

Flirtendes Paar, flüchtende Zebras, Baby an der Mutterbrust: Alle Säugetiere kommunizieren vermittels Pheromonen, also wird es wohl der

HIRNFORSCHUNG

# Geheimbotschaft im Schweiß

Pünktlich zum Filmstart von „Das Parfum“ trafen sich rund 400 Geruchsforscher in Granada. Immer mehr Geheimnisse entreißen sie dem flüchtigsten und zugleich unmittelbarsten der Sinne. Nur ob der Mensch, wie Hund und Maus, Sexuallockstoffe aussendet, wissen sie noch nicht.

Geruch zu filmen ist ungefähr so schwierig, wie Parfum zu faxen. Das musste schon Mike Todd einsehen.

Anfang der sechziger Jahre beschloss der US-Produzent, den Kinogenuss um den Geruchssinn zu bereichern. Rund zwei Kilometer Plastikröhrchen verlegte Todd im Chicagoer Filmtheater Cinestage, bis jeder Sessel eigens beduftbar war. Dann lud er zum Riechthriller „Scent of Mystery“.

Passend zur Handlung strömten winzige Wölkchen von Knoblauch-, Zitronen-, Schießpulver-, Fisch- oder Tabakaroma aus dem Schlauchgewirr, während sich auf der Leinwand ein skurriler Engländer auf die Jagd nach einer Frau mit rätselhaftem Duft begab. Doch aller Aufwand brachte den Durchbruch nicht. Das Kino blieb Aug und Ohren vorbehalten.

Nun hat der deutsche Regisseur Tom Tykwer mit seiner Verfilmung von Patrick Süskinds Roman „Das Parfum“ einen neuerlichen Anlauf unternommen, das Reich der Gerüche in den Kinosaal zu bringen. Auf die Publikumsbeduftung verzichtet er. Stattdessen behilft er sich mit Nüstern in Großaufnahme. Die Empfindung von Straßenmief und Blütendüften will sich beim Zuschauer dennoch nicht recht einstellen – der Geruch, so zeigt sich einmal mehr, widersetzt sich, weit hartnäckiger als Ton und Bild, der Wiedergabe.

Zum Angriff auf den Geruchssinn, wenngleich ganz anderer Art, trafen sich pünktlich zum Filmstart auch rund 400 Wissenschaftler. Zum Jahreskongress der Riechforschung hatten sie sich im andalusischen Granada versammelt. Ihr gemeinsames Ziel: dem wohl unheimlichsten der menschlichen Sinne seine Geheimnisse zu entreißen.

Molekularbiologen verfolgen dazu die Signalkette in den Zellen der Riechschleimhaut; Elektrophysiologen untersuchen, wie Riechen, Schmecken und Fühlen miteinander wechselwirken; und Neurologen schieben ihre Probanden in den Tomografen, um aufzuzeichnen, welche Gehirnregionen auf welche Düfte reagieren. Ganz langsam, so zeigte sich auf dem Kongress, passen die Puzzleteile ineinander. „Es scheint, als hätten wir den ersten Schritt zum Verständnis, wie im Gehirn ein Geruchsbild entsteht, bereits getan“, verkündete die Nobelpreisträgerin Linda Buck in ihrem Eröffnungsvortrag.

Kein Zweifel: Der Geruch ist der unmittelbarste und doch flüchtigste aller Sinne. Wortreich schildert der Mensch Bilder und Töne, soll er hingegen einen Geruch beschreiben, so stammelt er Metaphern. Rembrandt und Beethoven gehören wie selbstverständlich zum kulturellen Fundus. Doch wer kennt den genialen Parfümeur Maurizio Frangipani?

Auch beim Verlust der Sinne zeigt sich das eigenartige Ungleichgewicht: Taub heißt, wer nicht hören kann; wer nicht sieht, ist blind. Und wer nicht riechen kann? Die Wissenschaft hat dafür den Begriff der Anosmie geprägt, die Umgangssprache kennt das Phänomen gar nicht – und dies, obwohl Hunderttausende in Deutschland darunter leiden.

