

Hundens luktsinne



**RÄDDNINGSS
VERKET**

Hundens luktsinne

Rapporten har utarbetats av
Fil. lic, Lars Fäldt, tel 0506 - 35 255, mobil 010 - 671 90 92

För innehållet svarar författaren

Räddningsverkets kontaktpersoner
Stig Sjöstedt, Enheten för brand och räddning, tel 054 - 10 43 45
Lennart Larsson, Enheten för brand och räddning, tel 054 - 10 43 74

1997 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-88890-74-0

Beställningsnummer P21-172/97
1997 års utgåva

The rescue dog and human odour

After a request from the Swedish National Rescue Services Agency a study was done about human odour and the applications for rescue dog training. The method used was a literature search and discussions with rescue dog handlers and owners in Sweden and other countries. It is a common knowledge that dogs are able to recognize individual humans with help of the sense of smell. The operative rescue-, trailing-, tracking-, and ID-dogs show that it is possible to use this capacity to our service. A short description of the anatomy and function of the sense of smell is given. Each odour molecule has got it's own receptor. If the receptor is lacking the molecule has no smell. The odours, often molecular gases, are passively transported by the movements in the medium - air, water etc. The most important sources of human odours are sweat glands, exhaled air, urine and fecalia. The sweat glands often produce a substratum for a flora of bacteria to feed on. The odour molecules are mainly a result of the metabolism of these bacteria. The production in the glands are somewhat different in different individuals and this gives variation in the nourishment for the bacteria.

Thus we get variations in the odours produced. The variation has a genetic basis that is supplemented by other factors like sex, age, cultural background etc. The total result is that the variation is big enough to let every human being have his own specific odour. During training it is important to vary the sex, age and cultural background of the figurants. The smell of dead people changes with time because of the activities of bacteria, fungi, insects and other animals. It seems unlikely that a dog could be able to decide if a hidden person just has died or if he is still alive. Even if the production of odours is changing the molecules might very well still be in the space around the victim. But it is quite possible to train dogs to find dead people even if they have been buried many years ago.

Lars Fält, fil. lic.
Svenska Hundinstitutet

Sammanfattning	4
Inledning	5
Sökvägar och informationskällor	5
Sök-, spår- och identifieringshundar	6
Luktsinnet	6
Luftströmmarna i näsan	7
Receptorerna	7
Klassificering av lukter	8
Luktförluster	9
Doftämnen är mycket små	9
Hudflagor som luktbärare	9
Passiv transport av lukter	10
Luftströmmar på kroppen	10
Klimatet nära marken	11
Lukter från huden	12
Axillarkörtlarna	13
Ämnen som produceras i armhålorna	14
Svettkörtlar och talgkörtlar	14
Fötter	15
Illaluktande sårskador	15
Andedräkten	15
Urin och avföring	17
Liklukter	18
Slutsatser	19
Litteratur	21

Sammanfattning

Efter en förfrågan från Räddningverket gjordes en utredning om människolukter med hjälp av en litteraturgenomgång och diskussioner med räddningshundförare i Sverige och andra länder. Det är allmänt känt att hundar kan känna igen människor på lukten och de operativa räddnings-, spår-, sök- och ID-hundarna visar att det är möjligt att rikta denna förmåga till nytta för oss. En kortfattad redogörelse för luktsinnets byggnad och funktion ges. Varje doftämne har sin egen specifika receptor, om receptorn saknas upplevs inte ett ämne som luktande. Doftämnen, som oftast är molekyllära gaser, förflyttas passivt genom mediets (luft, vatten osv) rörelser. De viktigaste doftkällorna är svettkörtlar, utandningsluften, urin och avföring. Ofta fungerar svettkörtlarnas produktion som ett substrat för en bakterieflora och luktmolekylerna är ett resultat av bakteriernas ämnesomsättning. Produktionen i körtlarna är lite olika hos olika individer vilket ger variationer i bakteriernas näringstillgång vilket i sin tur skapar olikheter i deras produktion.

Variationen har en genetisk bakgrund som kompletteras av andra faktorer som kön, ålder, matvanor m.m. Det sammanlagda resultatet blir att variationen är tillräckligt stor för att varje människa kan ha en egen specifik lukt och att man bör tänka på att variera ålder, kön och ev kulturell bakgrund vid urval av figuranter. Lukten från döda förändras successivt bl a genom aktivitet av olika bakterier, svampar, insekter och andra djur. Det förefaller osannolikt att en hund skulle kunna bli säker på att avgöra om en död människa just har avlidit eller om hon fortfarande lever. Även om doftproduktionen ändras kan ämnena finnas kvar i utrymmet där den döde ligger. Däremot är det möjligt att träna hundar på att finna döda som varit begravda i många år.

Nyckelord: hund, luktsinne, människolukter, lik

Inledning

Det uppdrag som vi erhöll från Räddningsverket var formulerat så här:

”Räddningshunden skall endast markera levande människor. Hur länge betraktar, uppfattar hunden en död människa som levande? Är det så att det är utandningsluften från en person som hunden markerar? Om detta är fallet kommer en rätt utbildad räddningshund aldrig att påvisa en död människa? Finns det några studier gjorda inom detta område?”

Efter en första litteratursökning hittade vi ingen mer vetenskaplig undersökning som kunde svara på sista frågan. Brev till räddningshundförare i andra länder gav en del åsikter men inga referenser. I stället för att bara nöja oss med att vi inte hittade några hållbara studier beslutade vi oss för att söka efter uppgifter om lukter från levande och döda människor. Vi hoppades på så sätt få en bättre syn på vad räddningshunden åtminstone teoretiskt kan ha för möjlighet att skilja på levande och döda. Kontakterna med utlandet visade också på en stor nyfikenhet efter våra resultat. Bristen på information om människolukter och därmed även om vad vi egentligen tränar hunden på är tydligen stor. Vi hoppas att denna studie ska skapa bättre förutsättningar för träning av räddningshundar och en ännu större förståelse av och kanske ödmjukhet inför den kapacitet som våra hundar och deras luktsinne har.

Sökvägar och informationskällor

Information om människolukter visade sig i början av projektet vara ganska svår att få tag på. Det mesta som står i svenska och utländska hundböcker är mest spekulationer utan vetenskapligt värde. Efter hand hittades allt fler undersökningar i dermatologisk, odontologisk och annan medicinsk litteratur och det visade sig att bl a att parfymindustrin ligger långt framme när det gäller undersökningar om människolukter. Uppgifterna om liklukter är huvudsakligen hämtade från rättsmedicinsk litteratur.

Litteraturgenomgången började med besök vid Lantbruksuniversitetets bibliotek i Uppsala och filialen i Skara samt med en sökning genom MIC, Karolinska institutet (Medline). Kontinuerlig bevakning av utkommande litteratur har skett genom Current Contents (Agriculture, Biological and Environment Sci). Förutom böcker har ca 300 artiklar med ett omfång varierande mellan en och 30 sidor gått igenom. De flesta av avhandlingarna visade sig vid granskning inte ha särskilt mycket att tillföra projektet men de som jag befunnit intressanta finns redovisade i litteraturlistan. Det förefaller som om frågor om människolukter är intressemässigt expanderande och det finns all anledning att fortsätta bevakningen och komplettera rapporten med nya uppgifter om några år.

Kontakter med utländska hundförare gav en del intressanta synpunkter men tyvärr inte så mycket av vetenskapligt värde. Jag upplever att det finns ett behov av utökat informationsutbyte angående människolukter mellan olika räddningshundsorganisationer.

Den kortfattade redovisningen om hundens luktsinne är bl a hämtad från Pearsall & Verbruggen (1982) och luktsinne i övrigt från medicinska uppslagsverk och avhandlingar som redovisas i litteraturlistan (t ex Sekuler and Blake, 1990).

Sök-, spår- och identifieringshundar

Det finns mängder av praktiska erfarenheter av hundar i spår- och sökarbete. Enligt en äldre tradition skulle den viktigaste informationen i ett spår komma från växter och djur eller jord som påverkats eller trampats sönder av spårläggaren. När man började bryta mot den uppfattningen upptäcktes det att hundar mycket väl kan hitta och följa spår på asfaltsvägar, landningsbanor, betonggolv, i parkeringshus osv. Dessa erfarenheter visar att det snarare är information från spårläggaren själv som hunden utnyttjar.

Ytterligare bevis för detta är att den sk ID-hunden faktiskt fungerar, liksom ID-spårhunden.

I korthet går ID-arbetet ut på att hunden ska lukta på ett föremål som en misstänkt ev varit i kontakt med och sedan hitta samma luktbild på ett annat i en urvalssituation där man vet att den misstänkte hållit i ett av föremålen. I polisiära sammanhang används sådana hundar i Holland, Tyskland, Danmark, Ungern, Kuba m fl länder. I Sverige utreds frågan för närvarande.

Inom Svenska Hundinstitutet har vi ibland använt en enklare form av ID-träning som aktiveringsövningar under kurser. Det är märkligt hur fort hundarna förstår vad det handlar om. Vi har även använt tekniken för att illustrera hur viktigt det är med preparathantering och hur lätt föremål kan ”smitta ner” varandra med lukter om de kommer i kontakt med eller placeras nära varandra. Hundarna fungerar dåligt om man inte tar tillräcklig hänsyn till felkällorna.

