



Norrbottens
museum

Rapport 2014:18

ARKEOLOGI



ARKEOLOGI-HUNDAR?

Sökhundar i forskningens tjänst. Genomgång av forskningsläge och forskningshistoria inför metodutveckling av arkeologisökhundar för framtidens arkeologiska utredningar och undersökningar.

Norrbottens museum
Frida Palmbo
Olof Östlund

Studien är finansierad av Norrbottens Landstings FoU-medel.

Administrativa uppgifter

Norrbotens museum dnr:	178-2013
Landstingets diarienummer:	NLL-392871
Typ av arbete:	Litteraturstudie (inom landsingets FoU)
Personal involverade i arbetet:	Olof Östlund, arkeolog. Avdelning Kulturmiljö, Norrbottens museum. (Ansvarig för ansökningen av FoU medel). Frida Palmbo, arkeolog. Avdelning Kulturmiljö, Norrbottens museum
Handledare:	Sara Hagström-Yamamoto, avd.chef, avdelning Kulturmiljö Norrbotens museum
Arbetstid:	182 timmar under perioden 1 april – 1 december 2014

Innehållsförteckning

Administrativa uppgifter	1
Innehållsförteckning	1
Genomgång av forskningsläge och forskningshistoria inför metodutveckling av arkeologisökhundar för framtidens arkeologiska utredningar och undersökningar	3
1. Inledning.....	3
2. Historisk återblick.....	4
3. Hundens luktsinne och luktsinnets fysiologi och dofters kemi.....	4
3.1. Nosens fysik.....	5
3.2. Dofters kemi.....	5
3.3. Doft av människor och hundar i hjärnskanning av hundar	6
4. Sökhundar avseende sprängmedel och minor.....	6
4.1. Luktsinne vs synsinne	6
4.2. Luktsinne efter ansträngning.....	7
4.3. Motivation vid sökande av sprängmedel – När blir hundarna less?	8
4.4. Mindetektering på avstånd	8

4.5.	Luktsinnets fysiska begränsningar (känslighet) och hundars förmåga att urskilja måldoft/etikett och bortse från störande/maskerande dofter.....	9
4.6.	Hundars förmåga att generalisera måldoft/etikett.....	9
4.7.	Hundar väljer den doft som är enklast att känna igen i målobjektet.....	10
4.8.	Jämförelse av hundars förmåga att hitta sprängmedel jämfört med ”elektroniska nosar”.....	10
5.	Sökhundar avseende gifter.....	10
6.	Sökhundar avseende narkotika.....	11
7.	Sökhundar avseende levande och (i arkeologiskt perspektiv nyligen) avlidna människor.....	13
7.1.	Sökhundar och rester av döda människor.....	13
7.2.	Sökhundar som identifierar människor.....	14
8.	Sökhundar avseende skadedjur och svampangrepp.....	15
8.1.	Sökhundar och mikrobiologisk tillväxt (svampangrepp) i byggnader.....	15
8.2.	Sökhundar och vägglöss.....	16
9.	Sökhundar avseende andra djur.....	16
9.1.	Sökhundar som letar efter sköldpaddor – på vilket avstånd kan vittring detekteras	16
10.	Sökhundar avseende sjukdomar hos djur.....	17
10.1.	Rävskebba – sjukdomsangripna djur.....	17
11.	Sökhundar inom medicin.....	18
12.	Vad som påverkar dofter för hunden.....	25
12.1.	Doften är inte alltid där målet finns... ..	25
12.2.	Temperatur.....	26
12.3.	Vinden.....	26
12.4.	Nederbörd och grundvatten.....	26
12.5.	Spårets ålder.....	26
12.6.	Hundförare och/eller tränare.....	27
12.7.	Smitta/kontaminering.....	27
13.	Slutsatser av litteraturstudien.....	28
13.1.	Statistik i artiklarna för hundarnas prestationer.....	28
13.2.	Felkällor.....	29
14.	Framtiden: Hundar inom arkeologi – möjligheter och svårigheter.....	30
15.	Slutord och tack.....	31
	Referenser.....	32

Sökhundar i forskningens tjänst.

Genomgång av forskningsläge och forskningshistoria inför metodutveckling av arkeologisökhundar för framtidens arkeologiska utredningar och undersökningar

1. Inledning

Genom åren har hundars luktsinne kommit att användas för att spåra och söka en stor variation av dofter. Några att nämna är: brandfarliga vätskor/brandhärdar, lik (likvätska från döda på land/gaser från lik i vatten från de drunknades lungor), sedlar, sperma, blod, sprängmedel, narkotika, identifikation av människor (ID), eftersök av begravda människor (i t.ex. laviner, jordskred eller raserade byggnader), eftersök av försvunna människor, markering av medicinska tillstånd (som t.ex cancer hos människor och brunst hos kor), sök av läckage på vattenledningar, miljöfarliga utsläpp, malm, arkeologiskt intressanta gravar, svamp, mögel, skadeinsekter och självklart också djur/jaktbyten. Hundarna används för att man har sett av egna erfarenheter att det fungerar, men ofta är det enbart praktiska försök och praktisk användning som har gjort att man tagit beslutet att använda dem. Forskningsinsatserna på hundars spårnsinne är mera begränsat.

Det följande är en litteraturstudie med avsikt att redovisa vetenskapligt underbyggd forskning som visar vad hundar är kapabla att göra, och i slutändan visa på om hundar är möjliga att använda som hjälpmedel inom det arkeologiska fältarbetet.

Intresset för sökhundar och vad de kan hjälpa arkeologer med är kopplat till tidseffektivisering av det arkeologiska arbetet. Stora delar av Norrbottens län är inte fornminnesinventerat och eftersom fornlämningarna därmed inte är kända i de områdena finns stora risker att de förstörs. Om hundar går att använda skulle detta innebära stora tidsbesparingar, och även besparingar i form av grävmaskiner som vi i dagsläget använder för att lokalisera lämningar.





2. Historisk återblick

Människan har troligtvis använt sig av hundens luktsinne i flera tusen år. De äldsta arkeologiska bevisen för domesticerade hundar är minst 12000 – 15000 år gamla, men morfologiska och genetiska studier tyder på att hundens släkträd kan ha skilts från vargens tidigare än så. Tidigare genetiska studier har dock gett väldigt gamla dateringar, uppemot 135000 år och med endast en utpekad plats (Asien) där hunden domesticerats. Dessa studier har varit starkt ifrågasatta och går inte att ta som bevis för när och var detta skedde. Konsensus råder generellt bland arkeologer om att det är troligt att hunden domesticerades på flera olika platser med början under den senare delen av den geologiska epoken Pleistocen (Larson et al. 2012).

I Larson et al. (2012) försöker man komma längre med de genetiska jämförelserna för att försöka avgöra när vargens och hundens släkträd delar på sig, men eftersom det förefaller som om hundraser blandats oavbrutet genom den tid som människa och hund tillbringat tillsammans är ingen hundras "ursprunglig" och hundens släkträd mycket komplicerat. I nuläget går det inte att exakt avgöra när hunden blev skild från vargen och domesticerad, men framtida forskning kan komma att ge svar på den frågan.

Första gången hundars luktsinne omnämns skriftligen är i antikens Grekland, där de förekommer i satiren *Spårhunden* av Sofokles (496 – 406 f.Kr.), där de spårar fårtjuvar. Under modern tid började polisen använda spårhundar i tjänsten under slutet av 1800-talet (Hansson 2011). Till Sverige importerades de första polishundarna år 1910 från Tyskland (Karlsson 2010). Ett år senare startade den svenska militären försök med hundar, men i början främst som draghundar och rapporthundar (Blomquist & Paulsson 1986). Under andra världskriget började hundar användas för att söka minor (Fjellanger et al. 2002).

3. Hundens luktsinne och luktsinnets fysiologi och dofters kemi.

Hundens fysiologi när det gäller luktsinne är väldigt annorlunda jämfört med människans, framför allt när det gäller storlek och mängd luktreceptorer (luktceller). En människas luktorgan har en yta av ca

5 cm² innehållande 5-7 miljoner luktceller. En hund har omkring 150 cm² yta luktorgan hopvecklat i sin nos, innehållande ungefär 250 miljoner luktceller (Sjaastad et al. 2010). Den del av hjärnan som behandlar informationen om lukterna utgör en tredjedel av hundens storhjärna hjärnbark, jämfört med en människa som enbart använder en tjugonedel av sin hjärnbark för att analysera dofter. (Jalakas 2000, Hansson 2011). Jalakas uttrycker det väldigt tydligt: Om människans värld är en värld av bilder, är hundens en värld av dofter.

3.1. Nosens fysik

Hundarnas luktsinne är inte bara insidan av nosen och hjärnan. Även utsidan av nosen och dess aerodynamik spelar roll. När hunden har nosen mot marken och sniffar, drar den in luft och doftmolekyler in i nosen. När den sedan blåser ut luften blåser den utandningsluften bakåt för att inte störa vittringen (Settles et al.2002). Hunden kan också välja att blåsa utandningsluften rakt ned mot doftfläcken för att virvla upp fler doftpartiklar eller värma upp en kall yta för att tina loss doftpartiklar (Hansson 2011). Nosens två "näshålor" har samma förmåga att känna dofter, men skillnad i intensitet mellan de båda sidorna avgör riktningen till doftkällan (Hansson 2011 refererande till Pearsall & Verbruggen 1982).