Doch so stiefmütterlich die Sprache auch den Geruch behandelt, so ist er dem Menschen keineswegs egal. Rund 2,5 Milliarden Euro zahlen die Deutschen jedes Jahr, um sich mit Wolken aus Moschus, Amber, Bergamotte, Rosenöl oder Vanille zu umhüllen. Und der Industrie ist kein Aufwand zu groß, um das Repertoire der rund 1200 bekannten Basisdüfte um immer neue, nie zuvor gerochene Noten zu erweitern. Aus diesen komponieren dann die Parfümeure ihre Kreationen, die bis in die tiefsten Schichten des Gemüts zielen sollen.

„Die Überzeugungskraft des Duftes ist nicht abzuschätzen, sie geht in uns hinein wie die Atemluft in unsere Lungen“, schreibt Süskind in seinem Roman. Und in der Tat gibt er damit ziemlich genau den Befund der Neuroanatomen wieder: Die Sinnesindrücke der Hör-, Seh-, Geschmacks- oder Tastnerven werden aufbereitet, ehe sie ins Großhirn gelangen. Sie alle müssen zuvor ein spezielles Relais, den Thalamus, passieren. Einzige die



Mensch auch tun

Riechnerven senden ihre Botschaft am Thalamus vorbei direkt ins Hirn. Schutzlos wie keinem anderen seiner Sinnesorgane ist der Homo sapiens deshalb seiner Nase ausgeliefert.

Und noch etwas bereitet Unbehagen: Der Mensch nimmt nicht nur Gerüche wahr, er sendet sie auch selbst aus – und

bei allem Bemühen, den Eigengeruch durch Shampoo, Seife, Rasierwasser und Hautcremes zu übertünchen, ist sich doch niemand gänzlich sicher, wie er riecht.

Dieses Unwissen verunsichert. Denn eines ist gewiss: Die Gerüche unserer tierischen Verwandten sind berecht. Der Urin eines Wolfs gibt Auskunft über Geschlecht,

## Wissenschaft

Alter und soziale Stellung; Angstschweiß von Ratten warnt die Artgenossen; das Zitsekret einer Häsinn steuert das Saugverhalten ihrer Jungen; und rivalisierende Mäusemännchen liefern sich regelrechte Duftduelle. Sie alle sondern Sekrete, sogenannte Pheromone, ab, die auf den Stoffwechsel ihrer Artgenossen wirken. Wäre es da erstaunlich, wenn auch das Bukett eines Menschen heimliche Duftbotschaften enthielte?

Die Frage beschäftigt die Geruchsforscher schon lange. Doch lange war es still darum. Erst in der jüngsten Zeit ist die Debatte neu entflammt.

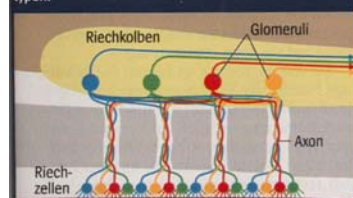
Mit einer Podiumsdiskussion zum Thema eröffneten die Forscher in Granada ihr wissenschaftliches Programm. Und sofort gerieten sich die Gelehrten in die Haare: Alle Säugetiere kommunizieren vermittels Pheromonen, so argumentierten die einen. Also werde es der Mensch auch tun. Wenn der Mensch wirklich unbewusst auf die Duftstoffe seiner Mitmenschen reagiert, so erwiderten die anderen, warum ist es dann so verdammt schwer, dies nachzuweisen?

In der Tat schien die Wissenschaft lange jenen recht zu geben, die das Riechorgan des Menschen geringschätzten. Die Riechschleimhaut des Menschen ist groß wie

## Vom Molekül zum Duft

Der Geruchssinn des Menschen

1 Duftmoleküle gelangen mit der Atemluft zur Riechschleimhaut, in der sich rund 30 Millionen Riechzellen zusammendrängen. In der Membran dieser Zellen sitzt jeweils einer von insgesamt 350 verschiedenen Rezeptortypen.



2 Bindet sich der Rezeptor an ein Duftmolekül, so sendet die Riechzelle ein Signal an einen der knopfartigen Glomeruli im Riechkolben. An jedem Glomerulus laufen die Signale von rund 10 000 Riechzellen gleichen Typs zusammen. Auf diese Weise wird der Reiz verstärkt.