ID-spårhundens uppgift består i att följa ett i ett urval av flera spår där den aktuella spårläggaren tidigare kommit i kontakt med ett föremål som hunden får nosa på före spårupptaget. Denna teknik är väl utnyttjad vid träning av blodhundar. Den fungerar även för andra raser.

Det är även väl känt att hundar kan användas till att söka efter människor i terräng, i byggnader, i katastrofområden m.m. Däremot är det inte så lätt att förstå vilka egenskaper (lukter) som hunden utnyttjar och vad vi i praktiken tränar den på. En av målsättningarna med denna rapport är att belysa detta problem.

Luktsinnet

Lukter finns överallt omkring oss. Många, kanske de flesta, betyder egentligen ingenting. Vi sätter inte någon beteckning, som *viol* eller *kaffe*, på dem förrän de fått en koppling till lust-olust, ätlig-oätlig, fara osv. Detsamma gäller för hunden, som själv eller med vår hjälp undan för undan lär sig vilka lukter som är intressanta och vilka som kan fortsätta att vara ”neutrala”. Eftersom hundens luktsinne är överlägset vårt är det inte helt enkelt att visa vad vi vill att den ska söka efter. När vi tror att vi tränar på en lukt, kanske hunden känner tio olika. Det är viktigt att ha en viss uppfattning om skillnaderna mellan vårt och hundens luktsinne när man tränar sökhundar av olika slag.

Det vi kallar lukter (dofter) är molekyllära gaser eller partiklar som transporteras passivt med luften och träffar mottagare (receptorer) i näshålan som omvandlar gasen till en nervsignal. Informationen förs vidare till luktbulberna och lukthjärnbarken där signalen tolkas, jämförs med tidigare erfarenheter, orsakar känsloupplevelser som t ex lust eller olust genom samarbete med andra delar av hjärnan m.m. Det är i hjärnan och inte i näsan som lukten upplevs. Relativt sett har hunden en mycket större lukthjärnbark än vi, vilket tyder på att den i sitt dagliga liv använder sig av lukter mycket mer än vi gör. Hos hundens vilda stam-

form - vargen - har lukterna haft stor betydelse för anpassningen till miljön och överlevnaden. Människan har satsat mer på synen.

Luftströmmarna i näsan

Sinnescellerna som reagerar på luktmolekylerna sitter i luktepitelet. Detta finns inte i hela näsan/nosen utan huvudsakligen i den övre bakre delen av näshålan. På så sätt blir receptorer skyddade mot skador. Inandningsluften innehåller ju en mängd olika saker som dammpartiklar och annat som skulle kunna störa förmågan att uppfatta lukter. Vid normal inandning passerar bara ca 2% av luften området med receptorer hos oss. Hur det förhåller sig hos hunden är oklart men skillnaden är nog inte så stor.

Luften kan nå luktepitelet på två vägar dels direkt genom näsan och dels ”bakvägen” upp genom de övre luftvägarna från munnen. När vi talar om arom, smak, bouquet osv handlar det mer om upplevelser via luktsinnet än via smaksinnet som är mycket mer begränsat på mottagarsidan.

Om man förhindrar luftströmmen genom att t ex hålla för näsan kan det vara svårt att avgöra om man tuggar på ett äpple eller en rå potatis. Samverkan mellan näsan och munnen är en komplex historia. Det händer tydligen något med luktsammansättningen när ämnet kommer in i munnen. Roquefortost, surströmming och kaffe smakar ju annorlunda än de luktar. En vinprovare måste båda lukta och smaka på vinet innan han ger sitt omdöme. Ibland när hundar slickar på luktfläckar kan det kanske bero på att hunden vill ha en mer komplex information.

Näsan/nosen består av två ”lådor” med en skiljevägg emellan. Luften kommer in i ”lådorna” genom näsborrarna. Luften styrs av strukturer ”näsmusslor” och/eller lameller i några huvudströmmar i botten och mitten av lådorna vilket är anledningen till att huvuddelen av luften aldrig når luktepitelet, som finns längre in och upp i näshålorna.

Det är viktigt att ha en utdragen nos om man ska leva i torra och varma eller kalla klimat. Andningsvägarna och lungorna skulle kunna ta skada om luften var alltför torr och het eller kall. Kroppsvarm och fuktig luft kommer upp från lungorna och påverkar lamellerna så att den torra inandningsluften blir fuktigare och varmare eller svalare innan den fortsätter ner mot lungorna. Nosen fungerar som en luftkonditioneringsapparat.

Mer luft passerar luktepitelet om man ökar hastigheten i luftflödet. Detta sker när man sniffar.

Sniffning är något som spontant nyttjas vid undersökning av en lukt. Frekvensen ökar ju svårare analysen är.

Detta kan man utnyttja för att ”fråga hunden” om en lukt är svår att känna igen, om en luktgradient är problematisk osv (se t ex Thesen, 1992). Trots vissa tekniska problem är detta en av de vägar vi nyttjar för att studera hundens luktsinne.

Receptorer

Luktsinnescellerna sitter i två områden med luktepitelet, ett i vardera näshålan. Ovanpå luktepitelet ligger ett tunt slemlager. Sinnescellerna skickar ut hårlika utskott - cilier - in i slemlaget. Ämnen som kommer in i näshålan kan fastna i slemmet och glida med i de svaga strömmar som finns där. Ämnena kan träffa på cilierna och det är i cilieväggen som ämnen känns igen. Det har funnits olika teorier om hur igenkännandet går till men för närvarande anser man att det sitter specifikt känsliga protein i cellväggen. Ett ämne måste hitta ”sitt” protein för att cilien och därmed också hela cellen ska reagera och skicka en signal in mot hjärnan (t ex Gesteland, 1986).

Sinnescellen är en nervcell och den kan bara fungera så att antingen skickar den en signal eller också inte. Den kan även skicka signaler med olika frekvens. Däremot kan den inte sända olika signaler för olika ämnen. Det innebär att varje cell är specifikt inriktad på en

specifik molekyl eller kanske grupp av molekyler. Vår relativa "luktblindhet" - jämfört med hunden - beror på att vi har färre receptorer, 5 - 10 miljoner mot hundens ca 200 miljoner. Hundarna är också känsligare än vi för ämnen i låga koncentrationer dvs när det är glest mellan molekylerna. Detta kan åtminstone delvis förklaras med att hundarna har fler cilier på varje sinnescell, vilket ökar sannolikheten för att molekylerna ska träffa "sina" specifika mottagareceller. Molekylerna kan ha många egna mottagareceller. Ju fler celler som skickar signaler in i hjärnan desto mer luktar det och desto närmare luktkällan kommer man. Höga signalfrekvenser från varje cell kan också ge den effekten (LánskΩ and Rospars, 1993). Man har olika känslighet för olika ämnen troligen beroende på hur viktiga de har varit under utvecklingens gång. Vi är t ex 10 miljoner gånger känsligare för etylmerkaptan (som luktar illa) än för koltetraklorid som används vid fläckborttagning - löser fett. Det är troligt att hunden är olika känslig för de olika ämnen som människor utsöndrar vilket ökar behovet av en väl genomtänkt träningsmodell.

Hos människor är doftkänsligheten störst på morgonen (Stones and Pryor, 1967), den är lägre hos äldre än hos yngre (Schiffman, 1983) och kvinnor är känsligare än män (Koelega and Koster, 1974). Om det finns motsvarigheter hos hundarna vet man ännu inte.

Hos oss störs känsligheten av rökning men också av passiv rökning (Ahlström et al, 1987). Man bör nog vara försiktig med rökning i trånga utrymmen t ex i bilen, om hunden är med. I synnerhet om man är på väg mot ett sökhundsarbete.

Förutom för specifika lukter finns det receptorer som reagerar på starka eller stickande lukter som gör att man/hunden rycker undan huvudet. På så sätt minskas skaderisken.

Ibland reagerar man på så låga koncentrationsnivåer att man känner att det luktar något, men inte vad. Detta är viktigt att beakta vid sk diskriminationsträning dvs när man tränar hundar på speciella preparat. Hunden har inte visat att den känner igen en lukt förrän den kan plocka ut den i en urvalsituation med flera lukter inblandade.

I likhet med många andra djur har hunden sk vomeronasalorgan. Det är två vätskefyllda ovala blåsor som sitter mellan gomtaget och näshålan på varsin sida om mittlinjen. Därifrån går det nervtrådar in i de doftanalyserande delarna av hjärnan. Blåsorna mynnar i främre delen av gommen. Detta innebär att en del av molekylerna som kommer in i munnen träffar vomeronasalorganen och ger doftinformationer. Man tror att dessa organ huvudsakligen används i sexuella sammanhang t ex när en hund slickar en annan i baken. Ofta slickar hundar också på luktfläckar på marken t ex efter löptikar. De könshormon som är inblandade finns också hos människor.

Klassificering av lukter

I olika sammanhang - parfymer, viner osv - finns behov av att man skaffar sig ett språk som kan beskriva vad man känner på ett sådant sätt att andra förstår. Henning (1916) föreslog en indelning i några få huvudgrupper (blommig, fruktig, hartsig, kryddig, bränd och rutten) där en luktupplevelse skulle utgöras av en blandning av dessa. Mer eller mindre blommig blandad med mer eller mindre fruktig till exempel. Detta synsätt påminner om färgseendets funktion där en mängd olika färger kan uppfattas med hjälp av få typer av mottagare.

