist ein Geruch auch eine chemische Verbindung und genauso wie ein giftiges Gas einen Menschen töten kann, so kann ein duftendes Gas vielleicht auch eine Heilwirkung haben.

Hokuspokus?

Es gibt sehr viele Erfahrungsberichte über die Heilwirkung von Duftessenzen, auch einige wissenschaftliche Studien, die aber meist den geforderten Standards seriöser Studien nicht standhalten. Was aber nicht bedeuten muss, dass Aromatherapie gleich Hokuspokus ist. Die Wirkung von Gerüchen auf das zentrale Nervensystem ist zumindest über den Nervus trigeminus eindeutig belegt. Dieser dreiteilige Gesichtsnerv wird durch Menthol, aber beispielsweise auch durch Zwiebelgeruch gereizt und führt zu einer Reihe physiologisch messbarer Reaktionen (schleimhautabschwellend bei verstopfter Nase, tränentreibend beim Zwiebelschneiden). Auch viele andere Gerüche können nachweislich im Gehirn eine Kaskade von Reaktionen auslösen, bei der auch Hormone ausgeschüttet werden. Von der Schulmedizin ist die Aromatherapie allerdings nicht anerkannt.

Künstliche Nasen

Was ist das?

Es gibt nicht nur den menschlichen und den tierischen Riecher. Wissenschaftler entwickeln seit einigen Jahren auch künstliche oder elektronische Nasen. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse über den Vorgang des Riechens, verbunden mit Fortschritten der Messtechnik und besonders der computergestützten Auswertung haben das möglich gemacht. Künstliche Nasen funktionieren auf der Basis von hochempfindlichen Sensorsystemen.

Wie funktionieren sie?

Mit ihr unbekanntem Gerüchen kann die künstliche Nase nichts anfangen. Sie muss zuerst auf einen bestimmten Geruch trainiert werden. Nur dann kann sie ihn wiedererkennen und zuordnen. Bei unserer Nase ist es ja nicht anders – nur weil wir irgendwann einmal gelernt haben, wie Kaffee riecht, können wir den Geruch identifizieren. Aber es gibt trotzdem einen großen Unterschied. Die künstliche Nase hat statt Rezeptoren Sensoren, zum Beispiel aus Metalloxid. Deren Anzahl ist im Unterschied zum menschlichen Riechsystem deutlich geringer (i.d.R. 6-32). Auf den Sensoren lagern sich Duftmoleküle ab. Die darauffolgende Reaktion der Sensoren kann man messen und graphisch darstellen. Es gibt bei den künstlichen Nasen unterschiedliche Sensorsysteme.

Die Nase des Instituts für instrumentelle Analytik am Forschungszentrum Karlsruhe zum Beispiel funktioniert so: Ihr Herzstück ist ein pfenniggroßer Chip, der unterschiedliche Gassensoren aus Metalloxid trägt. Die Sensorsegmente unterscheiden sich vor allem in ihrem Empfindlichkeitsspektrum. Die vom Umgebungsgas abhängige elektrische Leitfähigkeit des Metalloxidfilms wird an allen Sensoren gemessen. Die sprechen auf nahezu alle Gase an, aber mit graduell unterschiedlicher Empfindlichkeit. Wird die Nase mit einem bestimmten Geruch konfrontiert, registriert der Rechner Änderungen des elektrischen Widerstandes an den Sensoren und wandelt diese elektrischen Signale in digitale Daten um. So entsteht auf dem Computerbildschirm ein Muster, das für Art und Menge der Komponenten im Gas charakteristisch ist. Das entstandene Muster wird mit den bereits gespeicherten Mustern verglichen und entweder zugeordnet oder aussortiert.

Was können sie?

Der Vorteil: Künstliche Nasen können im Gegensatz zum Menschen auch „geruchlose“ Substanzen wahrnehmen. Außerdem bekommen sie weder einen Schnupfen, noch schwankt ihre Tagesform. Auch gewöhnen sie sich nicht wie die menschliche Nase an bestimmte Gerüche. Viele Forscher denken daran, sie in der Qualitätskontrolle einzusetzen. So könnte eine künstliche Nase zum Beispiel feststellen, ob die verschiedenen Proben einer Kaffeesorte alle gleichermaßen die erwünschte Geruchs- und damit auch Geschmacksqualität haben. Auch wenn es darum geht, die Frische von Fleisch, Fisch oder Käse zu kontrollieren, Instant-Kaffee von frisch gemahlene Kaffeebohnen zu trennen, Gewürze zu analysieren, können künstliche Nasen die hochdotierte menschliche Profinase ersetzen.