3.2. Dofters kemi

En doft är molekyler som sprids från ämnet som avger doften. Varje ämne avger doftmolekyler. Hur mycket som avges beror på ämnets ångtryck (mäts i ppt-partiklar per trillion – *enligt den engelskspråkiga definitionen av trillion*) och detta beror på temperaturen. Hög temperatur ger högre ångtryck och därmed mera doft. Vidare måste en doftmolekyl för att kunna registreras av ett däggdjurs nos/näsa också ha vattenlöslighet, låg polaritet, viss förmåga att lösa sig i fett och "surface ability". Ingen känd doftmolekyl har heller en molekylvikt större än 294 (Leffingwell 2002).

Eftersom dofter är molekyler som sprids från ämnet som avger doften, minskar med tiden också antalet molekyler som kan spridas. Det blir helt enkelt mindre kvar på ursprungsplatsen när doftämnet bryts ned (eller snarare bryts i bitar och sprids). Ett fingeravtryck t.ex., består av fetter, omättade och mättade. De mättade fetterna är relativt stabila, medan de omättade med tiden reagerar med omgivningen och förvandlas till mättade fetter. I gamla fingeravtryck dominerar därför de mättade fetterna. Sammansättningen är förändrad och därmed också doften. Därtill kommer själva spridningen av doftmolekyler, främst beroende på temperatur och tid. Ju högre temperatur, desto fler ämnen avdunstar och försvinner. Doften förändras över tiden, vilket gör att vittringen för hunden är annorlunda en dag senare, än när doften var "ny" (Hansson 2011).

Luktämnen är alltså flyktiga kemiska komponenter (molekyler) som förs av inandningsluften till luktepitel (*Regio olfactoria*) som är placerat längst bak i taket på de två näshålorna. Luktepitelet är direktkopplat till luktbulben på undersidan av den främre delen av hjärnan. (Leffingwell 2002). Alla däggdjur har ett sådant epitel hopvikt som en labyrinth (*etmoidal turbinate bones*), men arter med gott luktsinne har alltså större yta på sitt luktepitel (Sjaastad et al. 2010). Luktsinnet är det enda sinne vars nerver är mer eller mindre direktkopplade till det limbiska systemet i hjärnan och därmed till känslor. Luktsinnet är också det enda sinnet vars nerver inte kopplas om i talamus på väg till storhjärnan (Marieb et al. 2008). Grundprincipen för hur doftmolekylerna tas upp av luktreceptorer och förs vidare till luktbulb och huvudhjärna bör vara densamma för hunden, men känsligheten är alltså enormt mycket större. Ju fler doftmolekyler som kommer in i nosen och möter luktreceptorcellerna, desto kraftigare doft. Underlag där få doftmolekyler fäster är svårare för

hundarna eftersom doften hunnit försvinna. Hunden skapar en doftkarta/mönster i sin hjärna för varje doft, och därför kan den också särskilja enskilda människor eftersom alla enskilda individer har sin egen doft (Hansson 2011).

3.3. Doft av människor och hundar i hjärnskanning av hundar

Det har forskats på hundars hjärnor och luktsinne. Berns et al. (2014) gjorde en fMRI-studie där de skikt-röntgade 12 hundars hjärnor när de fick känna 5 olika dofter. Hundarna hade dresserats att ligga helt stilla när de låg i maskinen. Fyra dofter som fångats upp på gasväv av bomull presenterades för hundarna; hundens egen doft, en doft av en okänd hund, en doft av en känd hund (familjemedlem), en doft av en okänd människa och en doft av en känd människa (familjemedlem). Man koncentrerade sig på att titta på hundarnas *caudate nucleus*, den del av hjärnan där det är känt att positiva förväntningar syns under stimulans. Forskarna resonerade att de dofter som mest knyts samman med positiva förväntningar är människodofter, eftersom det är från människor hundar får de tydligaste belöningarna. Vid försöken framkom det att luktbulben i hjärnan aktiverades lika mycket av alla fem dofterna, men att hundarnas *caudate nucleus* reagerade mest positivt när de kände igen dofter sedan tidigare, t.ex. en annan hund i samma hushåll. Allra mest med stor marginal reagerade de positivt när de kände doften av en icke närvarande, men känd människa. Doften av den kända människan var inte den människa som följt dem till forskarnas MRI-scanner och som gav kommandot att de skulle ligga stilla. Hundarna fylldes alltså av positiv förväntan på någon som inte var där, vilket gjorde det väldigt tydligt att hundar kände igen doften och att de minns från vem den kommer. Förväntan på en positiv belöning är kopplad till en person som inte är närvarande, i tid eller rum. Det fanns alltså i försöken ingen omedelbar koppling till personen och "belöningen" som hunden förväntade sig när den är tillsammans med den människan. Författarna framhåller att de flesta av de "kända människorna" i försöken inte var den personen som hade följt dem till MRI-scannern, och som primärt gav dem mat varje dag. De "kända människorna" som lämnat doftprover var istället barn eller sambo/makar, som i sin samvaro med hundarna främst lekte med dem. Hundarna tänkte alltså inte på mat när de kände doften av människan där hemma. "Belöningen" som avspeglades i *caudate nucleus* var främst lek eller social samvaro tillsammans med personen som hunden mindes. Denna kraftiga "respons på belöning" verkar vara kopplad till människor i familjen, inte till andra djur i familjen (Berns et al. 2014).

4. Sökhundar avseende sprängmedel och minor

Många av studierna om hundars luktsinne i människans tjänst har gjorts med avseende på att söka sprängmedel och minor. Det är kanske också av denna anledning som forskning in om de studierna ofta handlar om pålitlighet och träffsäkerhet när det gäller hundarnas markering av äkta sprängmedel. Om hundarna misslyckas dör i värsta fall både de och människorna runt omkring dem.

4.1. Luktsinne vs synsinne

Gazit & Terkel (2003b) gjorde en studie där sex sökhundar (4 Belgian Malinois, 2 Labrador retrievers) med hundförare fick leta sprängmedel i kontrollerad miljö inomhus, men också i utomhusmiljö. Inomhusmiljön bestod av ett möblerat auditorium (9x6 m) där ingen vind eller temperaturförändring kunde störa. Möbleringen förändrades dagligen innan experimenten utfördes. I utomhusmiljön bestod sökmiljön av en 2400 m lång "mjuk" kalkstensstig som delats upp i 6 lika stora delar a 400 m. Uppdelningen gjordes för att hundarna inte skulle lägga märke till kontaminerande dofter från de andra hundarna. Försöken gjordes dels i fullt ljus, dels i mörker, med endast mycket svaga ljuskällor.

Ljuskällorna vid mörkertesterna var så svaga (0,17-0,70 lux) att även hundar bedömdes ha svårigheter att se, speciellt som det rörde sig om stationära föremål. Sprängmedel (30 gram) av typen "C4" placerades i behållare (saltströare) som placerades ut i inomhusmiljön, respektive kastades ut i utomhusmiljön. Antalet positiva träffar av detekterade sprängmedel, snifningsfrekvens (som visar hur mycket hunden använder nosen för att söka) och tiden det tog för hundarna att utföra arbetet registrerades. Skillnaden i ljus eller mörker visade sig vara betydelselös för hundarnas förmåga att söka efter sprängmedel. Hundar litar enligt denna studie enbart på sitt luktsinne när de söker efter stationära och gömda doftkällor (Gazit & Terkel 2003b)

Som ett komplement till Gazit och Terkels artikel om luktsinne vs synsinne kan ett citat från Hansson (2011) ytterligare belysa hundars luktsinne som det viktigaste sinnet:

Redan när valpen är nyfödd hör man hur den sniffar. Nosen arbetar hela tiden. Redan från födseln använder valpen, som fortfarande är blind och döv, sitt viktigaste sinne – luktsinnet – för att hitta till tiken och maten. Ofta pendlar valpen med huvudet när den försöker lokalisera Tiken och spenen. Detta är ett beteende som vi sedan ser när hunden spårar. Då kan man ibland se hur hunden för nosen horisontellt över spåret stannar upp när nosen är rakt över ett fotsteg och fotsätter över på andra sidan. Sedan återvänder den med nosen till fotsteget. Förmodligen undersöker hunden hur utbredd vittringen är och var centrum befinner sig, för att få en bild av spåret. (...) Hunden skaffar sig den mesta av sin information om omvärlden genom luktsinnet. När vi hade valpar hemma undersökte de oss noggrant redan innan de hade öppnat ögonen. De snusade väldigt noga på varje del av oss som de kunde komma åt (Hansson 2011: 15).

4.2. Luktsinne efter ansträngning.

Gazit & Terkel (2003a) skriver också om hundars försämrade luktsinne vid fysisk ansträngning. Hundar som ansträngt sig fysiskt kan inte sniffa lika ofta eftersom de för att kyla ned kroppen måste flämta. De saknar svettkörtlar och flämtningen är hundars sätt att kyla sig. De kan inte flämta och sniffa samtidigt, vilket försvårar för dem att söka.

Gazit & Terkel utförde försök där 6 hundar (4 Belgian Malinois, 2 Labrador retrievers) användes för att söka sprängmedel, dels efter vila och dels efter ansträngning på löpband. En speciell avlyssningsapparat (en liten mikrofon som satts fast på ett "harnesk" på hundens huvud) användes för att registrera om hunden flämtade eller sniffade. Ljuden från mikrofonen kördes genom ett dataprogram för registrering av flämtning respektive sniffning. Förutom sniffningar och flämtningar mättes också vindstyrka, yttre temperatur, kroppstemperatur och puls under försöken. Försöken genomfördes både inomhus och utomhus. Behållare med sprängmedel gömdes 5 minuter innan försöken, och hundförarna var inte medvetna om var de gömts. 12 sessioner utfördes.