Amoore (1970) har föreslagit en modell baserad på åtta "primärlukter" - svett, sperma, fisk, malt, urin, mysk, mint och kamfer - där molekylens form skulle vara avgörande för receptionen. Molekylen skulle passa som en pusselbit i mottagaren och likartade molekyler skulle ge likartade luktupplevelser. Detta har studerats närmare av Schiffman (1974) som inte kunde finna något stöd för denna teori. Hennings, Amoores och andras teorier om vad luktkvaliteer baseras på har undan för undan förkastats. Luktblandningar verkar mer vara jämförbara med ljud än med färger. Det tränade örat kan plocka ut de ingående tonerna i ett ackord på samma sätt som den tränade näsan kan analysera komponenter i en doft om de inte blir för många. Fortfarande är sambandet mellan molekylens struktur och kvaliteten

på lukten ett mysterium. Vi får tills vidare nöja oss med att påstå att varje molekyl har specifika mottagare i cilieväggen på luktsinnescellerna och att nervsignalerna har motsvarande specifika mottagare i hjärnan.

Luktförluster

Människor kan råka ut för luktförluster så kallad anosmi. Ibland är anosmin specifik. Då är det bara vissa lukter som försvinner. Dessa problem kan bero på genetisk brist i förmågan att tillverka specifika mottagarprotein (Wysocki and Beauchamp, 1984), skallskador, förgiftningar m m. Myers et al (1988) har hos hundar påvisat anosmi i samband med genomgången valpsjuka. I Wysockis undersökning påvisades brister i förmågan att känna androstenon. Om detta förekommer även hos hundar påverkas räddningshundsarbetet negativt. På grund av otillräckliga diagnosmetoder vet vi tyvärr mycket lite om eventuella defekter i hundarnas luktsinne.

Doftämnen är mycket små

Vid diskussioner om den passiva transporten av dofter talar man oftast om partiklar t ex kryddor, vanilj, naftalin, eller om gaser dvs molekylära partiklar. Molekyler har i allmänhet en diameter som är mindre än $1/1000\ 000$ mm. Det kan vara svårt att leva sig in i denna "mikrovärld" och förstå att även mycket ringa mängder av ett ämne kan innehålla oerhört många molekyler. R. Björling (1972) ger ett exempel i sin artikel om molekylära luftföroreningar: "Syntetisk mysk i form av muscone används i parfymindustrin. 1 gram av det väldoftande ämnet kan avsöndra 1 miljon molekyler per sekund och har efter 1 miljon år förlorat 1% av sin vikt. Den avsöndrade mängden är tillräcklig för att mysklukten skulle uppfattas under hela denna tidsrymd och längre än så - om experimentet vore möjligt att genomföra." Inom luftreningstekniken använder man begreppet fallhastighet vilket innebär den hastighet med vilken sfäriska partiklar faller i luft vid normalt lufttryck och 20 graders temp vid tätheten 1 gram/cm³. Fallhastigheten är i högsta grad beroende av kornstorleken (t ex Widdell, 1959, Elvingsson, 1972). Tyngre runda partiklar faller snabbare till marken än lättare. Även om doftämnen inte är runda utan har olika former gäller i stort samma förhållanden dvs ämnen med högre molekylvikt kommer att falla snabbare och därmed t ex ligga närmare doftkällan än lättare. Proportionerna mellan olika dofter kommer därför att ändras med avståndet.

Hudflagor som luktbärare

Bilden av utsöndring och spridning av kroppsegna dofter kompliceras något av förekomsten av hudflagor. Syrotuck (1972) anser att dessa har stor betydelse vid hundens näsarbete medan andra författare överhuvud taget inte nämner företeelsen. Marples (1969) har beskrivit fakta runt hudflagorna i en artikel om livet på människans hud.

Det pågår en ständig förnyelse av hudceller underifrån vartefter det översta hudlagret dör. De döda cellerna bildar hudflagor som kan bära med sig både doftämnen och några mikroorganismer som kan fortsätta att livnära sig på hudflagan själv eller den näring som förts upp till ytan innan flagan lossnade. Flagorna är ca 0,014 mm och väger ca 0,07 mikrogram. De liknar potatischips till formen vilket ger dem speciella aerodynamiska egenskaper. Vinden bär dem längre än om de varit sfäriska. Kroppsytan har ca två miljarder celler varav 1/30 stöts bort varje dygn vilket ger ca 40.000 celler per minut. Kroppsluftströmmarna för bort hudflagorna vilket skapar en typ av luktkälla vars betydelse jämfört med de övriga, partiklar och gaser, kan vara svår att avgöra. Gör de sök- och spårarbetet lättare eller kanske svårare för hunden? Formen och materialet gör att flagorna delvis får annan spridningsbild och har en annan förmåga att fästa vid olika underlag vilket kanske kan ge hunden dubbla budskap ibland.

Passiv transport av lukter

De ämnen, molekylära gaser och partiklar, som lämnar oss förs vidare från kroppen genom passiv transport med rörelser i "mediet" (luft, vatten). Det är därför viktigt att studera dessa rörelser och vad som ligger bakom dem. Liksom inom meteorologin är det temperatur, fuktighet och lufttryck som påverkar hur t ex luften transporteras. När vi söker med hundar är vi mer intresserade av klimatet inom begränsade utrymmen - rum, små terrängavsnitt osv - än inom de stora områden som redovisas i väderleksrapporterna. Vi har större nytta av kunskaper om temperaturväxlingar på markytan, lufttransporter innanför kläderna, fuktighet vid olika växtlighet osv än temperatur, luftfuktighet och vindhastighet på "SMHI-höjd" över marken.

Klimat på den här mer detaljerade nivån kallas *mikroklimat* och är en vetenskap för sig som bl a studeras mycket ingående av många biologer t ex insektsforskare.

Luftströmmar på kroppen

Syrotuck (1972) citerar en undersökning av Lewis som jag inte kunnat finna på normala sökvägar. Lewis har funnit att den luft som värms upp av kroppsvärmen transporteras uppåt under kläderna med en uppskattad hastighet av 4 meter per minut. Luftströmmen börjar vid fötterna, går uppför benen, saktar farten under armarna, kommer upp under hakan och runt kragen, ökar farten när den passerar ansiktets konturer och stiger upp som en plym från hjässan. Hastigheten ökar när omgivningens temperatur går ner. Kläderna kan både öka och minska hastigheten. Tungt kroppsarbete följt av lossande på kragen skapar en "blåsbälgeffekt" runt halsen.

Det intressanta med denna luftström är att den för med sig de kroppsegna luktämnen och lämnar av dem som ur en skorsten varpå de sprids med vinden och t ex kan fastna ganska högt upp i växtligheten när man passerar. Om hunden visar intresse för en buske vid sidan av en stig är det inte säkert att spårläggaren har vikit av. Han kanske stannade och knäppte upp en knapp i skjortan och skapade ett plötsligt doftmoln som fastnade i busken. Ibland kan hunden visa ett plötsligt ökat intresse nedanför en klippa eller på andra ställen där spårläggaren har hoppat ner och därvid tryckt till lite extra i "blåsbälgen".

I och med denna skorstenseffekt kommer doftämnen att spridas ganska ordentligt i terrängen och kanske ibland skapa lite problem för spår- och sökhunden när den försöker hitta en bra strategi för att finna den försvunne. Det blir nog oftare än vi anar en konflikt mellan informationen i spåret och i terrängen runt om. För en någorlunda frisökande, vältränad hund innebär detta säkerligen inga problem men en stereotyp tävlings- och träningsmodell kanske kan ställa till det. Kroppsluftströmmen avtar naturligtvis när en stillaliggande försvunnen person börjar bli nerkyld.

Från en stillastående person kan dessa luftströmmar vara viktiga vid lokaliseringen däremot tror jag att man ska vara försiktig med att betona deras betydelse vid spårning. Naturligtvis kan doftämnen fastna i växtligheten t ex om det är tätt med buskar runt spåret men vid öppnare terräng drivs luktämnen snabbt bort av vinden. Om vi leker med tanken att det blåser så lite som två meter i sekunden så har vinden fört bort lukterna 600 meter efter bara fem minuter. När en hund arbetar vid sidan av spåret är det nog snarare de luktämnen som ligger på marken i spåret och successivt stiger uppåt och förflyttas av vinden som han utnyttjar.

Klimatet nära marken

Temperaturvariationerna nära och på marken kan vara ganska dramatiska på korta avstånd och korta tidsintervall. När solen lyser på en stig kan den uppvärmda luften lyfta molekylerna med sig och sedan fara iväg med dem i vindriktningen när luften kommer ovanför t ex ljungnivån. "Försvinnandehastigheten" är beroende av temperatur och fuktighet och skillnaderna kan vara mycket stora från den ena fotsteget till det andra beroende på underlagets beskaffenhet och växlighet. Den hund som tillåts göra sina egna erfarenheter och lärt sig hantera dessa skillnader i informationsmängd brukar klara av de svårigheter som kan uppstå.

Principen att varm luft stiger uppåt och kall luft faller nedåt kan vara viktig att hålla i minnet. Den har stor betydelse för luftens rörelser i naturen och inomhus. Antag att vi befinner oss vid en sjöstrand på sommaren. Vattenmassan i sjön ändrar inte temperatur särskilt mycket under dygnet medan däremot stranden kan variera ganska kraftigt. På dagen när solen skinner är stranden varm, luften stiger uppåt och ersätts av svalare vindar utifrån sjön. På natten är ofta stranden svalare än sjön varför luften stiger upp över sjön och ersätts av luft inifrån land (sjöbris/landbris).

