

*Bearbejdet og oversat fra engelsk af Finn Møller*

Dette er en fortsættelse af artiklen "Nyt vedr. hundenæsens funktion" i Schweisshunden Maj 2001. Gary S. Settles har som lovet, været så venlig at stille hele undersøgelsen til rådighed, når den blev publiceret.

Jeg har fra artiklen udvalgt det, jeg mener har interesse for schweisshundeførere, og har samtidig foretaget en mindre omformulering af teksten.

En stor tak til Gary for, at han huskede vores aftale.

### **De ydre luftstrømme når hunden snuser.**

Copy right Gary S. Settles\*, Douglas A. Kester\*\*, Lori J. Dodson-Dreibelbis\*\*\*

Sammendrag af et kapitel i bogen Sensors and Sensing in Biology and Engineering, ed. F.G. Barth, J.A.C. Humphrey, and T.W. Secomb, Springer, Vienna & NY, 2002.

\* gss2@psu.edu, phone (814) 863-1504, fax 865-0118,  
<http://www.me.psu.edu/psgdl>, Gas Dynamics Laboratory, Mechanical and Nuclear Engrg. Dept., 301D Reber Bldg., University Park, PA 16802 USA. Corresponding author.

\*\* now with York International, 1419 Monroe St., 1st Floor, York, PA 17404 USA,  
[douglas.kester@york.com](mailto:douglas.kester@york.com), phone (717) 771-6993.

\*\*\*[ljd3@psu.edu](mailto:ljd3@psu.edu), phone (814) 865- 6961, fax 865-0118, <http://www.me.psu.edu/psgdl>, Gas Dynamics Laboratory, Mechanical and Nuclear Engrg. Dept., 301D Reber Bldg, University Park, PA 16802 USA.

### **Introduktion**

Der er rigelig litteratur om lugtesans; men kun lidt om de ydre luftstrømme ved hundes snusning, eller for den sags skyld andre dyr undtagen mennesket. Studier af hundes næsebor har afsløret, at de ændrer sig under snusning, og at hundens snuse-adfærd ændrer sig afhængigt af fært-koncentrationen. Korte "sniff" er det normale, og lange "sniff" optræder i tilfælde af svag fært eller utilgængelig færtkilde.

Hidtil har aerodynamisk prøveoptagning - som jo er en nøgelfaktor i hundens ekstraordinære store lugteevne – været praktisk talt udforsket.

Vi har forsøgt at fylde dette gab, ved en serie af eksperimenter med levende hunde.

## **Eksperimenter med hundens lugtesans**

Da der ikke findes meget tilgængelig teknologi vedr. mobil indendørs eller udendørs måling af spor efter kemikalier, vendte vi os til den fremragende udviklede metode, som anvendes af hunde. Ved at studere luftens bevægelser omkring næsen, når hundene snuser til en fært, håbede vi at kunne lære nogle principper, som kunne støtte os i konstruktionen af et efterlignende udstyr.

En serie praktiske eksperimenter med hunde blev udført med metoder, som var godkendt af "Penn State Institutional Animal Care and Use Committee", og som anvendte upåvirkende metoder til at visualisere luftstrømme.

Der blev anvendt high-speed schlieren teknik til videooptagelse af termiske luftstrømme, videooptagelse af lysets brydning i luftbårne partikler, og direkte videooptagelser af næsens bevægelser, for at kunne opnå en forståelse af de ydre luftstrømme i forbindelse med hundens lugtesans.

Vi studerede både kæledyr og trænedede hunde fra 1-5 år. En Golden Retriever tæve, en Labrador Retriever hanhund, en Schæfer tæve, samt en Malinois tæve som var trænet til at finde sprængstoffer, og en Dobberman Pinscher som var trænet til at finde skydevåben og narkotika.

Luftstrømmene omkring hundenes næsebor blev observeret ved både fri fært i luften og fært nær gulyplanet, med hovedvægt lagt på det sidste. Der blev anvendt forskellige færtkilder fra få millimeters størrelse spændende fra foder til neutrale emner og inkluderet TNT- og marihuanafært for de trænedede hunde.

I flertallet af forsøgene, blev hundene tilskyndet til at undersøge færtkilder placeret i centrum af kameraets dækningsområde ved gulyplan. I begyndelsen blev der anvendt foder for at træne hundene. Senere blev der anvendt uspiselige og usædvanlige færtkilder for at opildne til undersøgende adfærd. I specialtilfældene med de trænedede hunde blev der tilfældigt udvalgt anvendt narkotika og sprængstof sammen med andre færtkilder, for at afgøre om det udløste nogen markant ændret snusningsadfærd. Det var dog ikke tilfældet. Ved nogle forsøg var hundene trænedede til at lægge hovedet i en hovedstøtte for at fikseres næsens placering i forhold til kameraet, hvorefter en luftbåren fært blev præsenteret for dem, som vist figur 1.

