

# Die Sinnesorgane

## Die Sinnesorgane

### 1. Der Geruchssinn

Das Organ des Geruchssinnes ist die mit Geruchsnerven (olfaktorischen Nerven) ausgestattete Riechschleimhaut der Nase. Die Geruchsnerven wirken auch bei der Wahrnehmung verschiedener Geschmacksrichtungen im Mund mit, d. h., die meisten Empfindungen, die man selbst für Geschmack hält, sind in Wirklichkeit Gerüche.

Jede Riechzelle der Schleimhaut weist nur einen Typ von Rezeptoren auf und filtert damit bestimmte Duftstoffe heraus. 1998 berichteten Forscher der US-amerikanischen Columbia University, es sei erstmals gelungen, einem Protein der Nasenschleimhaut einen bestimmten Duft zuzuordnen. Man nimmt an, dass derartige Proteine durch Duftstoffe aktiviert werden und in Rezeptoren der Nasenschleimhaut elektrische Entladungen bewirken, die über Nervenbahnen an das Gehirn weitergeleitet werden, wodurch dieses einen bestimmten Duft erkennt. Die Gestalt der Geruchsmoleküle bestimmt über den Geruch der betreffenden Substanz, die Moleküle ähnlich riechender Substanzen sind auch ähnlich geformt. Es gibt etwa 1 000 unterschiedliche Rezeptortypen und 1 000 zugehörige transmembrane Proteine.

Der **Mensch** kann mindestens **10 000** verschiedene **Gerüche unterscheiden**. Die Beschreibung und Einteilung von Gerüchen ist schwierig, aber anhand der chemischen Bestandteile von Geruchsstoffen hat man einige nützliche Kategorien geschaffen. Den Forschungsergebnissen zufolge gibt es sieben grundlegende Düfte: Campher, Moschus, blumig, Pfefferminz, etherisch (z. B. chemische Reinigungslösung), stechend (Essig) und faulig.

Der Geruchssinn ist ein Teil des chemischen Sinns, zu dem auch der Geschmacksinn gehört. Er reagiert auf gasförmige Stoffe sowie im geringen Maß auf Nebel und Stäube.

Riechbare Stoffe müssen darüber hinaus mit den entsprechenden Rezeptoren in eine Wechselwirkung treten. Flüssige oder feste Stoffe müssen in ausreichendem Maße in den gasförmigen Zustand übergehen. Riechbare Stoffe müssen einen ausreichend hohen Dampfdruck besitzen. Mit steigendem Molekulargewicht werden Stoffe schwerer flüchtig. Etwa ab einem Molekulargewicht von circa 300 reicht der Dampfdruck einer Substanz nicht mehr aus, um die zu Erzeugung eines Geruchsreizes notwendige Konzentration aufzubringen. Heroin ist entsprechend diesen Vorstellungen geruchslos. Es besitzt ein Molekulargewicht von 369. Auf seine geruchliche Erkennung wird an anderer Stelle einzugehen sein.

Der Geruchssinn spielt bei Lebewesen eine wichtige Rolle. Die Verständigung im Tierreich beruht zu einem nicht geringen Teil auf dem Erkennen bestimmter Stoffe. So erkennen Insekten den Partner und die Futterstelle anhand des Geruchs.

Auch die Orientierung des Hundes ist zum großen Teil an den Geruchssinn gebunden, so ist sein am besten entwickeltes Sinnesorgan der Geruchsanalysator (Nase).

Lebewesen die sich hauptsächlich nach dem Geruch orientieren (Nasentiere) bezeichnet man als



**Makrosmatiker**

Lebewesen die sich hauptsächlich über den Gesichtssinn orientieren (Augentiere) nennt man