Om marken är varmare än luften ovanför kommer luften att stiga uppåt med sina eventuella doftämnen, om luften är varmare än marken kommer lukterna att ligga kvar längre. På nätterna är marken oftast varmare än luften och det är en allmän erfarenhet att nattspårningar och -sök går mycket bättre än motsvarande arbete på dagen. Den högre luftfuktigheten på natten gör också att doftämnen hänger kvar i vattenångan nära och ovanför doftkällan t ex spårstämplarna.

Man kan få en viss uppfattning om hur doftämnen sprids i luften genom att studera hur rök beter sig i olika situationer; vid svag resp stark vind, när det kommer hinder i vägen, på sluttingar vid olika temperaturer osv. Vid hinder uppstår det virvlar och turbulens på samma sätt som runt en sten som sticker upp ur rinnande vatten. Ibland blir det "döda" områden som vid marvatten i en ström.

Detta är inte platsen att gå in på alla de problem som kan uppstå vid olika väderlekstyper och sökområden men det bör påpekas att hunden söker efter en doftgradient med vars hjälp den försöker lokalisera en person. Denna gradient kan innehålla en mängd avbrott och hopp av olika slag vilket ibland kan leda till att hunden går åt fel håll i förhållande till personens placering. Hunden måste under träningen få tid på sig att utreda detta utan alltför mycket styrning av föraren. Det kan hända att den arbetar helt rationellt trots att den för en stund går i "fel" riktning. Om man i det läget försöker styra hunden kan den bli osäker i arbetet.

Vindförhållandena i rasmassor kan naturligtvis bli mycket komplicerade. En rökfackla i en figurantlega kan ge en viss uppfattning om hur komplex luktbilden kan bli. Under vissa förhållanden kan det vara näst intill omöjligt att få en omedelbar hjälp av hunden.

Vid lerslamflytningar som t ex vid ett kraftdamras i Norditalien och vid vulkanutbrott i Syd- och mellanamerika har man varit tvungen att vänta tills leran börjar spricka innan det kommer upp så mycket luft och doftämnen att hunden har något att arbeta med och då är människorna redan avlidna. Våt lera kan vara mycket tät.

Den passiva transporten innebär bl a att "tung" och "lätt" ämnen får olika spridningsbilder. Proportionen mellan "tung" och "lätt" ämnen ändras med avståndet vilket innebär en successiv förändring av luktbilden. Mycket av hundens förmåga att hantera detta och andra problem som "döda" områden osv, tränar den dagligen vid skogspromenader och under miljöträning utan att vi behöver lägga upp en medveten träningsplan. Vi har nog inte riktigt förstått vidden av hundens förmåga till "självdressyr" i detta avseende.

Lukter från huden

Det mesta av det vi kallar svettlukter är egentligen inte något vi producerar själva utan en effekt av metabolismen hos den mikroflora som lever på sekret från våra svettkörtlar. Kunskapen om bakterierna på huden och deras ekologi har ökat kraftigt under de senaste 20-30 åren. Ett flertal översiktsartiklar har publicerats t ex Leyden et al (1987) och Röckl (1977).

Man har bl a funnit skillnader i mikroflora mellan olika områden på huden (Bibel and Lovell, 1976) till stor del beroende på skillnader i temperatur och fuktighet. Om man ändrar förhållandena t ex genom att täcka över huden och därmed öka fuktigheten, ändras mikrofloran (Aly, 1982).

Hudmikrofloran varierar mellan individer både beträffande arter och frekvenser men det har varit svårt att klarlägga orsakerna till detta (Evans, 1975). Dessa variationer skapar även de skillnader i bakteriernas produktionen av doftämnen, som ger varje människa en doftidentitet. Försök med hundar har visat att de kan skilja på individer, såvida de inte är enäggstvillingar under samma externa förhållanden som mat, tvättmedel, deodoranter osv (Hepper, 1988). Detta antyder att en del av skillnaderna kan förklaras med faktorer i den genetiska bakgrunden.

Floran på huden brukar delas in i transient och resident. Transienta är de bakterier som endast förekommer tillfälligt som t ex *Staphylococcus aureus*, och *Streptococcus pyogenes*, sjukhussjukans och scharlakansfeberns bakterier.

Den residenta hudfloran består av bakterier och jästsvampar (Korting et al, 1988).

** Bakterier

Aeroba grampositiva kocker

Stafylokokker

Mikrokokker

Anaeroba koryneforma stavbakterier

Propionibakterier

Aeroba koryneforma stavbakterier

Korynebakterier

Brevibakterier

** Jästsvampar

Malassezia furfur

Skillnaderna mellan hudfloras sammansättning på olika delar av kroppen brukar förklaras med tre olika faktorer: 1..den allmänna tillgången på näringsämnen, 2..olika kraftig produktion hos de apokrina körtlarna och 3..skillnader i temperatur och fuktighet (Leyden et al, 1987).. Propionibakterier och jästsvampar är t ex vanligast inom körtelrika områden där folliklarna är djupa och skyddar mot omvärldsfaktorer. Populationen av propionibakterier ökar vid puberteten och minskar så småningom med åldern.

Inom mindre fettrika områden hittar man mest aeroba kocker och stavbakterier vare sig det är fuktigt eller inte. Om man täcker ett sådant hudparti med folie får man redan efter några dagar en mycket kraftig ökning av antalet stafylokocker och korynebakterier beroende på den ökande fuktigheten och att pH-värdet ökar från c:a 5,5 till 7 (Aly, 1982).

Flera författare t ex Somerville (1969) har påvisat en förändringar i hudfloran med individens ålder. Stafylokocker och mikrokocker hittar man i ungefär samma proportioner i alla åldrar medan streptokocker dominerar hos barn, korynebakterier hos vuxna och streptokocker och korynebakterier hos äldre.

Eftersom bakterierna producerar olika doftämnen kan det vara viktigt att tänka på att utnyttja figuranter av olika ålder under räddningshundsträningen så att man har garderat sig för de doftbilder som kan förekomma och inte hamnar i ett läge med systematiska fel.

I allmänhet är det armhållans produktion av dofter som har studerats. Kligman och Shehadeh (1964) har analyserat ljumskregionen och dess apokrina körtlar dock utan att kunna förklara doftbilden därifrån. Här kan det finnas en doftkälla som är viktig för hunden men som inte undersökts så noga på grund av att vi ofta inte har problem med frånstötande lukter från den regionen. Många hundar har ett påfallande - ibland irriterande intresse - av att nosa människor mellan benen. Det är inte säkert att det enbart är dofter från könsorganen som de undersöker!

Koldioxidens roll när det gäller att attrahera myggor har från och till diskuterats och studerats i laboratoriemiljö sedan 1920-talet, se översikt i Carlson et al (1992). Vi utsöndrar ständigt koldioxid inte enbart med utandningsluften utan också genom huden t ex i handflatorna (Frame et al, 1972). Det verkar emellertid som om andra ämnen är de aktiva substanserna när myggor attraheras bl a mjölksyra (Price et al, 1979). Man har även visat att myggor dras till glasplattor som människor lagt sin hand på oberoende av om man tillsätter koldioxid eller inte (Schreck et al, 1981). På grund av dessa studier på myggor och av att koldioxid är så vanlig i vår omvärld kan vi nog utesluta att den är någon viktig faktor att räkna med vid räddningshundarbetet. Däremot kan naturligtvis myggor och hundar använda sig av samma substanser även om hundarnas spektrum är större.

Axillarkörtlarna

Besvärande svettlukter hos människor kommer ofta från armhålorna. En stor del av litteraturen om svettlukter kommer därför från studier av armhållans svettkörtlar och bakterier. Enl Jackman och Noble (1983) finns det två olika floratyper, en där koryneforma bakterier dominerar och en där kocker dominerar. Det finns grupper på speciella arbetsplatser hos vilka korynebakterier dominerar kraftigt (fabriksarbetare). På varma arbetsplatser och vid dålig kroppshygien ökar korynebakterierna.

Den totala luktbilden från armhålan är inte analyserad men man har en ganska klar bild av vilka bakterier som omvandlar den i varje fall för människor primärt luktfria apokrina svetten till "svettlukter" (Leyden et al, 1981). Det är bara korynebakterier som ger den obehagliga svettlukten medan kocker producerar en lukt som påminner om isovaleriansyra. Man har även försökt dela in lukterna i "stickande" och "syrliga". Personer med stickande svettlukter har en signifikant kraftigare bakterietillväxt.

Dravnieks et al (1968) gjorde en gaskromatografisk studie av armhållssvett parallellt med en lukttest och hittade ett tjugotal olika ämnen varav bara ett fåtal fanns hos alla försökspersoner. Det finns uppenbarligen utrymme för "identifikationslukter" och kanske även vissa könsskillnader. Leyden et al (1981) fann i sin undersökning att 20 män luktade starkt av svett och 3 luktade "syrligt" medan 7 av kvinnorna luktade "svett" och 13 klassades som "syrliga".