Eines Tages, so meinen einige Forscher, werden solche künstlichen Nasen vielleicht sogar unsere Kühlschränke überwachen und uns melden, dass soeben die Milch schlecht geworden ist. Besonders praktisch wäre ein Einsatz auch in Chemie- oder Klebstofffabriken bei der Qualitätskontrolle. Denn dort eine menschliche Nase einzusetzen, wäre gesundheitsschädlich.

Was sind ihre Grenzen?

Künstliche Nasen erreichen bei aller technischer Ausgefeiltheit bei weitem nicht das Differenzierungsvermögen der Nase eines Lebewesens. Deshalb möchten viele Forscher bei diesen Geräten erst gar nicht von einer Nase sprechen. Viele, meist nur in sehr geringen Mengen vorhandene, sehr geruchsstarke Verbindungen, die einen entscheidenden Einfluss auf das Geruchsprofil haben, d. h. von der menschlichen Nase auch in komplexen Mischungen wahrgenommen werden, überfordern künstliche Nasen. Auch wenn sie die menschliche Nase sicher niemals ersetzen können, so werden sich künstliche Nasen mit fortschreitender Entwicklung doch einen festen Platz in vielen analytischen Laboratorien erobern.

Lesetipps

„Das Parfum - Die Geschichte eines Mörders“

Von Jean-Baptiste Grenouille, dem finsternen Helden, sei nur verraten, daß er 1738 in Paris, in einer stinkigen Fischbude, geboren wird. Die Ammen, denen das Kerlchen an die Brust gelegt wird, halten es nur ein paar Tage mit ihm aus: Er sei zu gierig, außerdem vom Teufel besessen, wofür es untrügliche Indizien gebe: den fehlenden Duft, den unverwechselbaren Geruch, den Säuglinge auszuströmen pflegen." (Frankfurter Allgemeine Zeitung)"

Autor: Patrick Süskind
Verlagsangaben: detebe Diogenes Taschenbücher, 1994

„Dialog der Düfte“

Ein von einem Chemiker sehr unterhaltsam und informativ geschriebenes Buch über alle möglichen, teils sehr kuriosen Formen der Duftkommunikation im Tierreich; gibt auch einen Einblick in die wissenschaftliche Vorgehensweise bei der Untersuchung von Pheromonen & Co.

Autor: William C. Agosta
Verlagsangaben: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, Oxford, 1994

„Irdische Düfte, himmlische Lust“

Günther Ohloff, Spezialist auf dem Gebiet der Herstellung von Duftstoffen, legt mit diesem Buch eine Kulturgeschichte der Wohlgerüche vor. Mesopotamien, das alte Ägypten, das biblische Israel, der Orient, Indien, China, die griechische und römische Antike, das Mittelalter und die Neuzeit sind Stationen auf seiner Reise durch die Welt der Düfte. Er beschreibt Zusammensetzung und Herstellungsverfahren, informiert über kultische und medizinische Verwendungszwecke und berichtet über die Parfumproduktion unserer Tage.

Autor: Günther Ohloff
Verlagsangaben: Birkhäuser Verlag 2000
ISBN 3-7643-2753-7

„Spürnasen und Feinschmecker – Die chemischen Sinne des Menschen“

Ein recht anschauliches populärwissenschaftliches Buch über den Geruchs- und Geschmackssinn

Autor: Karl-Heinz Plattig
Verlagsangaben: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995

Linktipps

Informationen Zu Riech- un Schmeckstörungen: Arbeitsgemeinschaft Olfaktologie und Gustologie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie, Hittorfstr. 17, 53129 Bonn, Tel 0228-231770, e-mail: dghnokhc@t-online.de

Surftipp:
Ruhr-uni-bochum

Der Sinnesphysiologe Hans Hatt aus Bochum schreibt über Riechen bei Menschen, Schmetterlingen und Krebsen

Prof. Hanns Hatt Universität Bochum
Prof. Plattig Universität Erlangen
Fr. Dr. Anja Stoehr Universität Paderborn
Habitationsverfahren zum Thema »Wirkung von olfaktorischen Reizen am Point of Sale«

www.parfum-magazin.com
Infos über Geruch und Gehirn (englisch) Monell chemical sensens center erforscht die verschiedenen chemischen Sinnesysteme
Dragoco Holzminden

Harmann & Reimer
Holzminden

Industrie-Verband Körperpflege und Waschmittel Frankfurt

Verband der olfaktorischen Essenzen-Industrie Bonn

Verbraucher Zentrale NRW
Zweigstelle Köln

bzw: (Stiftung Warentest) Berlin

Dokumentation »Olfaktorisches Design«, Kurzzeitprojekt
Leitung Klaus Barth WS 95/96

Impressum:

Herausgegeben
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich
Quarks & Co
Daniele Jörg

Autoren
Judith König
Ilka aus der Mark
Ismeni Walter

Redaktion
Claudia Heiss

Gestaltung
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte
Alle: © WDR

© WDR 2003