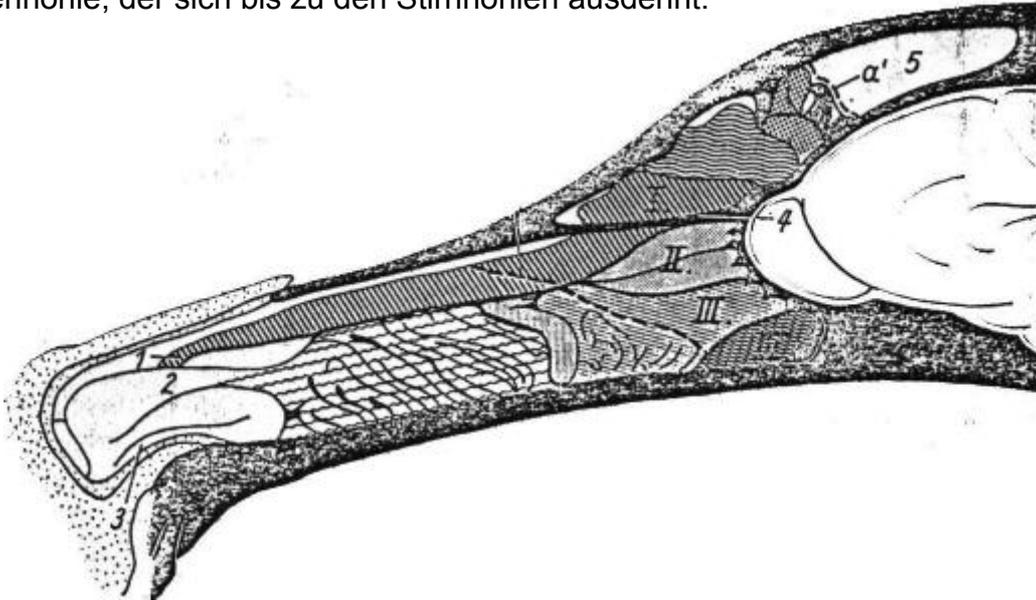


**Mikrosmatiker**

Hierzu gehört der Mensch dessen geruchsempfindliche Sinneszellen befinden sich in Riechspalten der sehr viel einfacher aufgebauten Nasenhöhle.

## **Die Nase des Hundes**

Der Nasenraum des Hundes besitzt mehrere Vorräume, die der Befeuchtung und Erwärmung der Atemluft dienen. Von der feuchten Nasenspitze aus wird die Temperatur geregelt. Die Riechschleimhaut befindet sich im geschützten hinteren Teil der Nasenhöhle, der sich bis zu den Stirnhöhlen ausdehnt.



Die **Riechfläche** des Schäferhundes umfaßt **-150- qcm** in denen sich **- 225.000.000- Riechzellen** befinden.

Im Vergleich dazu besitzt der Mensch eine Riechfläche von **-5- qcm**, mit **-5.000.000-** bis **-7.000.000-** Riechzellen.

Jede Riechzelle entsendet in eine alles überziehende dünne Schleimschicht eine Reihe von Härchen, in denen sich die Geruchsempfänger befinden. Von der Riechzelle gehen Nervenfasern zum Riechhirn, dem Bulbus olfactorium. Von dort erfolgt die Verknüpfung zu anderen, höheren Hirnteilen.

Das Riechhirn ist entwicklungsgeschichtlich der älteste Hirnbezirk.

Neben den Zellen der Riechschleimhaut reagieren die Verzweigungen des Nervus trigeminus in der allgemeinen Nasenschleimhaut mit Geruchsstoffen. Es handelt sich vornehmlich um stechend riechende Duftstoffe wie z.B. Ammoniak, Salzsäure und auch Essigsäure. Diese Rezeptoren sprechen bei sehr viel höheren Konzentrationen an als die Riechschleimhaut.

Das Erkennen von Duftstoffen bei normaler Atmung ist begrenzt. Es beruht im wesentlichen auf einem Diffusionsvorgang, wobei kleine Moleküle schneller als größere zu den Rezeptoren gelangen.

Zum eigentlichen Riechen führt beim Hund die sogenannte Schüffelatmung, bei der er in kurzen Stößen bis zu -300-mal in der Minute einatmet und anschließend einmal stark ausatmet. In dieser Weise wird sichergestellt, daß die Duftstoffmoleküle zur Riechschleimhaut transportiert werden. Nach verschiedenen Abschätzungen gelangen nur etwa 2% der Moleküle in den Rezeptorbereich.

Die einzelnen Moleküle werden in der Schleimhaut gelöst und wandern sehr schnell (etwa in 0,1 sec.) zu den nahen Rezeptoren. Die Rezeptoren geben die empfangenen Reize als elektrische Signale weiter.

Die Geruchsempfindlichkeit von Mensch zu Hund ist **1:100 Millionen**.

Der Hund kann Duftstoffe circa um einen Faktor von **-1- bis -10- Millionen** besser wahrnehmen als der Mensch.