De første undersøgelser blev foretaget med et følsomt schlieren-optisk videosystem, som uden at forstyrre hundene viste de termiske forskelle i luftstrømmene under snusningen. Ved disse forsøg blev der anvendt varme eller kolde færtkilder for at "opmærke" den færtladede luft.

Schlieren-videooptagelser med op til 1.000 billeder pr. sekund afslørede, at der ved åndedrag udåndes en stor turbulent luftstrøm fra munden, som ødelægger enhver færtbærende luft i nærheden. Derfor må hundene normalt stoppe åndedrættet, for at kunne snuse. Normale eller korte sniff skete med en frekvens på 3-5 Hz, med hvert sniff bestående af en indsnusnings- og en udsnusningsfase.



Fig. 1 – Schlieren-optagelse som tydeligt viser afbøjningen af den udsnusede luftstrøm.  
 Det sorte er hovedstøtten. Færtkilden holdes i en pincet.

Indsnuset luft kommer ind i næseborene fra en afstand på op til 10 cm eller mere fra færtkilden. Dog vil hunden søge at formindske afstand til færtkilden til næsten nul, hvis den får mulighed for det. Hastigheden på luftstrømmen ind til næsen er i en vis grad omvendt proportional med afstanden til færtkilden. Derfor kan hunden først skelne alle færtens detaljer, når næsen er meget tæt på færtkilden. Vi tror, at denne opførsel er en udviklingsmæssig tilpasning af hunden, som jo er afhængig af detaljerede "lugtmeddelelser" i et meget større omfang end mennesker.

Evnen til at ændre næsens geometri er indbygget i hundens ydre næsebor, som vist figur 2. Hundens næse er mere end kun et et par simple åbninger, som leder ind til den indre næse. En kugleformet klap spærrer den forreste del af næsen, således at luften må strømme rundt om den. Da vi lavede direkte videooptagelser af næsen samtidig med schlieren-video optagelser, blev det vist, at næsen udvider sig under indsnusning, og åbner en genvej over klappen. Det kalder vi den øvre åbning. Ved udsnusning lukkes denne øvre åbning, og næsens fløje udvider sig udad og opad. Derved åbnes næsens sideslidser, hvis geometri og placering i forhold til klappen er afgørende for, at den udsnusede luftstrøm ledes til siden og nedad.

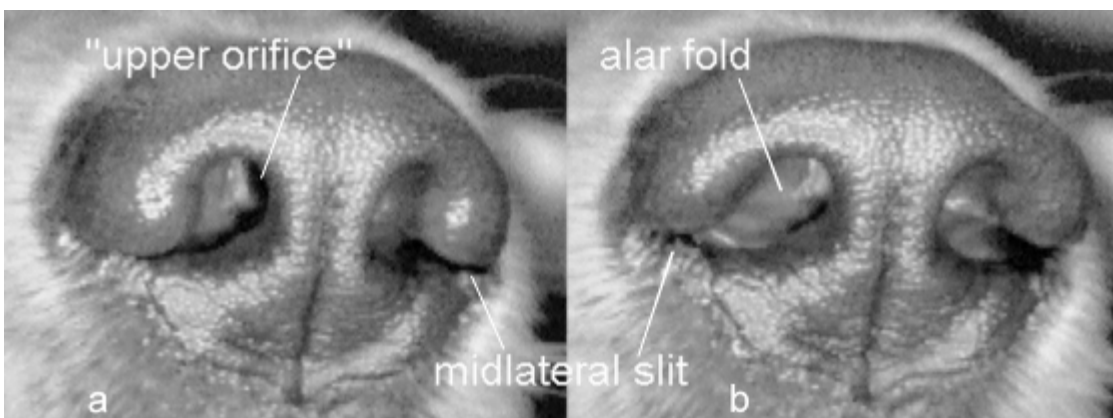


Fig. 2 – Hundens ydre næse under indsnusning (a), og udsnusning (b). Den kugleformede klap ses som en spærring lige indenfor næseborene

Den indsnusede luftstrøms passage gennem de øvre åbninger medfører, at den bliver rettet opad imod området med lugtecellerne. Disse ligger godt gemt inde i hundens næse ovenover området for det normale åndedræt, og er i direkte kontakt med hjernen.

Evnen til at ændre næsens geometri, som skifter vejen for luftstrømmen under indsnusning og udsnusning, er en udviklingsmæssig tilpasning af hundens næsebor. Det modvirker at udsnuset luft går imod fætkilden, og derved ødelægger forholdene ved indsnusning. I stedet leder det den udsnusede luftstrøm bort fra fætkilden.