Testresultaten när det gäller att hitta sprängmedlen försämrades tydligt av ansträngning. Av de tre sprängmedelsbehållare som gömts utomhus hittades den första i 85 % av sökningarna, den andra i 90 % av sökningarna och den tredje i 100 % av sökningarna, när hunden var utvilad. Motsvarande träffsäkerhet efter ansträngning var 68 %, 78 % och 97 %. Resultatets försämring märktes också i den tid som krävdes för hundarna att söka igenom området. Större ansträngning krävde sedan mer tid i sökandet.

Gazit & Terkels försök visar dock också att träning att söka omedelbart efter fysisk ansträngning kan förbättra resultaten en aning, men detta har inte någonting att göra med hundarnas fysiska "fitness" att göra, den konstaterades vara lika under hela försöksperioden. Träningen gjorde hundarna vana att jobba under fysisk ansträngning och de utökade medvetet antalet sniffningar i de avslutande sex

sessionerna, även om detta också innebar att de tvingades att flämta fler gånger. (Gazit & Terkel 2003a)

4.3. Motivation vid sökande av sprängmedel – När blir hundarna less?

Gazit, Goldblatt, Terkel (2005) utförde ett motivationstest med sju sökhundar (5 Belgian Malinois, 2 Labrador retrievers), som tränats för att hitta sprängmedel. Vid försöken användes 3 banor längs med grusvägar. Banorna preparerades genom att behållare med sprängmedel slängdes ut från en bil in i undervegetationen vid sidan om vägen. Omgivningens temperatur, luftfuktighet och vindstyrka kontrollerades före varje försök. Hundförarna visste inte om hur eller hur många behållare som placerats ut.

Resultaten visade att även hundar som har tränats noggrant blir slarviga när de upptäcker att en av tre likvärdiga träningsbanorna oftast saknar sprängmedel. Om de har fått lära sig att en sökbanan inte innehåller sprängmedel ökar misstagen när sprängmedel vid ett senare tillfälle faktiskt placeras ut på den banan.

På de två banor (A och C) som regelmässigt innehåller sprängmedel låg träffprocenten mellan 87 och 96 %. På den banan (bana B) som till att börja med under träningssessionerna inte innehållit sprängmedel, låg träffprocenten senare vid försök när sprängmedel placerats ut endast på 52 %. Försämringen på bana B började märkas redan efter 5 övningssessioner på de respektive banorna. Ju fler gånger som bana B befanns vara tom, desto färre träffar hade hundarna, de dagar (var fjärde dag), när sprängmedel faktiskt lagts ut. Motivationen att söka ordentligt var liten på den banan. Det var också mycket svårt att med ytterligare träning (med utplacerade sprängmedel) på denna bana övertyga hundarna om att även bana B var värd att noggrant söka igenom.

Även om hundförarna uppmuntrade hundarna oftare med verbala kommandon på den banan, minskade entusiasmen hos hundarna. Även hundförarna noterade dock snart vilken bana som sällan hade sprängmedel. De kan alltså omedvetet ha påverkat hundarna negativt under sökningarna på bana B. Hundförarna var dock erfarna och professionella. Enligt artikelförfattarna är det inte troligt att de skulle ha påverkat hundarna negativt: Den som övervakade försöken kunde inte se att hundförarna ändrade beteende mot hundarna på ett sådant sätt att de skulle reagera negativt i sin iver att söka. Hundförarna var dessutom själva väldigt engagerade och såg det som ett personligt misslyckande när hunden inte hittade de utplacerade sprängmedlen.

4.4. Mindetektering på avstånd

Fjellanger et al. (2002) utformade en metod att med hundars hjälp utföra minsökning på avstånd. Försöket gick ut på att "dammsuga" luft från minfält genom ett filter. I filtret fastnar doftmolekyler från minor (sprängmedel och deras nedbrytningsprodukter) som hundarna kan detektera på säkert avstånd. I en cirkelformad upphängningsanordning med 12 armar placeras 11 filter som inte varit i kontakt med luften från minor och eller andra ämnen än minor. I en behållare placeras måldoft (filtret med doft av minor). Hunden kommer in i rummet med upphängningsanordningen, går runt den samtidigt som den sniffar på alla filter och markerar sedan genom att sitta eller ligga ned. Om hunden gjorde rätt fick den en belöning i form av mat. Om där inte fanns någon måldoft fick hunden sin belöning först när den lämnat rummet. I Fjellanger et al:s studie hade hundarna en träffsäkerhet på 95% efter 4 månader, med ett spann från 93% - 96% mellan de enskilda hundarna.

4.5. Luktsinnets fysiska begränsningar (känslighet) och hundars förmåga att urskilja måldoft/etikett och bortse från störande/maskerande dofter

Johnston (1999) har visat var gränsen går, för hur svaga dofter som hunden kan upptäcka. Det testades med fyra olika ämnen som ingår i olika sprängmedel. Gränsen ligger mellan 10 molekyler på en miljard, (vilket motsvarar en molekyl på hundra miljoner – 1:100 000 000), och 500 molekyler på en engelskspråkig trillion (1×10^{12}), (vilket motsvarar en molekyl på två miljarder – 1:2 000 000 000). Det är alltså den koncentration som hunden behöver dra in i nosen för att de ska komma i kontakt med luktreceptorerna och för att sedan känna igen den. Det finns enligt forskarna som utförde mätningarna ingen anledning att tro att gränsvärdena är annorlunda för andra doftämnen. Försöken utfördes dock i kontrollerade miljöer, vilket gör att de måste ses som hundens maximala gräns. I verkligheten kan det vara svårare. Ett rimligt antagande är att hunden först stöter på enstaka molekyler i ”doftmolnets” ytterkanter och att den sedan högre koncentrationer för att hitta sitt mål. Vikten på måldoft saknar betydelse, det som är avgörande för hundens förmåga att känna doften är koncentrationen av doftpartiklar per given mängd luft (*vapor concentration*) (Johnston 1999).

I försöken tydliggjorde Johnson också hundars förmåga att bortse från andra störande dofter oavsett styrka, för att istället följa den doft som de söker. Vid försöken hölls doftkoncentrationen för måldoft konstant hela tiden samtidigt som de störande dofternas koncentration varierades från låga till mycket höga nivåer. Endast när den störande doften var i extremt höga koncentrationer försämrades hundarnas resultat, men då hade gränsen redan sedan länge passerats för vad de närvarande människorna stod ut med. (Johnston 1999).

De försök som Johnston genomfört visar också att hundar kan urskilja och lära sig minst 10 olika måldofter (etiketter) utan några som helst problem, även om testprotokollet är en utmaning för hunden. Att kunna många olika etiketter påverkar inte hundens förmåga att hitta tidigare inlärd etiketter. Johnstons försöksverksamhet utvecklades sedan till att fokusera på hur länge hundarna kunde minnas sina måldofter, utan uppfräschning i form av träning. Ytterligare en grupp med hundar tränades att urskilja tio måldofter/etiketter från 10 dofter som de inte skulle markera. De testades sedan återkommande med mellanliggande tidsglapp som blev allt längre. Efter varje test tilläts hundarna att träna så att de var fullärda inför det kommande uppehållet. Hundarna visade inte någon försämring av sina resultat när uppehållen blev längre. Som längs var uppehållen 4 månader långa, innan försöken avbröts (Johnston 1999).

Även ett senare test visade att hundar kan urskilja minst 10 måldofter utan minskad träffsäkerhet, samtidigt som där fanns 13 andra dofter som hundarna skulle lära sig att ignorera. Hundarna lärde sig dessutom snabbare nya måldofter ju fler de lärde sig. (Williams & Johnston 2002).

4.6. Hundars förmåga att generalisera måldofter/etikett

Det är viktigt att hundarna kan generalisera måldofter för att kunna hitta liknande mål vars dofter skiljer sig en aning från det som den tränats för. Hunden ska inte bara hitta ett sprängmedel (eller ur arkeologisk synvinkel brända ben från en djurart), den ska även kunna hitta liknande sprängmedel. Johnston (1999) har gjort tester med hundar som söker ett antal olika sorter av ”smokless powders” (röksvagt krut avsett för ammunition). Hundarna tränades att hitta en krutsort till att börja med och testades sedan om de kunde hitta övriga krutsorter (minst 4 okända krutsorter). En av dessa okända krutsorter lades sedan till tränings-krutsorterna och därefter gjordes ytterligare tester. Sedan fortsatte det träningsmönstret tills hundarna lärt sig fyra olika sorter, och testades för en 5:e.

Försöken visade att hundarna lättast registrerar ämnen som i doftångorna kemiskt mest liknar dem som de redan tränat på. Även bredden av träning hade betydelse. Ju fler måldoftor av olika krutsorter, desto fler krutsorter hittade de som de inte hade tränat på. I klartext, de lärde sig att generalisera vilka specifika doftmolekyler som krutsorterna hade gemensamt.