Die Differenzierungsfähigkeit von Duftstoffen ist beim Hund etwa um den Faktor **- 1000-** besser als beim Mensch.

Wir unterscheiden hier:

1. die Wahrnehmungsschwelle - unbestimmter flüchtiger Geruch
2. die Erkennungsschwelle - erkennen des speziellen Geruchscharakters
3. die Aufmerksamkeitsschwelle - ohne Hinweis oder Konzentration auf eine Duftquelle wird ein Geruch bemerkt  
Sie sind stark an ihre biologische Bedeutung gebunden
4. die Erträglichkeitsschwelle - Geruch wird als unangenehm stark empfunden

Durch Abrichtung von Hunden kann man die Aufmerksamkeitsschwelle für besondere Duftnoten sehr stark senken.

Die Riechschwelle für bestimmte Fettsäuren liegt beim Menschen etwa um  $10^6$  höher als beim Hund. Die Zahl der riechbaren Substanzen ist unbekannt, aber es gibt praktisch keinen Stoff, der genau so riecht wie ein anderer. Man schätzt die verschiedenen möglichen Geruchsempfindungen auf über  $10^6$ .

Oft führen geringfügige Unterschiede im Molekülbau zu ganz verschiedenen Empfindungen.

Drei Bedingungen sind nötig, damit eine Substanz riechbar ist: Sie muß flüchtig und fettlöslich und mindestens 2-atomig sein. Daher spricht ein Einzelrezeptor beim Hund bereits auf ein einziges Fettsäuremolekül an.

Bei Riechtesten wurde entdeckt, daß der Hund bestimmte Substanzen noch in einer Verdünnung 1 : 10 Mill. zu entdecken vermochte.

Länger andauernde Riechvorgänge bewirken ein Ansteigen der Aufmerksamkeitsschwelle, der u.U. bis zur Geruchslosigkeit führen kann. Man bezeichnet dies als Adaption, welche auf einer Absättigung der Rezeptoren (Sinneszellen) und auf gewissen Vorgänge im Riechhirn beruhen.

Diese Erscheinung stellt sich beim Menschen gelegentlich schon nach einem Atemzug ein: Starker Tabakgeruch in einem Restaurant wird bereits nach kurzer Zeit nicht mehr wahrgenommen.

Die Adaption wird durch Ruhepausen vermieden. Der Hund bewirkt dies durch die sogenannte Schnüffelatmung. Das Riechorgan ist in der Lage sich in der kurzen Zeit zwischen den Schnüffelstößen zu erholen.

Das intensive Riechen ist jedoch für den Hund Schwerarbeit. Nach einer Sucharbeit von 15 bis 20 Minuten werden Körpertemperaturen um 40 Grad Celsius gemessen.

Sobald der Geruch schwieriger zu identifizieren ist, verlängert sich die Dauer der Schnüffelperioden, die Pausen werden kürzer, die Ausatmung erfolgt immer häufiger durch den Mund. Je ruhiger ein Hund auf der Fährte arbeitet, umso niedriger liegen auch die Herzfrequenzen. Auf leichten Fährten steigen die Herzfrequenzen an, was

die Motiviertheit der Hunde anzeigt. Bei steigendem Schwierigkeitsgrad ändert sich auch das Atemmuster der Hunde.

Reizauslöser zum Einsatz der Nase des Hundes sind Gerüche die für ihn:

1. lebensnotwendig sind - Hunger spricht den Selbsterhaltungstrieb des Hundes an
2. Signalbedeutung haben -
  - a. Ball oder Bringsel sprechen Spiel-und Beutetrieb an
  - b. der Meutetrieb wird durch den sich entfernenden Hundeführer angesprochen

Anstelle der oben aufgeführten Hilfsmittel der Aufbauphase treten im späteren Stadium, die gleichzeitig im Rahmen der Abrichtung konditionierten Hörzeichen "Such" oder Begleitmaßnahmen (Anlegen des Suchgeschirrs; Unterlegen der Leine usw.) für sich alleine als Reizauslöser der zuvor angesprochenen Triebe auf.

Nach der Abrichtung wird der Hund den oder die Gerüche verfolgen oder durch anerlernte Verhaltensweisen anzeigen, zu denen er abgerichtet wurde.

## **2. Gehör**

Der Hund kann Hörreize achtmal besser differenzieren als der Mensch.