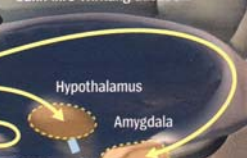
4 Einerseits wird der Riechreiz nun an den orbitofrontalen Cortex des Großhirns weitergeleitet, wo er mit anderen Eindrücken wie Geschmack, Tast-, Hör- oder Schmerzsinns zu einer Gesamtempfindung zusammengesetzt wird. Vermutlich dringt die Wahrnehmung erst hier ins Bewusstsein.



3 Der Riechkolben sendet das Signal nun an den olfaktorischen Cortex, wo der Reiz genauer analysiert wird. Dessen Zellen werden dabei nur dann aktiviert, wenn sie Signale von zwei oder mehr Glomeruli gleichzeitig empfangen. So vermögen sie Muster in der Rezeptoranregung zu erkennen.



5 Andererseits werden auch Hypothalamus und Amygdala vom gerochenen Duft informiert. Die Amygdala verknüpft Düfte mit Emotionen und trägt so zur Bewertung des Geruchs bei. Der Hypothalamus steuert das Hormonsystem. Deshalb wird vermutet, dass Pheromone über diese Nervenbahn ihre Wirkung ausüben.



Hormonausschüttung



Relative Größe des Riechhirns  
Rattenhirn menschliches Hirn



**Duftstoffsuche im Urwald Madagaskars\***  
Neue, nie zuvor gerochene Noten

männlichen Achselschweiß riechen, sind sexuell leichter erregbar; ihr hormonelles Steuerzentrum im Hypothalamus zeigt merklich erhöhte Aktivität; und in ihren Speichel schießt das Stresshormon Cortisol.

► Französische Forscher untersuchten das Sekret, das die gut 100 Geruchsdrüsen in der weiblichen Brust absondern. Sie konnten nachweisen, dass es durch seinen Duft das Saugverhalten von Babys deutlich verstärkt.

► Die Düsseldorfer Psychologin Bettina Pause nahm bei Probanden während der Diplomprüfung Schweißproben. An diesem Angstschweiß ließ sie dann andere schnüffeln – und stellte fest, dass deren Schreckreflexe merklich erhöht waren.

Vor allem aber mischte sich eine Forscherin in die Debatte ein, die mit ihren bahnbrechenden Arbeiten wie keiner ihrer Kollegen die Geruchsforschung beherrscht. Linda Buck, die Nobelpreisträgerin aus Seattle, verkündete, dass sie eine ganz neue Klasse von Geruchsrezeptoren aufgespürt habe. Bei Mäusen zumindest scheinen diese darauf spezialisiert zu sein, Signalstoffe zu erkennen, die sich im Urin der Artgenossen finden. Aber auch im Erbgut des Menschen finden sich Mitglieder der neuen Rezeptorklasse – ein erster Hinweis auf eine weitere Form menschlicher Pheromon-Kommunikation?

Noch sei es zu früh, darüber zu spekulieren, meint Buck. Dennoch lässt ihre Arbeit die Forschergemeinde aufhorchen. Denn die Kollegen wissen: Buck publiziert selten, doch wenn sie sich zu Wort meldet, dann hat sie auch etwas zu sagen.

Sie war es, die vor 15 Jahren die gewaltige Familie der Riechrezeptoren im Erbgut fand und damit das Tor zur modernen Geruchsforschung aufstieß. In vielen Labors der Welt versuchen seither Wissenschaftler, diese Moleküle genau zu untersuchen, um festzustellen, welches von ihnen auf Vanille, Rosenöl oder Bananenduft anspricht.

Zu den erfolgreichsten zählt Hanns Hatt. Im vierten Stock des Bochumer Uni-Beutongebirges hat er rund zehn der Rezeptormoleküle in Nierenzellen eingebaut und diese somit gleichsam das Riechen gelehrt. Nun kann er jedes dieser Moleküle mit Geruchsstoffen beduften und feststellen, wie es darauf reagiert.

Schon wecken solche Erfolge Träume in der Industrie. Chips zu entwickeln, auf denen dann alle 350 Geruchsrezeptoren in winzigen Detektorkammern sitzen. Dann, so die Idee, ließe sich auf dem Chip die Reaktion der Riechschleimhaut exakt simu-

\* Luftschiff-Expedition im Auftrag des Duftstoffkonzerns Givaudan.

eine Briefmarke – und das ist, verglichen etwa mit der des Hundes, eher klein. Rund 30 Millionen Riechzellen strecken in der menschlichen Nase ihre Antennen in die vorbeistreichende Atemluft. Beim Hund ist deren Zahl bis zu siebenmal größer.