Enligt Johnson visar försöken att det inte räcker med att träna hundarna på en eller två av kategorier av målobjekt och sedan tro att hundarna hittar alla liknande objekt. Hunden måste få chans att öva sig på många liknande måldoftor för att kunna lära sig att generalisera och hitta övriga varianter på det mål som eftersöks. Ju fler varianter av måldoft som hunden tränar på, desto större chans att den också markerar för varianter som den inte tränat på (Johnston 1999)

4.7. Hundar väljer den doft som är enklast att känna igen i målobjektet.

De flesta måldoftor består av många olika ångformiga (kemiska) föreningar. Enligt Johnston (1999) har hundarna förmåga att urskilja många föreningar i sådana måldoftor, men de lär sig att svara på endast ett fåtal. Hundarna lär sig den kemiska förening som det finns mest av i respektive sprängmedel, vanligtvis en eller två föreningar. När det gäller sprängmedel är den mest förekommande doften lösningsmedel. Försöken som Johnston gjort, och övriga försök som han hänvisar till visar att hundarna inte alltid svarar mot föreningar som tränare och hundförare vill hitta, d.v.s. den explosiva delen av sprängmedlet. De kan lika gärna svara mot andra komponenter som råkar finnas i doftbilden på övningsobjekten. Det duger alltså inte att välja godtyckliga målobjekt, man måste veta exakt vad det är för doftkomponent som man tränar hunden att markera för. (Johnston 1999)

Även Jalakas berör detta fenomen: Hunden söker den doft som är enklast att känna när vi dresserar den att hitta speciella föremål, ämnen, djur eller människor. Om hunden t ex söker efter en mina, söker den efter det kemiska ämne i minan som luktar mest, med utgångspunkt från de sprängmedel den tränat på. Hunden söker efter den doft som är enklast att känna i träningsobjektet, och det har visat sig att det inte alltid är exakt det doftämne som människan trott. Om en mina saknar just den doftkomponenten som hunden lärt sig att leta efter så hittar hunden den inte (Jalakas 2000).

4.8. Jämförelse av hundars förmåga att hitta sprängmedel jämfört med "elektroniska nosar".

Furton & Myers (2001) har i sina tester visat att hundar har fördelar och nackdelar jämfört med "elektroniska nosar" när det gäller detektion av sprängmedel (C-4). Hundar är snabbare, mer flexibla, användbara och pålitliga när det gäller detektering i verkligheten utanför laboratoriet. Generellt sett så har elektroniska detekteringsapparater problem med att effektivt kunna ta in prover för att kunna detektera, samtidigt som de också har problem om andra kemikalier stör. De har dessutom dålig mobilitet. Furton & Myers (2001).

Man måste dock vara medveten om att deras studie i nuläget är mer än 13 år gammal, och att mycket kan ha hänt i utvecklingen av elektronisk detekteringsapparat.

5. Sökhundar avseende gifter

Arner et al. (1986) skriver om ett forskningsprojekt som de genomfört för att se hur hundar kan användas för att avgränsa områden med miljögifter. *Toluene* valdes som en representant för flyktiga kolväten som kan påträffas på gamla industriområden och vid bensincisterner. Hundarna fick träna

på 0,5 gram Toluene. Kemikalien placerades på en bomullstuss som sedan placerades i en behållare (en ihålig träpinne, eller en perforerad filmburk (avsedd för negativ film). Hundarna tränades för att markera för doften på ett allt längre avstånd från källan, både inomhus och utomhus. Fortfarande 24 timmer efter att toluenet anbragts på bomullstussen, när toluenet enligt forskarna borde ha avdunstat var det enkelt för hundarna att markera för de bomullstussar som blivit påverkade av kemikalien. Hundarna markerade för kemikalen på upp till 15 meters avstånd. Hundarna lärde sig också att bortse från andra dofter, som t.ex. föremålen i sig (bomull, träbehållare och filmburkar), för att enbart söka doften av kemikalien. När hundarna lärt sig känna igen Toluene, tränades de på en andra och en tredje kemikalie: *2,4,6-trichlorophenol* och *2,4,5-trichlorophenol* (som doftmarkörer för dioxinföreningar).

Fältförsöken gick dock inte bra. Ingen statistik visas i artikeln, men ingen trichlorophenol påträffades under fältförsöken, vilket inte passar ihop med resultaten i träningsituationen. Arner et al. kommer dock fram till att endast 0,05 gram av kemikalien använts för prepareringen av respektive bomullstuss – vilket bara var 25 % av den mängd som forskarna planerat att använda i försöket. I det andra fallet var det en ensam hund med hundförare som jobbade i ett miserabelt väder med hårda vindar, kyla och regn (Arner et al. 1986).

Man bör dock vara kritisk mot vetenskapligheten i studien. Enligt Arner et al. användes endast tre hundar och ingen statistik redovisas i artikeln, varken från träning eller från fälttesterna. Fälttesterna gjordes bara två gånger, den ena gången med endast 25% av den mängd miljögift per prov som forskarna ursprungligen tänkt sig, den andra gången vid ett tillfälle där hårda vindar och ymnigt regn och låga temperaturer gjorde testet svårt att genomföra. Vid detta test var det inte heller klarlagt om hundföraren försökt få (den enda) hunden i testet att söka de yttre begränsningarna av giftdoftområdet, eller om hunden kanske redan var inne i området och därmed inte kunde markera för någon yttre gräns.

6. Sökhundar avseende narkotika

Förvånansvärt få vetenskapliga artiklar har publicerats inom ett område som hundar använts riktigt ofta inom; narkotika-sök. Det skulle kunna bero på att hundarnas förmåga hittills i detta avseende aldrig ifrågasatts tillräckligt för att leda till vetenskapligt utformade försök.

Southwest Research Institute, i San Antonio (U.S. Army Land Warfare Laboratory) publicerade 1972 en rapport om hur man tränar hundar för att detektera narkotika. I rapporten framgår också att inga hundar har haft några tendenser att bli beroende av narkotika, snarare tvärtom. När hundarna hittat narkotika har de direkt vänt sig mot hundföraren för att få sin belöning (i form av godis). Tyvärr visar rapporten inga siffror på vilka resultat hundarna har när de söker efter narkotika.

Lorenzo et al. 2003 redovisar resultat, men de berör främst försök där de plockat ut enskilda kemikalier från amfetamin (de skriver *methamphetamine*) respektive *extasy*, för att se vilka kemikalier som de 23 certifierade narkotikahundarna markerar för. Endast fyra kemikalier av nio reagerade hundarna för, och då endast ett fåtal av de 23 hundarna. Preparaten bestod av 10 µl (10 miljondels liter) av kemikalier utspädd i 100 µl *methylene chloride*. Detta preparat placerades sedan på ett pappersfilter i en stål-låda med borrarade hål. De kemikalier som hundarna markerade för var

Phorone (1 av 23 hundar = 4%), *Piperonal* (4/23 = 17%), *Benzaldehyde* (2/23 = 9%) och *1-Phenyl-2-propanol*, även kallat *P2P* (2/23 = 9%). *Piperonal* finns i extasy. *P2P* finns i amfetamin.

I en andra del av testerna där sex hundar deltog, kombinerades två målkemikalier: *MD-P2P* och *Piperonal*. Ingen av hundarna markerade för kombinationen av de två kemikalierna. I kombinationsproverna uppgick *Piperonal* till 1 mg (milligram) som en konstant faktor och *MD-P2P* ökades från 1 mg till 10 mg, så att förhållandena i slutänden var 1 mot 10. Hundarna markerade inte för blandningen av kemikalier. När 10 mg av preparaten presenterades var för sig av de två kemikalierna markerade ingen hund för *MD-P2P*, men fem av sex (83%) markerade för *Piperonal*. Den sista hunden var intresserad av behållaren, men markerade inte. I detta andra test ingick även 5 g farmaceutiskt salt av amfetamin och 5 gram av "gatu"-amfetamin i två behållare. Hundarna markerade inte för den farmaceutiska varianten av amfetamin, samtidigt som samtliga hundar markerade för gatuvarianten.

I ett tredje test hade Lorenzo et al. skapat "pseudoextasy" som innehöll olika mängder av *Piperonal*. När mängden pseudoextasy uppgick till 10 gram i en mjuk dragkedjeväska markerade fyra av fem hundar för preparatet (80%) vilket var samma träffprocent som 28 gram äkta extasy-tabletter i en likadan väska resulterade i.

Om man ska tolka resultatet från Lorenzo et al, förefaller det som att det är en kombination av olika kemiska substanser som gör att hundarna markerar, och när den kombinationen finns har hundarna en mycket hög träffsäkerhet. Några av de kemiska ämnena är dock viktigare än andra för hundarnas förmåga att hitta preparaten. I extasy hittade forskarna den kemikalie som hundarna markerar för (*Piperonal*), men man lyckades inte hitta det doftämne (den kemikalie) som gjorde att hundarna reagerade med 100% träffsäkerhet på gatuumfetaminet.

I en liknande studie genomförd av Furton et al. (2002) försökte man se hur stora mängder kokain som krävs för att sökhundar ska markera. Även i denna studie hade man sorterat ut enskilda kemikalier som ingår i narkotikan. Bakgrunden var att man ville se om pengar (sedlar) som använts vid kokainaffärer eventuellt skulle kunna markeras av hundar, och därmed hota hederliga amerikanska medborgares rättsäkerhet om dessa pengar kommer i omlopp. Preparat innehållande olika mängder av kemiska markörer för kokain, en farmaceutisk variant av kokain, samt en gatuvariant av kokain placerades därför på endollarsedlar som lades i behållare av rostfritt stål med borrarhål för att släppa ut doftmolekylerna. Försöken genomfördes i en urvals bana inomhus. De testade kemikalierna är biprodukter från framställningen av kokain. Den enda kemikalien som de åtta hundarna i testet reagerade för var *methyl benzoate*. Om 1 mg kokain (i olika former) på sedlarna innehöll 1 µg *methyl benzoate* markerade mellan 30 och 36% av sökhundarna för nivåerna. Om mängden *methyl benzoate* ökades till 10 µg på 1 mg kokain, så markerade mellan 82 och 89% av sökhundarna i försöken.