Das Ticken einer Uhr hört der Mensch in -3- Metern Entfernung, der Hund kann es noch in -25- Metern Entfernung hören.

Die unter Hörgrenze des Hundes und des Menschen liegt bei 16.000 Herz.

Die obere Hörgrenze des Menschen liegt bei 28.000 Herz.

Töne darüber werden als Ultraschall bezeichnet.

Die obere Hörgrenze des Hundes liegt bei 37.000 bis 38.000 Herz.

Andere Meßergebnisse ergaben Werte von bis zu 50.000 Herz. Inwieweit tatsächliche Unterschiede der Hunde oder Meßfehler eine Rolle spielen kann schwer festgestellt werden.

Diese hohe Empfindlichkeit erklärt die bessere Differenzierung.

Durch die Stellung seiner Ohren kann der Hund auch die Schallrichtung besser erkennen als der Mensch.

Dies geschieht durch den Zeitunterschied der durch das Auftreten des Schalls an beiden Ohren entsteht. Der meßbare Winkel beträgt beim Mensch 8,4 Grad, beim Hund 2,5 Grad.

Letztendlich dient das Ohr, wie beim Mensch auch, als Gleichgewichtsorgan, dessen Bedeutung vor allem beim Überwinden von Hindernissen klar wird.

### **3. Sehen**

#### **Grundprinzipien**

Mit Hilfe von Lichtsinnesorganen können Mensch und Tier Farben, Formen, Entfernungen und die räumliche Ausdehnung von Körpern wahrnehmen. Das einfallende Licht regt Sehfärbstoffe von Rezeptorzellen auf der Netzhaut (Retina) im Auge an. Jedoch ruft nur Licht eines bestimmten Wellenlängenbereichs (400 bis 650 Nanometer) einen Reiz auf der Netzhaut hervor. Das Farbsehen beruht auf der Reizaufnahme von drei verschiedenen Rezeptortypen, die Licht unterschiedlicher Wellenlänge absorbieren. Die Farbe eines Objekts hängt von der spektralen Zusammensetzung des einfallenden Lichtes ab, das die drei Rezeptortypen jeweils unterschiedlich stark anregt. Die Helligkeit eines Objekts hängt von der Amplitude des einfallenden Lichtes ab.

Die Sinneszellen im Auge (Rezeptoren) werden in Zapfen und Stäbchen unterschieden.

Die Stäbchen sind sehr lichtempfindlich, dienen dem Dämmerungssehen und erzeugen das Hell-Dunkel-Empfinden.

Die Zapfen sind sehr farbempfindlich und dienen dem Tagsehen.

Bei Tieren, die in der nacht aktiv sind, überwiegen die Stäbchen.

Der Hund ist, wie sein Urahn der Wolf, grundsätzlich ein Dämmerungsjäger. Das Anpassungsvermögen des Hundeauges von Hell und Dunkel ist jedoch geringer als das des Menschen. Beim Mensch beträgt die Anpassung des Auges an die Dunkelheit circa -30- Minuten. Dies ist vor allem bei Nachteinsätzen des Hundes zu berücksichtigen.

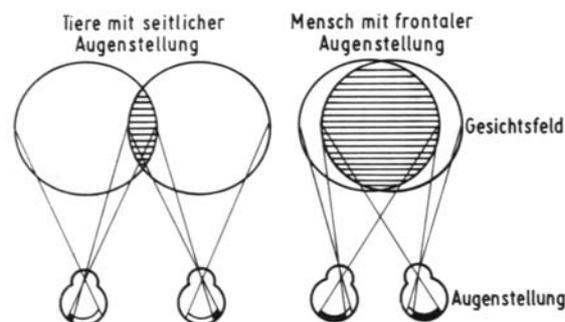
Im Gegensatz zum Mensch der 160 Farben unterscheiden kann, hat der Hund kein Farbempfinden.

Eine notwendige Unterscheidung von Farben ist für den Hund, nur im Bereich der Grauwertskala möglich.

Dafür reagiert er sehr gut auf Bewegungen und Figurenunterschiede.

Eine Besonderheit bei Tieren mit seitlicher Augenstellung ist das **monokulare Sehen** - Sehen mit einem Auge.