Håret under armarna hade ringa påväxt av bakterier. Dess främsta funktion tycks vara att hålla temperatur och luftfuktighet på en för bakterierna lämplig nivå. Om man rakar sig un-

der armarna får således bakterierna en mindre fördelaktig miljö vilket fördröjer utvecklingen av svettlukter. En biologisk funktion hos svettlukten har säkert varit (och kanske är) att fungera som feromon dvs som doftsignal t ex mellan könen. Under den elisabethanska tiden var det vanligt med sk "kärleksäpplen". Kvinnorna höll ett skalat äpple i armhålan tills det var indränkt med svettlukter varpå de gav äpplet till sin utvalde att lukta på. På den tiden kom man nog inte på tanken att raka sig under armarna!

Att svettlukter har en feromoneffekt har visats många gånger t ex i samband med synkronisering av menstruationscykler hos kvinnor i sovsalar och inom familjer. Detta har studerats hos människor av bl a psykologen Martha McClintock och brukar därför kallas "McClintockeffekten", (McClintock, 1971).

Eftersom det här handlar om "naturliga" doftämnen och hundarna är mycket känsliga för sådana kan man anta att armhålelukter är oerhört viktiga under sökarbetet. Det är mycket möjligt att hunden är känsligare för de naturliga lukterna än för de parfymer som vi använder för att dölja dem, även om parfymdoften är starkare för oss !

Ämnen som produceras i armhålorna

Utvecklingen av gaskromatografiska och massspektrometriska metoder har gjort det möjligt att analysera de doftämnen som produceras i armhålorna. Ännu så länge är långt ifrån alla ämnen identifierade. Bilden kompliceras av att flyktiga ämnen utifrån som t ex bensen och toluen fastnar i armhålan. Lika som på andra delar av huden har man funnit fettsyror.

Preti et al (1987) fann fettsyror med från 2 till 18 kolatomer i svett från armhålan. De starkaste dofterna från armhålan kommer från ämnen som bakterierna bildat av det testosteron som kommer ut på huden med det apokrina sekretet. Testosteron är luktfritt i sig - i varje fall för människor. Detta hanliga könshormon produceras inte bara i testiklarna utan även i binjurebarken, varför det finns också hos kvinnor. Mallet et al (1991) har studerat de luktande 16-androsten steroider som uppstår vid bakteriernas metabolism. Bakterierna från armhålorna på manliga försökspersoner odlades tillsammans med testosteron varefter de bildade kemiska substanserna analyserades. De fann att enbart de aeroba koryneforma bakterierna producerade den klassiska mysklika doften från armhålorna. Fem st olika doftande 16-androstener blev identifierade och kvantifierade bl a androstadienon som har en urinliknande lukt. Dessa ämnen tillsammans med fettsyror och andra bildar en mycket komplicerad luktbild som hunden har att arbeta med. Det lär ta lång tid innan vi har en någorlunda klar bild av vilka ingredienser som är viktigast för hundens arbete.

Svettkörtlar och talgkörtlar

Liappis et al (1979) fann aminosyror i ekrin svett. Dessa har lukter som är detekterbara om än svagt för människor. Det finns ingen anledning misstänka att hunden inte kan känna igen dem.

Svett innehåller även en del fria fettsyror (Nazzaro-Porro, et al, 1986, Peter et al, 1970). En del av svettlukten kommer troligen från fettsyror. I vad mån bakterier är inblandade i produktionen är oklart (Jackman, 1982). Varifrån fettsyror kommer är ännu inte helt klarlagt. Man har hittat dem både i områden med gott om apokrina körtlar t ex under armarna och områden med betydligt glesare förekomst av sådana körtlar. Preti et al (1987) fann ett flertal fettsyror: ättiksyra, propionsyra, smörsyra, valeriansyra, kapronsyra, kaprylsyra, kaprinsyra, laurinsyra, myristinsyra och palmitinsyra. Ett försök av Zuschneid (1984) visade att hundar inte tycks ha några svårigheter att skilja på fettsyror. Även om svett huvudsakligen innehåller vatten och salter finns det uppenbarligen anledning misstänka att det även finns luktande komponenter i den.

Talgkörtlarna som sitter i hårsäckarna producerar sekret som skapar "fett" hår. Om man inte tvättar håret blir det med tiden ganska kladdigt och avger en karaktäristisk lukt. Tyvärr

har jag inte kunnat finna några undersökningar av denna lukt. Eftersom hår ibland används vid sökhundträning speciellt i samband med vattensök kan det vara viktigt att få fram uppgifter om detta.

Fötter

Passiv markering är mycket vanlig hos däggdjur. Den innebär att djuret lämnar en doftmarkering efter sig genom att bara gå omkring till skillnad från *aktiv markering* där djuret fattar ett beslut t ex att urinera på en bestämd stolpe. Många däggdjur har specialiserade körtlar mellan klövarna eller trandynorna som avger de dofter som gör att djurets stigar och hemområden blir inmarkerade. Även om andra doftämnen från djurets kropp kan ha en viss betydelse verkar det som om körtlarna på fötterna är viktigast för inmarkering av stigar osv.

Människor har en rest av en för länge sedan "glömd" kapacitet för passiv markering i och med att apokrina körtlar på fötterna är aktiva och åstadkommer ett spår. Det är detta från början interna kommunikationssystem som vi kan använda oss av när vi arbetar med spårhundar.

Vilka doftämnen som produceras har inte undersökts ordentligt men en japansk studie har visat att en bakterie *Staphylococcus epidermidis* genom sin ämnesomsättning skapar den typiska fotsvettlukten (Kobayashi, 1990). Ett bakteriedödande medel minskade lukten markant. (Tyvärr är undersökningen publicerad på japanska). Vilka övriga dofter som produceras och som hunden kan tänkas använda sig av är hittills okänt. Man hittade även jäst men vid odling avgav denna ingen (för människor) påvisbar lukt.

Förmodligen är doftbilden från fötterna ganska komplex eftersom den uppenbarligen ger en identitet åt spårläggaren.

Illaluktande sårskador

Vid katastrofsituationer kan det naturligtvis hända att offren blir skadade och efter ett tag får illaluktande sår. Den obehagliga lukten från sårskador som ibland kan vara påfrestande på sjukhus kommer huvudsakligen från varbildning där bl a anaeroba bakterier (*Bacteroides* spp) är aktiva (Jones et al, 1978, Finegold, 1987, Thompson Rice, 1992). Lukten från sårskador kan bli ganska stark men med den tid på i allmänhet ett fåtal dagar som det i praktiken handlar om vid räddningshundsarbetet hinner den inte utvecklas så mycket att vi ska behöva ta hänsyn till den vid träningen av hundarna. För säkerhets skull kanske man emellertid skulle testa någon enstaka gång om hunden blir allvarligt störd i sitt arbete av kraftiga sårlukter.

Andedräkten

Eftersom vi tränar hunden på den totala luktbilden från figuranten kan ämnen i utandningsluften naturligtvis ha en viss betydelse. Det finns flera frågetecken runt detta.

Om utandningsluften är viktig kan man kanske utnyttja detta för att lära hunden att skilja mellan levande och döda offer. Eftersom utandningsluften bl a innehåller derivat från måltider kan den komponenten i luktbilden troligen bli mycket olika mellan olika kulturer. Det är en allmän uppfattning att källorna till lukter i utandningsluften huvudsakligen är knutna till ämnen och processer i munhålan. Processer i lungorna har förhållandevis liten betydelse (t ex. Doty et al, 1982).

Ett flertal studier har visat att vissa människor kan göra könsbestämningar baserade på lukter från armhålorna (t ex Doty, 1977). En anledning till detta kan vara att män helt enkelt luktar mer och starkare än kvinnor främst beroende på att de har fler och större apokrina körtlar. Det finns inga självklara skäl till att det skulle finnas liknande könsbundna skillnader i andningsluktproduktionen även om det finns misstankar om att hormoner skulle kunna påverka gaser som kommer från munhålan (Sastry et al, 1980). Hos galtar har man t ex påvisat att steroider besläktade med testosteron utsöndras i saliven och påverkar suggors sexuella beteenden (Booth et al, 1973). När hundar luktar varandra på nosen eller i mungiporna kan det bl a vara information av liknande slag som de söker.

Om vi producerar specifikt luktande steroider i spottkörtlarna är inte påvisat men däremot finns det andra resultat som visar att lukter från munhålan påverkas av den hormonella statusen. Avflagnings av celler, inflammationer i tandköttet, bakteriemängden och förändringar i koncentrationen av en del ämnen som anses orsaka dålig andedräkt varierar under menstruationscykeln hos kvinnor (Tonzetich et al, 1978).

Doty et al (1982) studerade om det var möjligt för människor att avgöra vilket kön det var på en dold försöksperson som andades ut i ett rör kopplat till en enklare ansiktsmask hos mottagaren. Försökspersonerna skulle också gradera - i en sjugradig skala - om det luktade starkt eller svagt resp gott eller illa. Resultaten visade en koppling mellan starkt och illa resp svagt och angenämt, samt mellan starkt och manlig sändare. Det går således inte att avgöra om könsbestämningen - som är helt övertygande i undersökningen - är beroende enbart av faktorn "starkt" eller om det dessutom finns någon speciell "manlig eller kvinnlig luktfaktor". Dotys undersökning visade även, som så många andra, att kvinnor är bättre än män på att analysera doftinformation.