Ett test gjordes också utomhus 14 hundekipage, på olika prover av kokain (farmaceutisk variant, gatuvariant, samt olika kemiska biprodukter av kokain). Färre hundar (20%) reagerade på ett gram av den farmaceutiska varianten av kokain, än på ett gram av det 15 år gamla provet av gatukokain som forskarna hade tillgång till (60% av hundarna). 3 gram av nytillverkat "pseudokokain" markerades av 95% av hundarna. Det verkar krävas minst 10 µg på *methyl benzoate* 1 mg kokain för att omkring 80% av hundarna ska markera. När halten höjdes till 100 µg ökade markeringarna till omkring 90% av sökningarna.

En lekmannamässig tolkning av resultaten från Furton et al. blir att mängden kokain har betydelse för hundarnas förmåga att känna doften, men förmodligen också åldern. Där finns också vissa kemiska substanser i kokainet som hundarna främst lär sig att känna igen, som alltså måste vara lika mellan träning och skarpa sökningar, för att hunden ska ha en chans att hitta det som eftersöks.

Narkotikahundar söker enligt Furton et al. inte narkotika, de söker en doft som de har fått lära sig ger belöningar från hundföraren. Oftast är det då den dominerande doften som hunden lärt sig under träningen som hunden söker, inte föremålet i sig.

7. Sökhundar avseende levande och (i arkeologiskt perspektiv nyligen) avlidna människor

7.1. Sökhundar och rester av döda människor

Sökhundar kan användas till att lokalisera begravda eller gömda mänskliga kvarlevor. I Alberta, USA, demonstrerar Komar (1999) i rättsmedicinska undersökningar hur sökhundar kan användas för att lokalisera mänskliga kvarlevor. 8 hundar med förare deltog i ett tvåmånaders träningsprogram där mänskliga och animaliska kvarlevor i olika stadier av förmultning använts som doftkällor. 10 blinda försök utfördes därefter, utomhus vintertid i temperaturer mellan 10 grader C och -30 grader C, från barmark till 20 cm skarsnö. Sökområdena vid fältförsöken var 20 x 20 m stora (inget sökområde användes mer än en gång) och hundförarna var vid de skarpa försöken inte vidtalade hur många eller vilken sorts doftkällor som var utplacerade. Luktkällorna placerades ut minst 24 timmar före sökningarna. Man såg till att inte lämna fotspår i snön, vid de tillfällen snö hade fallit. Alla sökmål doldes med löv, jord, snö eller vatten. Sökmålen lades ut med hjälp av metalltänger för att undvika doftöverföring från händerna till sökobjekten.

Försöken visar att sökhundar som tränas på ett korrekt sätt på ett mycket bra sätt kan bidra till lokalisering och återhämtande av spridda mänskliga kvarlevor. Vid upplärningen av hundarna tilldelades hundförarna separata områden och fick veta hur många och vilken typ av gömda delar som fanns i deras område. Om inte alla delar påträffades vid genomsökningen med hundarna, fick hundtränarna veta lokaliseringen av delarna och kunde styra hundarna till korrekt ställe.

Vid själva försöken var hundtränarna inte informerade om antal och typ av gömda delar. Separata sökområden och gömställen användes för varje test och för varje hundekipage. De gömda delarna kunde bestå av bland annat av mänskliga eller animaliska benbitar, samt textilier på vilka kroppsvätskor placerats. Hundarna lärde sig att enbart markera för mänskliga kvarlevor. Varje målobjekt placerades ut slumpvis och doldes genom löv, snö eller någon annan form av marktäckare eller vatten. Inget material grävdes dock ner i marken. Totalt återträffades i genomsnitt 81 % av de gömda målen vid fältförsöken, där säkerheten mellan hundekipagen varierat mellan 55 % till 95 %.

Faktorer som påverkade utfallet i studien är doftkällan och hundarnas förtrogenhet med materialet – det gäller att hundarna känner igen lukten från de olika förmultningsgraderna i allt från nyligen dött till att endast bestå av torra ben. Denna variation av måldofter bör ingå i inlärningsfasen för hundarna. De hundar som fått mest träning lyckades bäst. Hundekipage som genomgått minst 7 träningsessioner hade mellan 93 och 95 % träffsäkerhet i snitt. Sökningarna tog mellan 12 och 20 minuter. Torra människoben innebar en svårighet att lära sig jämfört med ben som inte torkat eller

kroppsvätskor, men när hundarna lärt sig detta hittades i snitt mellan 86 och 94 % av de torra benen av de olika teamen.

Nedbrytning av mänsklig vävnad efter döden gör att dofterna förändras över tiden, beroende på vilket stadium av nedbrytning kroppen befinner sig i. Komar noterar också att hundarna reagerar olika starkt på olika doftkällor. I detta fall reagerade hundarna som kraftigast på torra människoben. Sådana hittades genomgående av alla hundarna, samtidigt som de inte markerade för djurben. Hundarna var specifikt tränade på att markera för människoben. S.k. likvätska användes också vid studien, men resultaten för detta varierade mellan hundarna. Detta kan ha att göra med kyla, som gjort att vätskan frusit i olika grad, och doftsignaturen därmed förändrats. En annan intressant notering som Komar gör är att handhavandefel hos hundföraren kan innebära problem. Hundarna markerade vid flera tillfällen för likvätska på marken, men eftersom hundförarna inte med ögonen kunde se likvätskan, ignorerades hundens markering av platsen av hundföraren.

Studien visar att rätt tränade sökhundar (kadaverhundar) är en effektiv och tillförlitlig metod i sökstrategier som involverar spridda mänskliga kvarlevor. Ett hundekipage kan snabbt och noggrant söka igenom större områden, vilket reducerar tid och den arbetskraft som behövs för att maximera chansen att återfinna kvarlevor (Komar 1999).

7.2. Sökhundar som identifierar människor

När det gäller ID-hundar som kopplar föremål till människor hittade vi en studie med två experiment (Schon 2005) som går igenom hur insamlade dofter förändras under tiden mellan insamlandet (på en brottsplats t.ex.) och konfrontationen vid en laboriemässig line-up där hunden ska avgöra vilken av de enskilda persondofterna som matchar det kvarlämnade doftspåret på brottsplatsen.

I det första experimentet arbetade en sökhund (8 årig schäferblandning), i en laborieliknande miljö där respektive person (8 män) fått lämna ifrån sig en metallstav, en glasstav, eller en tygbit som de varit i beröring av under tio minuter (hållit i handen respektive haft i byxfickan). Provet lades sedan i en behållare bland fem (där de övriga innehöll dofter av andra personer) och hunden ska sedan markera rätt behållare.

Tidsspannet på hur länge sedan det var som doftspåret lämnats på de olika föremålen varierade mellan mindre än en vecka och ett halvår. Hunden pekade ut mellan 37 % och 67 % av målen korrekt i genomsnitt. Resultatet verkar svagt, men de färskaste doftspåren (yngre än en vecka) gav 100% träffsäkerhet. Därefter skedde en snabb försämring av resultaten

I det andra experimentet deltog 10 hundar (mallinois- och schäfer-korsningar, 3 honor 7 hanar, i åldrar mellan 2 och 7 år). Samtliga var operativa polishundar, men två av dem diskvalificerades i försöken när de inte visade goda resultat under träningen. 10 människor som lämnade doftspår på tygbitar av bomull på liknande sätt som i det första experimentet. Detta skedde upprepade gånger så att hundarna vid försöket hade doftspår som var mellan 0 och 24 veckor gamla. I detta experiment genomfördes sammanlagt 90 sessioner (line-ups). Vid sessionerna lämnade 1 målperson och 6 personer som inte var mål doftspår på rör av rostfritt stål. Rören lades separerade i glasbehållare med lock. Måldoften och de 6 "felaktiga" dofterna presenterades sedan för hundarna i stativ som höll proverna. Hundföraren följde med in i rummet, men visste inte om vilket prov som var det rätta. Besked om hunden markerat rätt eller fel skedde via en grön eller röd lampa. Om man plockar bort de två diskvalificerade hundarna gjorde återstående hundar 100 % korrekta markeringar för det

yngsta doftspåret (yngre än 1 vecka), och för de äldre doftspåren upp till 24 veckors ålder markerades rätt i 74 % av fallen.

Enligt Schon kan orsaken till att två av hundarna i experiment 2 diskvalificerades, vara att varje hund fick sin egen "bandit" att söka efter. Vissa människor lämnar mindre doftspår efter sig än andra och detta kan ha försvårat för hundarna. Tydligt är också att dofter förändras över tiden. De dofter som är färska är inte desamma som de dofter som är äldre, eftersom fettsyror från personernas händer bryts ned med tiden. Efter det initiala fallet i träffprocent efter en veckas åldrande av doften, verkar dock träffprocenten vara ganska konstant i doftspår som är äldre. Doften för dessa äldre spår verkar alltså inte förändras i lika hög grad över tiden jämfört med doftspår som är färska. Dessa doftförändringar förefaller enligt Schons tabeller vara omvänt exponentiella över tiden: De minskar som mest i början och avstannar sedan (Schon 2005).

8. Sökhundar avseende skadedjur och svampangrepp

8.1. Sökhundar och mikrobiologisk tillväxt (svampangrepp) i byggnader

Kauhanen et al (2002) gjorde tester med hundar (2 labrador retrieverhonor, 6 och 2 år gamla), där odlade prover av rötsvamp (3 arter av rötsvamp: *Serpula lacrymans*, *Coniophora puteana* och *Antrodia sinuosa*) användes som måldoft. Forskarna odlade också några typiska byggnadsmögel för testerna (*Cladosporium herbarum*, *Trichoderma viride*, *Borytis cinerea*, *Penicillium verrucosum*, *Aspergillus niger* samt 5 bakteriestammar av *Sreptomycetes sp.*). Proverna odlades på furu. Kontrollproverna kom från virke som inte angripits (frisk björk, tall, och ej angripet, impregnerat virke (*imbued wood*)).