Das **binokulare Sehen** - das ist die Fähigkeit, mit beiden Augen gleichzeitig einen Gegenstand zu sehen und ihn räumlich zu erkennen - ist beim Hund, auf Grund der anatomischen Lage der Augen, erst auf größere Entfernung in geringem Ausmaß möglich.



Das binokulare Sehen ermöglicht dem Menschen seine Umwelt dreidimensional wahrzunehmen.

Das monokulare Sehen des Hundes entspricht dem zweidimensionalen Seherlebnis dem Fernsehen.

Durch das schwach entwickelte Raumempfinden bzw. Tiefensehen kann es beim Einsatz und vor allem bei der Stöberarbeit zu Fehlschlägen kommen.

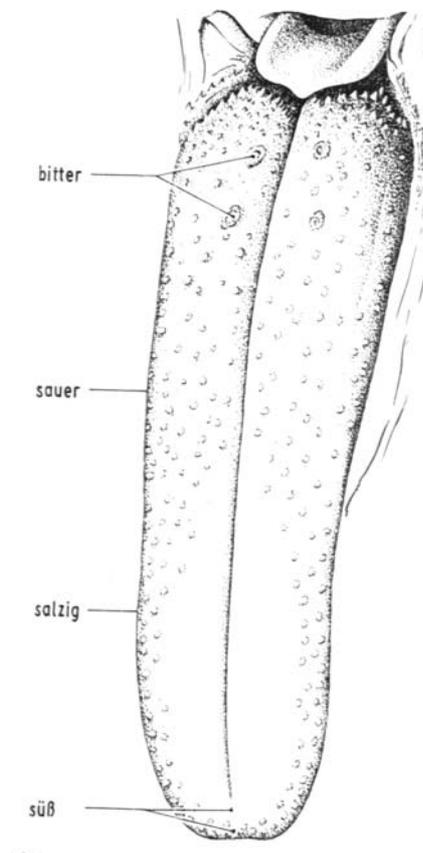
Wesentlich für die Abrichtung ist auch das gering ausgeprägte Entfernungsehen des Hundes.

Im flachen übersichtlichen Gelände kann der Hund sich bewegende Personen bis zu etwa -300- maximal -400-Metern wahrnehmen.

Die Sehgrenze für Sichtzeichen beträgt -100- bis 150- Meter.

#### **4. Geschmackssinn**

Geschmacksempfindungen werden ausgelöst durch die Berührung wasserlöslicher Substanzen mit der Zunge. Der Hund kann wie der Mensch eine Vielzahl von Geschmackskomponenten unterscheiden. Diese sind allerdings keine reinen Sinnesleistungen des Geschmackssinnes, sondern Kombinationen aus verschiedenen Reizen, wie Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur, Geruch und Geschmack. Isoliert von allen anderen Einflüssen kann der Geschmackssinn nur vier verschiedene Grundkomponenten unterscheiden: süß, sauer, salzig und bitter. Diese Unterscheidung gelingt mit Hilfe der Geschmacksknospen auf der Zunge – in Schleimhautfalten eingebettete Rezeptoren.



## **5. Tastsinn**

**Tastsinn** oder Fühlsinn, einer der fünf Sinne des Menschen und der Tiere. Der Tastsinn registriert jede Berührung mit einem Gegenstand. Beim Menschen basiert der Tastsinn auf speziellen Nervenendigungen in der Haut, die den Berührungsreiz über Nervenbahnen ins Gehirn weiterleiten. Diese Nervenendigungen befinden sich überall zwischen den Zellen der Epidermis, der äußeren Hautschicht. Eine typische Art dieser Nervenendigungen sind die Pacinischen Tastkörperchen, die vor allem an den Fingerballen in großer Dichte vorhanden sind. Der Tastsinn ist beim Menschen der am wenigsten entwickelte Sinn; er kann jedoch z. B. bei Blinden sehr differenziert ausgeprägt sein: Die kleinen Erhebungen der Braille-Blindenschrift können gut erfasst und unterschieden werden.

Der Mensch hat auf 1 qcm Haut im Durchschnitt 2 Wärme-, 13 Kälte-, 25 Druck- und 200 Schmerzpunkte.

Körperhaare können durch die Hebelwirkung die Empfindlichkeit steigern, was vor allem den Tieren zur besseren Orientierung dient.

Bei manchen Säugetieren sind Tastsinnesorgane z. B. im Schnauzenbereich besonders konzentriert, bei Gliederfüßern an den Antennen.