Deutlich zeigt sich die menschliche Unterlegenheit auch bei der Vielfalt dieser molekularen Antennen. Rund 1000 verschiedene Rezeptoren tasten im Riechepithel von Maus oder Hund die Duftmoleküle ab; beim Menschen sind es ganze 350 – und Genanalysen deuten darauf hin, dass sich der Niedergang des Riechens sogar noch fortsetzen wird.

Weitaus erbärmlicher aber schneidet der Mensch ab, wenn es um das Riechen von Pheromonen geht. Zwar findet sich auch in seiner Nase jenes Organ, das im Tierreich dafür zuständig zu sein scheint: Es besteht aus einem Schlauch, rund einen Zentimeter lang und knapp einen Millimeter dick, der sich an den Fuß der Nasenschleimhaut anschmiegt und dort fleißig Schleim pumpt.

Bei Tieren ist dieser Schlauch, das sogenannte vomeronasale Organ (VNO), mit 200 bis 300 weiteren Rezeptortypen bestückt. Ihre Aufgabe scheint es zu sein, den an ihnen vorbeigepumpten Schleim nach Signalsubstanzen der Artgenossen zu durchforsten.

Beim Menschen jedoch ist das VNO verstümmt – ein funktionsloses Relikt der evolutionären Vergangenheit wie Blinddarm oder Steißbein. Von den Rezeptoren, die dort einst siedelten, sind dem Menschen nicht mehr als 5 geblieben, die sich unter die 350 anderen Rezeptoren in der Riechschleimhaut gemischt haben.

Dieser ernüchternde Befund hätte die Diskussion um menschliche Pheromone beenden können. Doch eine Frage blieb noch unbeantwortet: Wenn die Fähigkeit der Menschen, chemisch miteinander zu kommunizieren, im Verlauf ihrer Evolution verkümmert ist, warum riechen sie dann so intensiv?

Kein anderer Primat trägt, wie der Mensch, Duftdrüsen in der Achselhöhle. „Die produzieren ein hochkompliziertes Gemisch aus Steroiden, Fettsäuren und anderen Substanzen, zusammen sicher 100 verschiedene“, berichtet die Psychologin Bettina Pause von der Universität Düsseldorf. „Bei jedem Tier würde man von einem eigenen Duftorgan sprechen.“

Das Argument überzeugt auch viele Kollegen. Zudem schüren neue Experimente, die in Granada vorgestellt wurden, die Diskussion:

► Forscher an der Universität Berkeley testeten den Effekt des Testosteron-Abkömmlings Androstadienon. Ihre Befunde: Frauen, die diesen Stoff aus dem



**Nobelpreisträgerin Buck**  
Geplauder von Hirn- und Hormonzellen

## Suchen Sie Monster?

Dann gehen Sie jetzt gleich auf [www.monster.de/arbeitgeber](http://www.monster.de/arbeitgeber)

- ✓ Express-Anzeige selbst schalten
- ✓ Einfach, schnell und günstig
- ✓ Maximale Reichweite, denn die Anzeige erscheint auch bei [jobpilot.de](http://jobpilot.de)
- ✓ Top-Kandidaten aus allen Branchen

Wir beraten Sie gerne:  
E-Mail: [info@monster.de](mailto:info@monster.de)  
Tel.: 0800 1 666 78 37

 **monster.de**

lieren – und womöglich wäre es auf diese Weise sogar möglich, künstlich Wohlgerüche zu komponieren, die das Riechepithel gefälliger als jeder Naturstoff zu umschmeicheln vermögen.

Linda Buck jedoch hat ihr Interesse unterdessen neuen Fragen zugewandt. Am privaten Fred-Hutchinson-Institut in ihrer Heimatstadt Seattle hat sie ihr Forscherparadies gefunden. Gemeinsam mit einer kleinen Arbeitsgruppe kann sie sich dort ihrer großen Leidenschaft widmen: den Rätseln des Geruchs nachzuspüren.

Wie der Riechreiz ins Gehirn gelangt, das hat sie, zumindest im Prinzip, geklärt. Nun will sie verstehen, wie dort die Empfindung eines Geruchs entsteht.