Träning och tester skedde inomhus. Träningen pågick i dagligen i drygt tre månader innan testerna genomfördes. Testerna skedde en gång i tränarens eget hem, de två övriga gångerna i andra byggnader än där hundarna tränats (ett universitets bibliotek och ett klassrum till en skola). Det genomfördes alltså tre sessioner med de två hundarna, men i varje session ingick flera testmoment. Inför den första sessionen placerades måldofter respektive kontrollprover ut av en person som hundarna kände, i de övriga två sessionerna var det för hundarna okända personer som gjorde detta.

När hundarna testades i hemmiljö med endast två prover – ett med rötsvamp, mögel eller bakterier, och ett friskt kontrollprov markerade hundarna det angripna träet alla gånger. Ingen gång markerades det friska kontrollprovet. När testerna blev svårare, med fler variabler och i en okänd miljö, blev resultaten sämre. Hund 1 markerade för 79 % av ruttnande trä och 60 % av fallen med bakterieangripet trä, men markerade också felaktigt för 13 % av friskt trä. Motsvarande siffror för Hund 2 var 72 %, 56 % respektive 12 %. Ingen statistiskt signifikant skillnad fanns därmed mellan hundarna, enligt forskarna.

Kauhanen et al räknar ut att hundarna i genomsnitt markerar för 75 % av de prover som angripits av de olika sorterna av växterna/svamparna. De menar också att utfallet för hundarna kan ha varit sämre än vad de borde ha varit, eftersom proverna torkats innan de användes i testerna. Mögel och svamp luktar mer när de är färska/fuktiga.

Hundarna gjorde också felaktiga positiva markeringar av friska prover (0 – 24 %). Som en kommentar till detta medger författarna dock att de några gånger slarvat vid utplacandet av vissa av

kontrollproverna (genom att glömma att byta handskar när de hanterat de angripna respektive friska proverna, och att friska prover i något fall även legat på exakt samma plats på ett bord, där sjuka prover tidigare legat), och att detta kan ha påverkat hundarnas resultat.

8.2. Sökhundar och vägglöss

Vägglöss, *Cimex lectularius* L, är ett stort problem världen över. De lever inomhus och gömmer sig dagtid bakom exempelvis golvlister, sängbord, kläder, eluttag och springor i bostaden. Vägglössen är svåra att upptäcka visuellt, just för att de gömmer sig dagtid. De är bara aktiva nattetid. Sökhundar är användbara för att lokalisera vägglöss. I en studie tränades sju hundar upp att söka efter vägglöss och deras ägg genom ett modifierat mat- och muntligt belöningsystem (Pfiester et al 2008). Vid försöken visade det sig att hundarna kunde diskriminera (skilja ut) vägglöss från myrarten *Camponotus floridanus* Buckley, från tysk kackerlacka *Blatella germanica* L och från termitarten *Reticulitermes flavipes* med 97,5 % positiv markering (korrekt markering av vägglöss när det funnits närvaro av vägglöss) och 0 % falsk-positiv markering (ej korrekt markering av vägglöss vid icke närvaro). Hundarna klarade även av att diskriminera levande vägglöss och livskraftiga vägglössägg från döda vägglöss, ömsade skinn och exkrementer med 95 % positiv markering och 3 % falsk-positiv markering på exkrementer. I ett övervakat experiment i hotellrum kunde hundar med 98 % säkerhet markera levande vägglöss. Sökhundarna kunde med 100 % säkerhet markera en pseudodoft för vägglöss, som tagits fram genom pentanextraktion av vägglöss. Pseudodoften kan användas som vägglössdoft vid träning av sökhundar (Pfiester et al. 2008).

9. Sökhundar avseende andra djur

9.1. Sökhundar som letar efter sköldpaddor – på vilket avstånd kan vittring detekteras

Cablik et al. 2008 gjorde en studie där hundar lärde sig att hitta sköldpaddor med hjälp av luktsinnet. Ett antal (99 st) sköldpaddor användes som träningsobjekt och placerades sedan ut ett naturavsnitt i ett ökenlandskap som var sköldpaddornas naturliga biotop. Hundarna letade rätt på dem, och ofta också "vilda" sköldpaddor i samma område. Hundarnas rörelser detekterades med GPS för att kunna se när de fått vittring på sköldpaddor. Mellan 2 och 4 sköldpaddor placerades ut vid varje testtillfälle. Man varierade plats mellan olika testytor varierande från 0,5- 2 hektar i storlek. Två hundteam jobbade med testerna. Hunden sprang fritt och hundförarna följde efter. Hundförarna informerades inte om var sköldpaddorna fanns, eller hur många som var utplacerade. Antalet vilda sköldpaddor var naturligtvis okänt. Avståndet från sköldpaddorna när hundarna ändrade riktning på grund av vittringen varierade mellan 0,5 – 62,8 m. Avstånden beror naturligtvis på vindförhållanden och annat som påverkar doftmolekylernas spridning från sköldpaddan. Även temperatur och luftfuktighet kan spela roll när spridningen av vittringen gör att hunden reagerar på olika avstånd. Ju varmare desto mer doftmolekyler utsöndras. Hundarna gjorde ingen skillnad på sköldpaddorna avseende åldersklass, kön, storlek eller om de hanterats av människor eller om de var vilda. Det senare är viktigt eftersom det visar att det var sköldpaddornas lukt som hundarna sökte, inte människodoft från de sköldpaddor som hanterats av människor. Som mål uppvisar enskilda individer av sköldpaddor (precis som människor och andra djur) större doftvariation än ett singel-molekyl-mål (som t.ex. kokain). Det totala antalet sköldpaddor som hittades av hundarna var 184 (både vilda och fastbundna). Det totala antalet som missades av de som var fastbundna var 8 av 99. Det innebär att de hittade 92 av 99 alltså 92%. Att ange en exakt procentsats för antalet hittade sköldpaddor är svårt

eftersom hundarna faktiskt hittade fler än de utplacerade 99, vilket innebär att träffprocenten är ännu högre än 92%. Försöken visar tydligt att hundar kan generalisera vad som är den gemensamma nämnaren för skölpaddsdoft. Hundar som enbart tränat på vuxna skölpaddor hittade vilda skölpaddor i alla storlekar och åldrar vilket antyder att avdunstningen av doftmolekyler är liknande för alla skölpaddor oavsett ålder, om än inte exakt lika (Cablak et al. 2008).

10. Sökhundar avseende sjukdomar hos djur

10.1. Rävskabb – sjukdomsangripna djur

En studie som genomförts under en 15-årsperiod, där två sjukdomssökande sökhundar har tränats i att följa doften av djur som drabbats av rävskabb och för att finna kadaver från djur som dött av rävskabb, till och med när de varit täckta av snö. Studien har visat att rävskabbs-sökhundar har använts till att samla in 292 vilda djur som dött av rävskabb och för att identifiera och separera 63 levande vilda djur som drabbats av rävskabb från deras flock i italienska Alperna (Alsaad et al. 2012). Både rävskabbsdrabbade döda och levande djur är en potentiell källa för infektioner för andra djur men även människor. Det är ofta mycket svårt att snabbt identifiera och hitta djur som drabbats av rävskabb, och behandla dessa så att inte fler drabbas, då djur kan röra sig inom ett mycket stort geografiskt område. Vissa djurarter är dessutom mycket skygga och svåra att komma nära inpå. Skabb sprids okontrollerbart och orsakar svår dödlighet både bland vilda och domesticerade djur.

Studien är empiriskt baserad på och har sitt ursprung i ett akut behov att hjälpa det lokala djurlivet i de italienska alperna, i början av ett oväntat skabbutbrott. Två hundar av rasen Bayersk viltspårhund tränades till att lokalisera kadaver som dött av rävskabb och för att fånga smittade djur, som annars skulle sprida smittan vidare. Hundarna tränades genom att först få gå slingor som slutade vid ett kadaver (ej skabbangripet) samt slingor utan något kadaver alls. Hundarna lärdes att skälla när de påträffade ett kadaver, och fick då en belöning i form av mat eller lek. Därefter följde samma typ av träningsslingor som slutade antingen vid ett kadaver som antingen var drabbat med eller fritt från skabb. Nu kom belöningen endast när hundarna skällde vid de skabbangripna kadavren. Träning genomfördes även med kadaver under snö. Efter träningen av sökhundarna användes två tekniker för att lokalisera och samla ihop skabbangripna djur. Dels hundförare – hund-systemet, där både tränare och hund har vandrat tillsammans och letat efter skabbangripna djur. Detta system användes till att lokalisera kadaver från skabbangripna djur. Dels så fick ett system där hunden själv fick arbeta fritt. När hunden skällde sökte hundföraren upp den markerade platsen. Denna metod användes för att identifiera och separera ut drabbade levande djur från deras flock/hjord. Studien har visat att sökhundar är ett användbart redskap vid övervakning och kontroll av sjukdomar som uppkommer i djurlivet. Hundarna kunde spåra smittade djur över ett stort geografiskt område och kunde också spåra djur som är smittade, men som ännu inte uppvisar tydliga kliniska symptom (Alsaad et al. 2012).