Den samme anatomi med sideslidser ses hos andre dyr, som er afhængige af lugtesansen, og er tydeligvis noget meget for tidligt; og dermed en succesfuld tilpasning som er blevet naturlig udvalgt for lang tid siden.

Når hundene blev præsenteret for en utilgængelig fætkilde, viste de en tydelig forskellig snusefrekvens, og foretog lange sniff med et andet forløb af luftstrømmene. Her var snusefrekvensen kun  $1/3 - 1/2$  Hz, og den udsnusede luftstrøm var orienteret mindre sideværts og nedad end ved de korte sniff. De lange sniff blev aldrig observeret ved undersøgelse af en fri fætkilde på gulvplan. Derfor fokuserer vi efterfølgende kun på forholdene ved normale eller korte sniff. Ved snusning til en fætkilde på gulvplan orienteres hundens næse på en sådan måde, at den udsnusede luftstrøm bliver ledt bagud og til siderne langs gulvplanet, som vist figur 3a. Dette påvirker den omgivende luft, og trækker en luftstrøm imod næsen fra måske adskillige cm afstand langs gulvplanet, som vist figur 3b. Derved udvides rækkevidden af indsnusningsfasen, og det hjælper formentlig også med til at trække fært op fra skjulte placeringer.

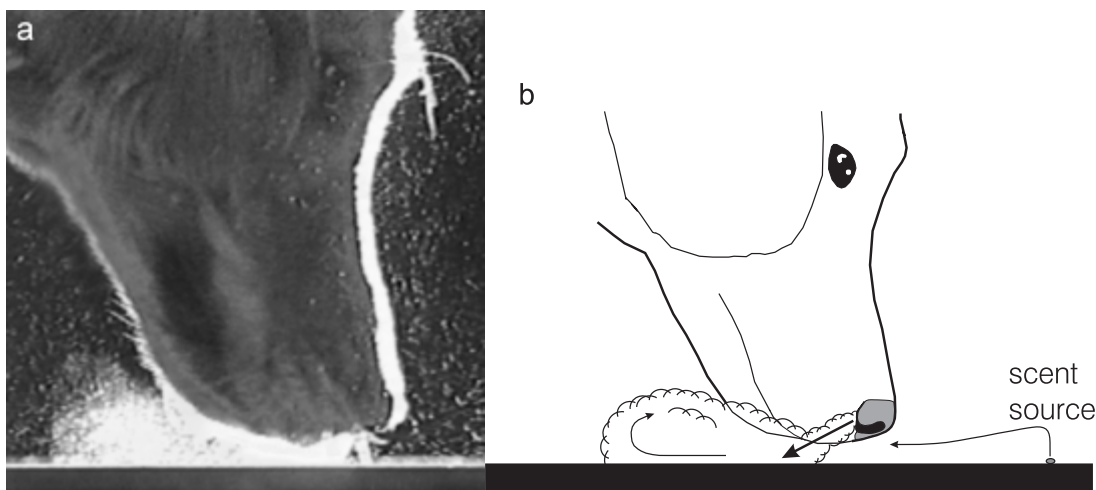


Fig. 3 – Snusning nær gulvplan set fra siden, vist ved lysets brydning i luftbårne partikler(a). Færten trækkes imod næsen ved påvirkning af den udsnusede luftstrøm (b)

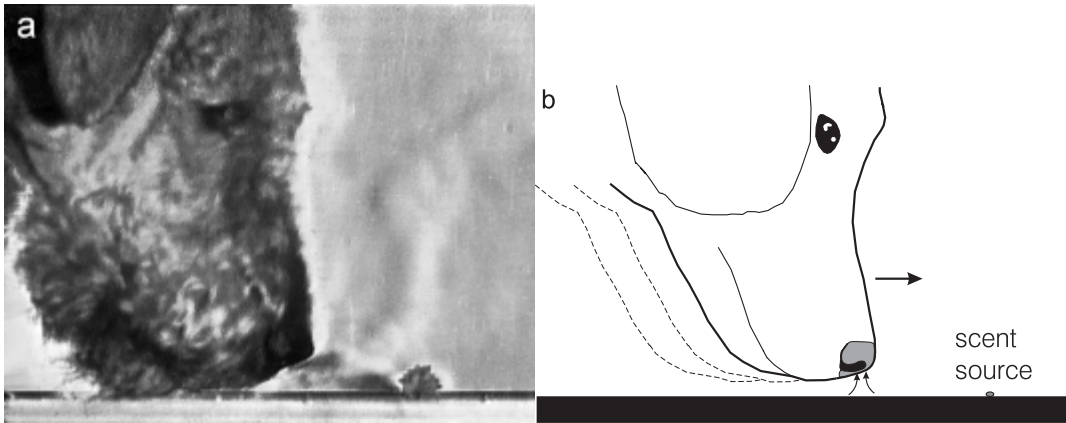


Fig. 4 - Schlieren-optagelse som viser færtens strømning ind en Airedal's næsebor. Færtkilden (en lille blomst) var varmet op for at gøre luftstrømmen synlig (a). Diagram af skanning ved gulvplanet (b).