In Granada berichtete sie, wie weit sie bereits gekommen ist. Bis ins Riechhirn gelang es ihr, die Signale der Riechzellen zu verfolgen. „Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass dort der Reiz auf verschiedene Eigenschaften der Duftstoffe hin analysiert wird“, erklärt die Forscherin. Vermutlich erst im Großhirn werde dann das Ergebnis dieser Analyse zu einer Empfindung zusammengesetzt.

Doch noch auf einem anderen Pfad dringen die Geruchsreize ins Hirn. Und auch hier ist ihnen Buck – zumindest im Mäusehirn – auf der Spur. Gemeinsam mit ihrem Mitarbeiter Ulrich Böhm, der inzwischen an das Hamburger Zentrum für Molekulare Neurobiologie umgezogen ist, spürte sie dem Riechreiz bis in den Hypothalamus nach, die Steuerzentrale des Hormonsystems.

Rund 800 Zellen produzieren dort im Mäusehirn GnRH. Seit langem schon ist dieses Hormon als Schlüsselsubstanz für die Regulierung von Eireifung, Paarungsverhalten und Schwangerschaft bekannt. Doch erst Böhm und Buck entdeckten, welche zentrale Rolle diese Zellen auch im Netzwerk der Neuronen spielen. Mit mehr als 50.000 Nervenzellen, verstreut über fast alle Teile des Gehirns, scheinen die Hormon-produzierenden Zellen zu plaudern.

Genau in diese Schaltstelle, an der Hirn und Hormonsystem sich miteinander austauschen, senden die Riechzellen ihre Informationen – ein Daten-Highway, der wie geschaffen scheint, um die Wirkung von Pheromonen zu vermitteln.

Dass diese in vielfältiger Weise Einfluss haben, ist aus dem Tierversuch bekannt: Spezielle Geruchsstoffe können bei Mäusen die sexuelle Reife vorantreiben, den Eisprung verzögern oder die Paarungsbereitschaft steigern. „Manchmal lösen Pheromone sogar eine Abtreibung aus“, erzählt Böhm. Denn schnüffelt eine Mäu-

sin am Urin fremder Männchen, so blockiert ihre Gebärmutter die Einnistung von Embryonen. Das Weibchen ist damit wieder bereit zur Paarung mit dem neuen Partner.

Und noch mehr entdeckten die Forscher: Der Hypothalamus sendet auch Signale an den Riechcortex zurück. „Offensichtlich kann also der hormonelle Zustand wiederum das Riechvermögen beeinflussen“, folgert Böhm.

Noch sei zwar nicht bewiesen, dass beim Menschen Hirn und Hormonsystem wie bei der Maus miteinander verschaltet sind. Doch vielleicht, spekuliert Böhm, sei es eben doch kein Zufall, dass Frauen während des Eisprungs besonders gut riechen können.

„Ist es nicht faszinierend, wie eng der Geruch mit den anderen Teilen des Gehirns verwoben ist?“, staunt auch Gordon



**Geruchsforscher Hatt: Nierenzellen das Riechen lehren**

Shepherd. Als eine Art Vordenker des Geruchs versucht der Yale-Professor seit Jahren, die Aufmerksamkeit auf diesen vernachlässigten Sinn zu lenken.

Die besondere Bedeutung des Geruchs beim Menschen sieht er allerdings weniger auf dem Terrain der Pheromone. Ihn fasziniert vielmehr, wie in der Großhirnrinde die Sinne miteinander verschaltet werden. Erst hier nämlich verschmelzen die Daten aus Nase, Zunge und Gaumen zum Gesamteindruck eines Rinderbratens. Hier erst vollkommnet die leichte Reizung des Schmerznerfs durch den Pfeffer das Geschmackserlebnis.

Zwar sei die menschliche Nase selbst wohl etwas weniger subtil als diejenige vieler anderer Tiere, meint Shepherd. Kein anderes Geschöpf jedoch besitze die Fähigkeit, die Sinne in ähnlicher Weise miteinander zum Gesamtkunstwerk zu komponieren. „Dazu bedarf es dessen, was nur wir besitzen: eines gewaltigen Großhirns.“

Deshalb, meint der Vordenker aus Yale, gebe es nur eines, was Menschsein in Vollendung ist: ein gutes Essen zu genießen.

JOHANN GROLLE