Saliven är troligen viktig för andedräktens lukter. Den påverkar munhålan funktioner på flera sätt bl a näringstillförseln till smaklöskarna, underhåll av smaklökar, tänder och tandkött. Den innehåller också tillväxtfaktorer (hormoner), enzymer och andra proteiner. Olmez et al (1988) har bl a studerat vilka spårelement som ingår och dragit slutsatsen att saliv är mer likt urin än blodplasma till sin sammansättning. Den metaboliska aktiviteten i spottkörtlarna är mycket komplicerad vilket antyder att saliven spelar en viktig och speciell roll för de olika vävnaderna i munhålan. Det finns nog all anledning att misstänka att saliven innehåller doftämnen som en hund skulle kunna använda sig av om det visar sig vara en bra strategi.

I allmänhet anses det att aminosyror representerar de viktigaste substraten för luktproduktion. Färsk saliv innehåller mycket låga koncentrationer av fria aminosyror. Därför måste det ske en hydrolys av proteiner i munhålan till aminosyror innan lukterna uppstår. Denna aktivitet i munhålan har relaterats till en mängd olika bakterier: *Staphylococcus*, *Bacillus subtilis*, *B. proteus*, *B. pyocyaneus*, *B. sporogenes*, *B. histolyticum*, kolibakterier m. fl. (Law et al, 1943).

Ämnen som frigörs genom bakteriernas aktivitet är bl a indol, skatol, tyramin, cadaverin, merkaptaner, sulfider m fl. Det har länge ansetts att skatol, indol, sulfider och aminer har bidragit mest till uppkomsten av dålig andedräkt (bl a Law et al, 1943), men senare undersökningar har visat att metylmerkaptan, svavelväte, dimetylsulfid och dimetyl disulfid är de viktigaste komponenterna, med de två första som klart dominerande. Svavelhaltiga ämnen verkar ger de kraftigaste effekterna, med merkaptan som klart ledande (Tonzetich, 1977). De proteinkällor som bakterierna använder kommer framför allt från epitelet i munhålan, födoresor, blod och saliv med "föroreningar" (ren saliv innehåller relativt lite svavelhaltiga aminosyror).

McNamara et al (1972) har visat att pH påverkar produktionen av dålig andedräkt. Vid låga pH-värden försvinner den nästan helt.

Under perioder med låg salivproduktion t ex efter en natts sömn, eller en tid utan mat och vatten blir lukterna starkare eftersom bakterierna kan arbeta mer ostört och salivens "spolande" funktion varit fränkopplad liksom dess tillförsel av syre. Bakterierna föredrar syrefattiga miljöer varför de är mest aktiva t ex under tjockare lager av plaque (Kleinberg and Westbay, 1992). Motsvarande effekt uppstår säkerligen vid isolering i samband med katastrofsituationer.

De viktigaste områdena i munnen för produktion av dålig andedräkt är tandbeläggningar (plaque) och tungans övre, bakre del.

Födans inverkan på andedräkten förutom genom skapande av matrester i munnen har diskuterats mycket, bl a effekten av vitlök. En gaskromatografisk studie av Laakso et al (1989) visade att färsk vitlök innehåller ett tjugotal olika ämnen varav över hälften är svavelhaltiga. Man analyserade också utandningsluft hos försökspersoner som ätit vitlök och hittade två dominerande ämnen: 2-propen-1-thiol och diallyl disulfid (båda är svavelhaltiga och finns i färsk vitlök). Resultaten indikerar att huvuddelen av ämnena i färsk vitlök snabbt bryts ned redan i munhålan och att endast de båda nämnda är ansvariga för den typiska vitlöksdoftande andedräkten. Problemet med dessa undersökningar precis som med andra om lukter är att man koncentrerar sig på luktämnen som vi känner och ev kan vara besvärade av. Det kan ju finnas för oss luktfria ämnen som hunden kan detektera och lägga in i lukt bilden. Trots denna reservation tycks det finnas ett antal doftämnen i andedräkten som hunden mycket väl skulle kunna tänkas utnyttja under sökarbetet. Koncentrationen av dessa ämnen bör successivt avta runt en människa som avlidit.

Urin och avföring

När olika näringsämnen har förbränts i kroppen bildas avfallsprodukter som bl a utsöndras i urinen och avföringen. Hundar utnyttjar doftämnen i båda som kemiska signaler och bör därför ha intresse av att detektera och analysera innehållet. Det kan diskuteras om man ska lägga in dessa doftkombinationer i räddningshundträningen eftersom risken för felmarkeringar t ex i raserade hus med avlopp kan bli mycket stor. Vid sök efter döda - kontrollen över tarm och blåsa försvinner mot slutet - och människor som varit instängda länge kan de emellertid vara viktiga ingredienser i den sökta doft bilden.

Urinen innehåller en mängd olika ämnen som urinämne (från nedbrytningen av proteiner), urinsyra, kalium, natrium, vitaminer, hormoner och enzymer som i njurarna filterats ut ur blodet. Urinprov är mycket användbara vid diagnosticering av olika sjukdomar och t ex vid graviditetstest. Det finns många studier på hur urin påverkar olika däggdjurs sexuella beteenden, aggressivitet m.m. men den kemiska sammansättningen är så komplicerad att någon fullständig analys av de ingående eventuella doftämnen och kemiska signalerna fortfarande saknas. Vissa komponenter i urinen är tydligen generellt förekommande eftersom urin från män påverkar aggression hos möss på samma sätt som urin från mushanar, medan urin från kvinnor och pojkar före puberteten inte har samma effekt (Lee, 1976).

Utan att man egentligen haft några kvantitativa data att luta sig mot har det länge ansetts att lukter från avföring huvudsakligen berott på skatol och indol som är produkter av den anaeroba nedbrytningen i tarmen. Man har även föreslagit svavelväte, ammoniak, aminer, merkaptan och fettsyror (t ex Monroe, 1985).

Moderna analysmetoder har emellertid visat dels att det är möjligt att göra bättre analyser och dels att det går att finna spår av ämnen bl a från födan som inte bidrar till den obehagliga lukten t ex anethol från lakrits (Moore et al, 1985). 99 % av gaserna i tarmen anses annars vara luktfria. Moore et al (1987) har analyserat de illaluktande komponenterna i avföringen och visat att metyl sulfider (methanethiol, dimetyl disulfid och dimetyl trisulfid) står för den större delen. Svavelväte kan också spela en viss roll. Den mänskliga näsan (för

att inte tala om hundens) är känsligare för svavelväte än mätapparaturen vilket innebär att man måste vara försiktig med slutsatserna. De tre funna metyl sulfiderna kommer från både endogena (bakterieaktivitet i tarmen) och exogena (födan) källor. Åtminstone något av dessa ämnen har hittats i lök, purjolök, vitlök, ärtor, bönor, blomkål, vitkål, morötter, potatis, tomat, palsternacka, majs, kakao, kaffe och öl (Shankaranarayana et al, 1975). Proportionerna mellan ämnena varierar troligen med födan och därmed skapas även kulturella skillnader.

Man kan diskutera meningen med att lägga in lukter av urin och avföring i räddningshundträning-en. Det beror på vilka situationer man räknar med att hamna i. Om inte annat borde dessa lukter åtminstone förekomma då och då som störningar eftersom de kan vara ganska starka vid reella situationer. Ur hundarbetsynpunkt är det baklagligt att forskningen är så hårt inriktad på lukter som kan skapa problem eller ev vara till hjälp vid sjukdomsdiagnoser. Både urin och avföring innehåller troligen en mängd doftämnen som är viktiga för hunden men som vi inte har förmåga att utnyttja.

Liklukter

Ham: How long will a man lie i' the earth ere he rot?

I Clo: Faith, if he be not rotten before he die, - as we have many pocky corsers nowadays, that will scarce hold the laying in, - he will last you some eight or nine year: a tanner will last you nine year.

Ham: Why he more than another

I Clo: Why sir, his hide is so tanned with his trade that he will keep out of water a great while; and your water is a sore decayer of your whoreson dead body. Here's a skull now; this skull has lain in the earth three-and-twenty years.

Ham: Whose was it ?

Det verkar som om Shakespeare hade gjort en del efterforskningar innan han skrev Hamlet. Dödgrävorna, som hittade Yoricks skalle, visste vad dom talade om, i varje fall om deras begravningsplats bestod av grov sand. Lötterle et al (1981) visade i en undersökning som i första hand gick ut på att studera lämpliga tidsintervall mellan begravingar i samma grav, att olika markstrukturer i högsta grad påverkade nedbrytningen av den döde. De tidsintervall som de föreslår är: grov sand: 10 år, medium sand och fint grus: 15 år, fin sand och medium grus: 20 - 30 år, slam och grovt grus: 40 år, lera, mörgel, större stenar : inte lämpliga alls. Om vi vänder lite på resonemanget kan det således finnas mjukdelar under nedbrytning fortfarande efter mer än tio år i de flesta typer av marker. Detta borde göra det möjligt att t ex hitta begravningsoffer med hjälp av hund många år efter försvinnandet, förutsatt att hunden har tränats på rätt doftkombinationer.

Rodriguez and Bass (1985) har studerat nedbrytningshastigheten hos människokroppar som begravts på olika djup och sedan undersökts efter tidsintervall varierande mellan en månad och ett år. Under processen har man kontinuerligt mätt temperaturen på den döde, i marken och i luften.