Ved undersøgelse af en færtkilde på gulvplan viste flere af hundene en opførsel, som vi kalder skanning, som vist figur 4b. I stedet for at rette næsen direkte mod færtkilden blev næsen, før den nåede frem til færtkilden, sænket til den næste rørte gulvplanet. Hunden bevægede så næsen hen imod færtkilden, og stoppede, når næseborene var direkte over denne, medens den snusede vedvarende. Ofte skannede næsen forbi færtkilden, for at lade den udsnusede luftstrøm ramme direkte på denne. Derefter flyttede den næsen tilbage til en position direkte over færtkilden, og foretog få yderligere snusninger. Derved er det muligt for hunden at undersøge færtkilden både med øjnene og med næsen og samtidigt undersøge færtfordelingen i rummet tæt ved færtkilden. Dette medfører også, at der ved påvirkning af den udsnusede luft flyttes om på fine partikler i umiddelbar nærhed af færtkilden. For at kunne undersøge indvirkningen af de luftstrømme, der opstår ved hundens snusning på overflade-partikler, blev der anvendt en teknik som viser partiklernes bevægelse.

Gulvfladen tæt ved færtkilden blev tilstøvet med talkum med en gennemsnitlig kornstørrelse på 2/1000 mm.

Et spotlight blev rettet skråt på tværs af gulvfladen, imod men ikke direkte ind i kamera linsen. Med kameraet pegende på en mørk baggrund, blev luftbårne partikler synlige i det skrå lys.

Ved at anvende denne teknik konstaterede vi en stærk sammenhæng mellem den udsnusede luftstrøm og overfladepartikler bagved og ved siden af næseborene, som vist på figur 3a og 5a.

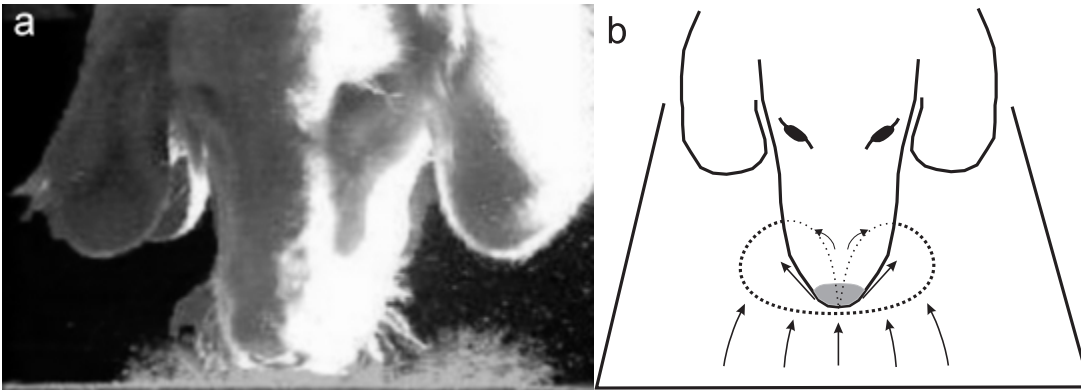


Fig. 5 – Snusning til en færtkilde ved gulvplanet, set forfra, vist ved lysets brydning i luftbårne partikler (a).

Diagram som viser, hvorledes den omgivende luft strømmer, når den udsnusede luft påvirker luften ved gulvplanet (b).

Medens de fleste partikler blev blæst bort, indsnusede hundene ofte også nogle af partiklerne, som var blevet luftbårne. Indsnusningen af partikler optræder hyppigst, når hunden skanner forbi en færtkilde, og returnerer. Men nogle partikler indsnuses også, ved at den indsnusede luftstrøm suger partiklerne op fra gulvplanet, som vist figur 5b. Eksperimenter med forskellige partikelstørrelser viste, at kiseljord-partikler mindre end omkring 0,1 mm kan gøres luftbårne, når de rammes af de udsnusede luftstrømme.

Tak

Dette arbejde var finansieret af the DARPA Unexploded Ordnance/Dog's Nose program (<http://www.darpa.mil/ato/programs/uxo/>), under ledelse af by Drs. R. E. Dugan and T. Altshuler.