Studien är tyvärr svår att värdera i denna litteraturgenomgång eftersom det är en studie som genomförts i fältmiljö, med vilda djur. Det inte går att räkna ut en procentsats på hur många rävskabbssjuka djur som påträffades och hur många som inte upptäcktes, eftersom facit inte fanns tillgängligt.

11. Sökhundar inom medicin

11.1. Urinblåsecancer

2004 publicerades en studie som gick ut på att undersöka om hundar kan tränas för att identifiera människor med urinblåsecancer genom att lukta på urin från de cancerdrabbade människorna (Willis et al. 2004). Sex hundar tränades att diskriminera urin från patienter med urinblåsecancer och urin från både sjuka och friska människor, som inte diagnostiserats med cancer.

Tumörer producerar flyktiga organiska sammansättningar (*eng: volatile organic compounds, VOCs*) som släpps ut i luften genom exempelvis utandning och svett. Det är troligt att en del av dessa sammansättningar har distinkta lukter, även i små kvantiteter, som kan detekteras av hundar. Studien designades utifrån idén att hundar kan spåra cancer genom dess dofter. Urinblåsecancer valdes på basis av att tumörer produceras flyktiga organiska sammansättningar som i det här fallet frigörs i urin. Urin är enkelt att samla in och kan användas för träning och test av hundarna. Målet var att träna hundar att känna igen lukten, eller en kombination av lukter, som är karaktäristiskt för urinblåsecancer. Hundarna skulle även lära sig skilja på lukter som associeras med sekundära effekter av cancer, som ex blödningar, inflammationer, infektioner och nekroser (sjuklig cell- och vävnadsdöd i en organism). Sex hundar av olika ras och ålder tränades under en 7-månaders period. Hundarna tränades att markera rätt prov genom att ligga vid sidan av provet. Målet med träningen var lära hundarna skilja på urin från människor med urinblåsecancer och på urin från både sjuka och friska människor. Hundarna tränades att markera för ett urinprov från en patient med urinblåsecancer bland sex andra kontrollprover, dvs markera 1 av 7 prov. Kontrollproverna bestod av vatten, utspädd urin från friska människor, ej utspädd urin från friska människor, urin som innehöll blod från menstruerande kvinnor och urin från patienter med icke-maligna neurologiska sjukdomar (ej cancer). Två hundar tränades på torkat urin, övriga fyra hundar tränades med färska, upptinade flytande prover. 36 patienter med urinblåsecancer deltog i studien (23 män i åldrarna 48-90 år och 13 kvinnor i åldrarna 49-90 år). Därtill rekryterades 108 personer till insamling av kontrollprover. Dessa personer skulle nyligen ha genomgått cystoskopi för att exkludera eventuell urinblåsecancer. Manliga kontrollpersoner över 50 år inkluderades endast om de nyligen hade testats för prostatacancer.

När hundarna testades genomfördes varje testrunda (9 st) i ett rum där totalt 7 prover var utplacerade enligt en slumpvis vald ordning. Färska prover och olika ordning på proverna gjordes vid varje test. Hundarna markerade rätt urinprov 22 av 54 gånger, vilket motsvarar 41 %, jämfört med 14 % rätt som förväntas av enbart slumpen. De hundar som tränat på färska flytande urinprov presterade bättre än de två hundar (50 % rätt) som tränats att detektera torkade urinprov (22 % rätt), vilket indikerar att torkade urinprov doftar mindre än de flytande. Studien visar att hundar kan tränas att urskilja patienter med urinblåsecancer på basis av urinlukt, men att mer studier behövs (Willis et al. 2004).

11.2. Prostatacancer

2010 publicerades en studie med syfte att utvärdera effekten av att med hjälp av hund spåra prostatacancer hos människor genom deras urinprov (Corny et al. 2010). Bakgrunden till studien är att det föreslås finnas flyktiga organiska föreningar (VOCs) i urin och att dessa kan användas som biomarkörer. En belgisk vallhund tränades med hjälp av klick-metoden att känna doften av och känna igen urin från människor med prostatacancer. Samtliga urinprov frystes in för att konservering och värmdes upp till samma temperatur i samtliga tester. Efter en inlärnings- och träningsperiod på 24

månader, testades hundens förmåga att diskriminera prostatacancer i ett double-blind test. Urin samlades in från 66 patienter, varav 33 diagnostiserats med prostatacancer och 33 patienter representerade kontrollprover, där biopsin gett negativt resultat. Vid varje test skulle hunden markera ett cancer-urinprov bland 6 prover, där 5 övriga prover var slumpvis utvalda kontrollprover. Vid testerna markerade hunden 30 av 33 cancerprover. Vid en av de tre felmarkeringarna gjordes en ny biopsi på patienten, som därefter diagnostiserades med prostatacancer. Sensitiviteten och specificiteten var i båda fallen 91 %. Studien visar att hundar med betydande framgång kan tränas att spåra prostatacancer genom att lukta på urinprover. Studien föreslår att det finns en speciell doft i urin som förknippas med närvaron av prostatacancer, som går att identifiera (Cornu et al 2010).

Som en kommentar till artikeln av Cornu et al. skriver Anders S. Bjartell (2010) vid Skåne University Hospital att det finns ett behov av att utveckla undersökningsmetoder för att kunna upptäcka alla typer av cancer i tidigt skede. Även om mammografi och PSA- (prostata-specifika antigener)undersökningar har reducerat dödligheten vid bröst- och prostatacancer så behövs det en mer specifikt och känslig metod för att diagnostisera cancer. Flyktiga organiska föreningar (VOCs) är kemiska komponenter (i huvudsak produkter av metabolismen i cellerna) som har upptäckts som gaser i mänsklig utandningsluft, men som även kan spåras i urin. Grundläggande forskning har visat att förändringar i maligna celler under cancertumörers framväxt leder till peroxidering av cellmembranens komponenter, vilket innebär att VOCs frigörs. Bjartell menar att idén att använda sig av hundar för cancer-undersökningar, med syfte att hundarna får lukta efter s.k. VOCs i utandningsluft eller urin är utmärkt, men att det gjorts få studier i detta ämne. Bjartell diskuterar den artikel som Cornu m.fl. publicerat, och menar att resultatet från deras hundförsök var mycket bättre än väntat då både specificitet och sensitivitet var 91 %, där hunden lyckades känna igen 30 av 33 fall med prostatacancer. Bjartell skriver också att en av huvudfrågorna är hur man ska identifiera de specifika komponenter som ger den karaktäristiska doften i urin från patienter med prostatacancer. Att använda sig av hundar vid undersökning om en människa har prostatacancer kan kanske vara en komplicerad procedur att implementera jämfört med ett masspektroskopi eller annan typ av laboratorietrustning, vilket gör att det kanske inte är så troligt att man kommer att använda sig av hundar i framtiden (Bjartell 2010).

11.3. Bröstcancer och prostatacancer

Ytterligare en studie har gjorts där sökhundar har använts för att detektera cancer i urin (Gordon et al 2008). I denna studie har urin från patienter med bröstcancer och prostatacancer använts, tillsammans med urinprover från friska människor. Formaldehyd har hittats i högre koncentrationer än normalt i urin hos patienter med urinblåsecancer och prostatacancer. Till studien knöts 62 patienter med bröstcancer och 188 kontrollanter samt 57 patienter med prostatacancer och 186 kontrollanter. Patienter med tidigare cancerbakgrund exkluderades. I övrigt gjordes åldersmatchningar bland kontrollanterna, som även skulle ha genomgått test för prostatacancer (PSA-test) eller genomfört mammografi inom 6 månader. Till träningen av hundarna användes urin från 53 patienter med bröstcancer och 134 kontrollanter samt 46 patienter med prostatacancer och 120 kontrollanter. Hundtränarna tränade sina hundar hemma på grund av logistiska och individuella tidsskäl. Målet med studien var att lära hundarna att diskriminera mellan urin från individer med bröst- eller prostatacancer och urin från friska människor. Varje hund tränades att detektera en typ av cancer. Hundarna tränades mellan 2-7 gånger i veckan. Urin från cancerpatienter presenterades successivt tillsammans med tomma provrör, vatten, utspädda urinprover från kontrollanter och

slutligen fullvärdiga urinprover från kontrollanter. Varje hund fick prover från var och en av cancerpatienterna och kontrollanterna. I slutet av träningsfasen presenterades 1 positivt urinprov tillsammans med 6 kontrollprover i ett test. Träningen ansågs komplett när hunden konsekvent för det mesta identifierade cancerprovet bland de 6 kontrollproverna. Blind-test (för hundförarna) infördes i slutet av träningen.

Urinprov från nya patienter användes vid slutprovet. I varje test användes 1 cancerprov och 6 kontrollprov. En statistiker skapade ett schema med slumpvis ordning för proverna. Cancerproverna åldersmatchades med kontrollproverna med 10-årsspann. Ett team förberedde proverna inför testerna. Proverna som ingick i testerna hade inte använts vid träningen av hundarna. Vid testerna hade hundförarna ingen aning om vilket prov som innehöll urin från en cancerpatient. Hundarna som under inlärningsfasen lärts att detektera urin från patienter med bröstcancer testades slutligen på 9 cancerurinprov och 54 kontrollanter. Två testrundor kördes med urin från samma patient och 6 kontrollanter, men i proverna var utplacerade i olika ordning, totalt 18 olika körningar. En av patienterna diagnostiserades med bröstcancer efter hundtesterna, vilket medför att två körningar innehöll urinprov från två patienter med cancer. De hundar som lärts att detektera urin från patienter med prostatacancer testades på urin från 11 patienter med prostatacancer bland 66 kontrollpatienter, under 33 körningar. Varje körning innehåll 1 urinprov från en cancerpatient och 6 kontrollprover, i slumpvis ordning. Urinprov från cancerpatienter och kontrollanter användes vid tre olika körningar, där proverna utplacerades i olika ordning. Specificitet och sensitivitet mättes i både bröstcancer-testet och prostatacancer-testet. De hundar som tränats att detektera urin från patienter med bröstcancer markerade rätt urinprov mellan 11-22 %. Av de hundar som tränats att detektera urin från patienter med prostatacancer markerade hundarna rätt mellan 6-28 %. Endast ett fåtal av hundarna presterade bättre än slumpen när det gäller specificiteten och ingen hund presterade bättre när det gäller sensitiviteten.