Analysen visade att nedbrytningen av nedgrävda kroppar i hög grad var beroende av djupet och omgivningens temperatur. Djupet påverkar också direkt graden av förändringar i jorden och växligheten samt tillgängligheten för köttätande insekter. Samma författare (1983) har även studerat nedbrytningen av lik utomhus, öppet på marken. I den situationen

bryts kroppen ner fortare främst till följd av en intensiv aktivitet hos bakterier, asätande insekter, fåglar och däggdjur.

De begravda kropparna låg på 0.3, 0.6 och 1.2 meters djup. Temperaturen fluktuerade under dygnet och mellan årstiderna. De dagliga fluktuationerna var tydliga på 0.3 m djup men knappt mätbara på 0.6 och 1.2 m. Dessa resultat överensstämmer med en rapport av Flucker (1958).

Nedbrytningen av vävnader och organ sker främst genom aktivitet hos aeroba och anaeroba bakterier. Under denna process alstras värme i vävnaderna. Värmeproduktionen är störst när omgivningstemperaturen är högst.

Temperaturmätningarna i Rodriguez och Bass undersökning visade en märkbar förhöjning hos kropparna jämfört med den omgivande jorden. Tidpunkten för starten av temperaturökningen samt durationen var beroende av djupet på graven. På 1.2 m djup började temperaturen öka efter 4,5 veckor och varade 3,5 veckor, på 0.6 m ökade temperaturen efter två veckor och varade i 4,5, på 0.3 m ökade temperaturen efter 1 - 2 veckor och varade upp till sju veckor.

Aktivitet hos asätande insekter iaktogs endast över gravar på 0.3 m. Insekterna var framför alltflugor av familjerna *Calliphoridae* (spy- och köttflugor) och *Scatophagidea* (dyngflugor).

Flugorna försökte ta sig ner mot kropparna genom sprickor i jorden. Denna aktivitet var tydligast efter kraftiga regn. Vid två av gravarna iaktogs även aktivitet hos skalbaggar av familjerna *Scarabaeidae* (bl a dyngbaggar) och *Staphylinidae* (kortvingar). Vid undersökningen av nedbrytningen av kroppar ovan jord var dessa skalbaggsfamiljer ymnigt förekommande. Vid kropparna på 0.3 m iaktogs även spår av aktivitet från däggdjur (tvättbjörn, opossum och tamhund).

Slutsatser

Av dessa resultat kan vi dra följande slutsatser som kan påverka vårt användande av hund för att påvisa begravda lik:

- flugornas, skalbaggar och däggdjurens aktivitet visar att doftämnen kommer upp ur jorden i varje fall om graven inte är alltför djup,
- den bakterieaktivitet som skapar huvuddelen av dofterna ökar markant vid olika tid efter nedgrävningen beroende på djupet
- den förhöjda aktiviteten varar i 1 - 2 månader.
- beroende på markstrukturen kan nedbrytningen av organ och vävnader pågå under många år om den döde är begravd på "normalt" djup. Däremot är det osäkert om tillräckligt med doftmolekyler tar sig upp på ytan för att en hund ska kunna upptäcka dem.

Vilka ämnen som produceras genom bakteriernas ämnesomsättning är inte helt klarlagt men det finns några exempel. Anaeroba Clostridier vandrar efter döden ut i kroppen från tarmen och påträffas bl a i hjärnan. Dessa bakterier producerar aminosyror som aminosmörtsyra och glutaminsyra, Daldrup (1983). Nedbrytningen av underhuds fett skapar fria fettsyror. Exakt vilka är inte helt klarlagt (Szathmary et al, 1985). Fettsyror med 1 - 3 kolatomer har stickande lukt - myrsyra, ättiksyra och propionsyra, medan de övriga upp till 10 kolatomer luktar oangenämt, härsket - smörtsyra, valeriansyra, kapronsyra, kaprinsyra. De med fler

kolatomer t ex palmitin- och stearinsyra är praktiskt taget luktlösa (dvs för människor), se tex Willstaedt et al (1958).

Hur hunden uppfattar lukten av fettsyorna beror på vilken koppling de har till föda, sociala doftsignaler m.m. Att hundar ibland äter på lik beror säkerligen på att doftbilden överensstämmer med en intränad matbild t ex av kadaver som hittats i skogen. Men detta innebär också att de måste ha receptorer för fettsyorna, vilket vi kan utnyttja i dressyren. De brev jag skickade ut till erfarna hundförare gav inte så mycket men jag vill återge några av de uppgifter som kommit från Neville Sharp (England), en i räddningshundsammanhang välkänt erfaren person. Han beklagar att han inte är vetenskapligt tränad och därför inte kan underbygga sina uppgifter med några referenser.

”Under de första dagarna efter dödsfallet migrerar organismer från inälvorna ut i kroppen via blodbanorna. Deras aktivitet skapar destruktions av vävnader i kroppen och produktion av koldioxid, vätesulfid, ammoniak och metan. Gaserna lämnar kroppen genom de naturliga öppningarna. Detta är starten på förruttnelsen.” ...”Under fuktiga förhållanden inträder ofta även en förändring i fettvävnaderna mycket snart efter döden. Det naturliga fett hydrolyseras av lipaser i vävnaderna, vilket skapar fria fettsyror. Denna process fortsättes genom bakterieaktivitet. Fettet omvandlas till en blandning av glycerin och fettsyror, en process som tar c:a ett år.””Efter c:a en vecka producerar bakterieaktiviteten stora mängder gas i bålen. Det ökade trycket i kroppshålan tränger ut blodiga, skummande vätskor från munnen och näsan” ...”Lukten av blandningen av glycerin och fettsyror brukar beskrivas som härsken eller söttaktig, en kraftig lukt av jord, ost och ammoniak som är svår att stå ut med.”

Alla kroppar bryts inte ner helt utan en del kan bli mumifierade i stället. Mumifiering är i princip uttorkning och kräver torra stabila förhållanden vid relativt låga temperaturer. I en del klimatzoner kan torra heta förhållanden ge samma resultat. Jag har inte hittat några uppgifter om lukter från mumifierade lik.

Doftbilden av levande eller döda människor är mycket komplex. Den uppfattning man får efter studier i böcker om hunddressyr är mycket förenklad och ibland kanske t o m felaktig. Ett av de väsentligaste problemen för hundföraren är att få möjlighet att träna både sig själv och hunden i de situationer som de kan tänkas råka ut för. Hunden söker ju efter det den är tränad på. Vid urval av figuranter bör man tänka på att det är viktigt att ha en variation i åldrar, kön och kanske kulturell bakgrund.

Både teoretiska och praktiska erfarenheter visar att det är fullt möjligt att använda hund för sök efter döda människor kanske t o m även om de begravts tio eller flera år tidigare.

Problemet ligger här framför allt på träningsmöjligheter vad gäller olika doftbilder.

Eftersom det blir en gradvis förändring av luktbilden från ”levande” till ”död” genom att en del dofter avtar och andra tilltar tycker jag inte att man skall ge hunden ”ansvaret” för att avgöra om ett olycksoffer lever eller ej. De producerade dofterna kan ju dessutom ligga kvar länge i utrymmet runt den döde beroende på ventilationen dvs hur snabbt den passiva transporten flyttar på doftämnen. Det är tillräckligt bra att man får en markering, sedan får annan räddningspersonal rycka in medan hunden och föraren fortsätter sitt sökande.

Jag har talat med några amerikanska och italienska hundförare som arbetat i Asien, Nordafrika, Syd- och Mellanamerika i samband med jordbävningar och vulkanutbrott och några har erfärut att hundens markering varit något mer osäker när offren varit döda men för närvarande anser jag inte att markeringsskillnaderna är så tydliga att de skulle vara helt tillförlitliga.

Litteratur

- Ahlström, R., Berglund, R., Berglund, U., Engen, T., and Lindvall, T. 1987.
A comparison of odor perception in smokers, nonsmokers, and passive smokers. American Journal of Otolaryngology. 8: 1 - 6.
- Aly, R. 1982.
Effect of occlusion on microbial population and physical skin conditions. Semin Dermatol 1:137-142.
- Amoore, J.E. 1970.
Molecular basis of odor. Springfield, Ill. Thomas.
- Bibel, D.J. and Lovell, D.J. 1976.
Skin flora maps: A tool in cutaneous ecology. J Invest Dermatol 67: 265-269.
- Björlin, R. 1972.
Molekylära luftföroreningar. I Brinck m fl: Luftmiljön. Natur och Kultur sid 97 - 108.
- Booth, D.C., Hay, M.F. and Dott, H.M. 1973.
Sexual dimorphism in the submaxillary gland of the pig. J. Reprod. Fertil. 33:163-166.
- Carlson, D.A., Schreck, C.E. and Brenner, R.J. 1992.
Carbon dioxide released from human skin: Effect of temperature and insect repellents. J. Med. Entomol. 29:165-170.
- Daldrup, T. (1983).
Praktische Erfahrungen mit der Leichenalterbestimmung durch Auswertung bakterieller Stoffwechselprodukte. Z. Rechtsmed. 90:19-25.
- Doty, R.L. (1977).
A review of recent psychophysical studies examining the possibility of chemical communication of sex and reproductive state in humans. Mueller-Schwarze and Mozell (eds). Chemical signals in vertebrates, s. 273-286. Plenum, New York.
- Doty, R.L., Green, P.A., Ram, C., Yankell, S.L. 1982.
Communication of gender from human breath odors: Relationship to perceived intensity and pleasantness. Hormones and Behavior 16: 13-22.
- Dravnieks, A., Krotoszynski, B.K., Lieb, W.E. and Jungerman, E. 1968.
Influence of an antibacterial soap on various effluents from axillae. J. Soc. Cosmet. Chem. 19:611-629.
- Elvingsson, C-O. 1972.
Luftreningsteknik. I Luftmiljön, Natur och Kultur (ed P Brinck et al) s.172 - 219.
- Evans, C.A. 1975.
Persistent individual differences in the bacterial flora of the skin on the forehead: numbers of propionibacteria. J Invest Dermatol 64:42-46.

- Finegold, S.M. 1987.
Anaerobic bacteria: Their role in infection and their management. Postgraduate Medicine 81: 141-147.
- Flucker, B.J. 1958.
Soil temperature. Soil Sci. 86:34-46.
- Frame, G.W., Strauss, W.G. and Maibach, H.I. 1972.
Carbon dioxide emission of the human arm and hand. J. Invest. Dermatol. 59:155-159.
- Gesteland, R.C. 1986.
Speculations on receptor cells as analyzers and filters. Experientia 42: 287 - 291.
- Henning, H. 1916.
Der Geruch. Leipzig: Barth.
- Hepper, P.G. 1988.
The discrimination of human odour by the dog. Perception 17:549-554.
- Jackman, P.J.H. 1982.
Body odor - the role of skin bacteria. Semin Dermatol. 1:143-148.
- Jones, P.H., Willis, A.T. and Ferguson, I.R. 1978.
Treatment of anaerobically infected pressure sores with topical metronidazole. Lancet, 1: 214.
- Kligman, A.M. and Shehadeh, N. 1964.
Pubic apocrine glands and odor. Arch. Dermatol. 89:461-463.
- Kobayashi, S. 1990.
(Relationship between an offensive smell given off from human foot and Staphylococcus epidermidis. Japanska). Nippon Saikingaku Zasshi 45:797-800.
- Koelega, H.S. and Koster, E.P. 1974.
Some experiments on sex differences in odor perception. Annals of the New York Academy of Sciences, 237: 234 - 246.
- Laakso, I., Seppänen-Laakso, T., Hiltunen, R., Mueller, B., Jansen, H., and Knobloch, K. 1989.
Volatile garlic odor components: gas phases and adsorbed exhaled air analysed by headspace gas chromatography-mass spectrometry. Planta Medica 55: 257-261.
- Lánský, P. and Rospars, J-P. 1993.
Coding of odor intensity. BioSystems 31: 15 - 38.
- Law, D.B., Berg, M.S. and Fosdick, L.S. 1943.
Chemical studies in periodontal disease. J Dent Res 22:324.
- Lee, C.T. (1976).
Agonistic behavior, sexual attraction, and olfaction in mice. Doty, R.L. (ed.) Mammalian olfaction, reproductive processes and behavior. Academic Press. pp. 161-180.

- Leyden, J.J., McGinley, K.J., Hölzle, E., Labows, J.N., and Kligman, A.M. 1981.
The microbiology of the human axilla and its relationship to axillary odor. J. Invest. Dermatol. 77:413-416.
- Leyden, J.J., McGinley, K.J. Nordstrom, K.M., Webster, G.F. 1987.
Skin microflora. J. Invest Dermatol 88:65-72.
- Liappis, N, Kelderbacher, S-D, Kessler, K, Bantzer, P. 1979.
Quantitative study of free amino acids in human eccrine sweat excreted from forearms of healthy trained and untrained men during exercise. Eur J Appl Physiol 42: 227-234.
- Lötterle, J, Schmierl, G. und Schellman, B. 1982.
Einfluss der Bodenart die Leichendekomposition bei langen Liegezeiten. Beitr Gerichtl Med 40: 197-201.
- McClintock, M. 1971.
Menstrual synchrony and suppression. Nature, 229:244-245.
- Monroe, L.S. 1985.
Fecal analysis. Berk (ed). Bockus gastroenterology. 4th ed. vol 1. Saunders, Philadelphia, p. 350.
- Moore, J.G., Straight, R.C., Osborne, D.N. and Wayne, A.W. 1985.
Olfactory, gas chromatographic and mass spectral analyses of fecal volatiles traced to ingested licorice and apple. Biochem Biophys Res Commun 131: 339-346.
- Moore, J.G., Jessop, L.D. and Osborne, D.N. 1987.
Gas-chromatographic and mass-spectrometric analysis of the odor of human feces. Gastroenterology 93: 1321-1329.
- Myers, L.J., Hanrahan, L.A., Swango, L.J., and Nusbaum, K.E. 1988.
Anosmia associated with canine distemper. American Journal of Veterinary Research. 49: 1295 - 1297.
- Nazzaro-Porro, M, Passi, S, Boniforti, L, Belsito, F. 1979.
Effects of aging on fatty acids in skin surface lipids. J Invest Dermatol 93:112-117.
- Olmez, I., Gulovali, M.C., Gordon, G.E. and Henkin, R.I. 1988.
Trace elements in human parotid saliva. Biol Trace Element Res 17:259-270
- Pearshall, M.D and Verbruggen, H. 1982.
Scent. Training to Track, and Rescue. Alpine Pblc Inc. Colorado, USA.
- Peter, G, Schröpl, F, Feisel, H.G. Thurauf, W. 1970.
Gaschromatographische Untersuchungen von freien und gebundenen Fettsäuren im ekkrinen Schweiß. Arch Klin Exp Dermatol 238: 154-159.
- Preti, G., Cutler, W.B., Christensen, C.M., Lawley, H., Huggins, G.R. and Garcia, C.-R. 1987.
Human axillary extracts: Analysis of compounds from samples which influence menstrual timing. J. Chem. Ecol. 13: 717 -

- Price, G.D., Smith, N. and Carlson, D.A. 1979.
The attraction of female mosquitoes (Anopheles quadrimaculatus) to stored human emanations in conjunction with adjusted levels of relative humidity, temperature and carbon dioxide. J. Chem. Ecol. 5:383-395.
- Rodriguez, W.C. and Bass, W.M. 1983.
Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. J. Forensic Sci. 28: 423-432.
- Rodriguez, W.C. and Bass, W.M. 1985.
Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. J. Forensic Sci. 30:836-852.
- Röckl, H. 1977. Probleme der Bakterienökologie der Haut. *Hautarzt* 28:155-159.
- Sastry, S.D., Buck, K.T., Janak, J., Dressler, M., and Preti, G. 1980. Volatiles emitted by humans. Waller and Dermer (eds). *Biochemical Applications of Mass Spectrometry, 1st Suppl Vol, pp. 1085-1129.*
- Schiffman, S.S. 1974.
Physiochemical correlates of olfactory quality. Science 185:112-117.
- Schiffman, S.S. 1983.
Taste and smell in disease. New England Journal of Medicine, 308: 1275-1279, 1337-1343.
- Schreck, C.E., Kline, D.L. and Carlson, D.A. 1990.
Mosquito attraction to substances from the skin of different humans. J. Amer. Mosq. Control Assoc. 6:406-410.
- Sekuler, R. and Blake, R. 1990.
Perception. McGraw-Hill Publ. N.Y.
- Shankaranarayana, M.L., Raghavan, B., Abraham, K.O., and Natarajan, C.T. 1975.
Volatile sulphur compounds in food flavors. Furia and Bellanca (eds). Fenaroli's handbook of flavor ingredients. 2nd ed vol 1. Boca Raton, Florida. p. 186.
- Somerville, D.A. 1969.
The normal flora of the skin in different age groups. Br J Dermatol 81:248-258.
- Stone, H. and Pryor, G. 1967.
Some properties of the olfactory system of man. Perception and Psychophysics, 2: 516 - 518.
- Szathmary, S.Cs., Tamaska, L und Steigel, A. 1985.
Ein Beitrag zum postmortalen Neutrallipidabbau Einsatz moderner Analysemethoden bei der Fettwachsbildung. Z. Rechtsmed. 94:273-287.
- Thesen, A. 1992.
Sporingsatferd hos hund. Biologisk Institutt, Oslo.

Thompson Rice, T. 1992.

Metronidazole use in malodorous skin lesions. Rehabilitation Nursing 17 (5): 244-245.

Tonzetich, J., Preti, G. and Huggins, G.R. 1978.

Changes in concentration of volatile sulphur compounds of mouth air during the menstrual cycle. J.Int. Med. Res. 6: 245-254.

Widell, T. 1959.

Mätmetoder vid stoftavskiljning. Teknisk Tidskrift 1959:5, 81 - 87.

Willstedt, H., Virgin, E. och Myrbäck, K. 1958.

Kemi med biokemi. Scandinavian University books. Svenska Bokförlaget. Stockholm.

Wysocki, C.J. and Beauchamp, G. 1984.

Ability to smell androstenone is genetically determined. Proc. of the National Academy of Science. 81: 4899 - 4902.

Zuschneid, K. 1984.

Studies on olfactory acuity and olfactory discrimination in hunting dogs. Proc. Int Congr Appl Ethol Farm Anim, Kiel 1984 s. 402-406.

Räddningsverket, 651 80 Karlstad.
Telefon 054-13 50 00, telefax 054-13 56 00. Internet <http://www.srv.se>
Beställningsnummer P21-172/97. Telefax 054-13 56 05
ISBN 91-88890-74-0