Slutsatsen i studien är att tidigare studier stödjer potentialen i att använda hundar vid detektering av cancer hos människor, även om den aktuella studien inte var framgångsrik.

I studien diskuteras dock problemställningar som kan vara en bidragande orsak till att resultatet inte blev så lyckat. Eventuellt kan urinproverna ha påverkats genom upprepade nedfrysning och upptining som kan ha påverkat lukten i proverna. Forskarna tror att de hundraser och/eller hundar som användes i försöken kanske inte heller var de bäst lämpade att använda som sökhundar. Ett annat problem kan vara att samma urin användes i upplärningsfasen, vilken kan göra att hundarna istället lära känna igen den individuella lukten i urinproverna istället för lukten av cancer. Hundarna har tränats hemma av flera olika hundtränare, vilket också kan ha påverkat resultaten (Gordon et al 2008).

11.4. Lungcancer och bröstcancer

Lungcancer och bröstcancer är två stora dödsorsaker i världen. Det är önskvärt att upptäcka dessa cancerformer i ett tidigt stadium för att minska den höga risken för dödligt utfall. Det har visat sig att särskilda biokemiska markörer finns i den utandade luften från patienter med lungcancer eller bröstcancer. Kemiska analyser av utandningsluft har dock inte visat sig vara lämpliga för individuella kliniska diagnoser. En studie där fem hundar tränades att urskilja utandningsluft från 55 patienter med lungcancer och 31 patienter med bröstcancer har genomförts (McCulloch et al. 2006). Studien syftade till att svara på tre frågor. Första målet var att se om det överhuvudtaget är möjligt att lära

en ordinär hund, utan tidigare sökerfarenhet, snabbt kan tränas till att identifiera patienter med lung- eller bröstcancer genom att lukta på prover med patienternas utandningsluft. Det andra målet var att se om hundarna kan urskilja prover med utandningsluft från cancerpatienterna jämfört med utandningsluft från friska kontrollanter. Det tredje målet var att se om hundarnas diagnostiska prestation påverkas av cancers olika stadier, patienternas ålder, rökning och nyligen intagna måltider av både cancerpatienter och friska kontrollanter.

I studien ingick 55 patienter med lungcancer (35 män och 20 kvinnor), 31 patienter med bröstcancer (30 kvinnor, 1 man) samt 83 volontärer utan tidigare cancerbakgrund. Ingen av cancerpatienterna hade påbörjat kemoterapi, då det är möjligt att kemoterapibehandlingar kan förändra den kemiska sammansättningen i utandningsluften. Utandningsluften samlades in i cylindriska polypropylenrör. I röret placerades en "ull" av polypropylen som var belagt med silikonolja, som fångar upp de organiska föreningar som finns i utandningsluften. Varje patient andades ut 3-5 gånger i varje rör, som sedan förseglades. Från varje patient samlades mellan 4-18 rör med utandningsluft in, beroende på hur patientens tillstånd var efter varje utandning.

En dags träning bestod av 5 försök, utförda av alla 5 hundar, 4 gånger om dagen. Totalt 100 försök/dag. 5 provrör med utandningsluft placerades i ett rum i en rak linje med 1 yards (ca 0,91 m) mellanrum. För att förhindra att hundarnas nos rörde vid provrören placerades de i en behållare med borrade hål i, så att hundarna skulle kunna känna doften från rören. Korrekt respons var (1) att hunden satt eller låg direkt bredvid ett provrör som innehöll ett cancerprov (*sant positivt* i sensitivitet) och (2) hunden luktade men markerade inte ett kontrollprov (*sant negativt*). Ej korrekt respons var (1) markering av ett kontrollprov (*falskt positivt*), (2) luktade men ej markerade ett cancerprov (*falskt negativt*) eller (3) tvekan, en inkomplett reaktion oavsett om det var ett cancer- eller kontrollprov (antingen falskt positivt eller falskt negativt, beroende på om tvekan berörde ett cancerprov eller kontrollprov).

Träningen av hundarna genomfördes i 3 faser. Varje fas ansågs komplett när varje hund korrekt urskilt cancerpatienters utandningsluft bland 4 kontrollprover vid minst 30 tillfällen. I denna fas var lokaliseringen av cancerprovet känt av både experimentator och hundtränare. I denna fas användes 1 utandningsprov från en cancerpatient och övriga 4 prover var tomt och hade ej använts för att samla in något utandningsprov. En bit mat var placerad i samma station som cancerprovet, för att uppmuntra hunden att söka. När hunden luktade på den station som innehöll cancerprovet utlöste en forskare en klickare, som signalerade till hundföraren att hunden skulle belönas med maten och sedan föras ut ur rummet. Under träningens fas 2 visst endast experimentatorn var lokaliseringen av cancerprovet fanns. Experimentatorn utlöste klickaren endast när hunden korrekt indikerat cancerprovet. Prov som använts under fas 1 och 2 användes ej igen. Fas 3 var identisk med fas 2, bortsett från att mat inte längre var placerad invid cancerprovet.

Efter träningsfaserna genomfördes två olika test. Först genomfördes ett *single-blinded* test. Nu skulle hundarna urskilja cancerpatienternas utandningsluft bland prover med utandningsluft från friska kontrollanter. Cancerproverna i detta test hade använts i fas 3 av träningen. Hundföraren visst inte om lokaliseringen för cancerprovet. Slutligen genomfördes även ett *double-blinded* test, där inget av proverna hade använts i någon av träningsfaserna. För varje försök användes en slumpvis ordning för proverna, som ställdes upp i linje. Varken experimentator och hundförare visste vilka prov som var

kontrollprover och vilket prov som var cancerprovet. Därmed kunde inte heller hunden belönas förrän hunden förts ut från rummet.

Varje hund som deltog i studien tränades under 2-3 veckor. Under träningsfasen användes utandningsprov från 27 lungcancerpatienter och 25 från bröstcancerpatienter samt 66 kontrollanter. Vid det double-blind-testet användes utandningsluft från 28 lungcancerpatienter, 6 bröstcancerpatienter samt 17 kontrollanter. Bland lungcancerpatienter och kontrollanter, jämfört med biopsi-bekräftade konventionella diagnoser, var den totala känsligheten för sökhundarnas detektering 0.99 (95 % CI, 0.99, 1.00) och den totala specificiteten 0.99 (95 % CI, 0.99, 1.00). Detta innebär att hundarna hittar 99 % av fallen med cancer (känslighet), men också att de felaktigt pekar ut 1 % av de friska proverna som sjuka (specificitet). Bland bröstcancerpatienter och kontrollanter var den totala känsligheten 0.88 (95 % CI, 0.75, 1.00) och den totala specificiteten 0.98 (95 % CI, 0.90, 0.99). Detta innebär att hundarna korrekt pekar ut 88 % av fallen med bröstcancer, samtidigt som de felaktigt pekar ut 2 % av de friska proverna som sjuka. För båda cancersorterna är både känslighet och specificitet mycket lika över cancers 4 sjukdomsstadier. Det fanns heller ingen statistisk signifikant skillnad i resultat mellan de fem olika hundarna. Studien visar på att det är möjligt att lära sökhundar identifiera cancer i utandningsluft (McCulloch et al. 2006).

11.5. Lungcancer

Utandningsluften från lungcancerpatienter kan vara det ideala provet för framtida lungcancerkontroller. För att styrka närvaron av hittills okända flyktiga organiska komponenter i utandningsluft från patienter med lungcancer användes sökhundar i ett försök publicerat i *European Respiratory Journal* (Ehmann et al. 2012)

Utandningsluft från 220 patienter, både från friska patienter samt patienter med konstaterad lungcancer, samlades in. Patienterna fick andas ut fem gånger genom en tub. Tuberna förslöts, märktes och förvarades i rumstemperatur i ett ljustätt skåp fram tills testerna genomfördes. Fyra familjehundar (Två tysk vallhund, en australisk fårhund och en Labrador Retriever) tränades och användes i försöken. Träning och tester genomfördes i ett separat rum som ställdes i ordning just för studien och användes inte i övrigt. Hundarna tränades av en professionell hundtränare och upplärningsfasen bestod av en belöningsbaserad strategi för att indikera utandningsprover från patienter med lungcancer. Hundarna tränades att indikera mål-provet genom att lägga sig på golvet bredvid behållaren med provet. Proverna användes endast en gång, för att undvika att hundarna skulle markera prover de kände igen från tidigare försök. Tre olika tester genomfördes. Ett test gick ut på att identifiera lungcancer bland fyra kontrollprover från friska individer. Det andra testet gick ut på att urskilja lungcancer bland testprover från patienter med kroniska lungsjukdomar som inte är cancerartade (chronic obstructive pulmonary disease). Det tredje försöket gick ut på att urskilja lungcancerprovet från prover från friska individer och prover från patienter med kroniska lungsjukdomar. Testerna gjordes så att varken observatör, hundförare eller hund såg vart mål-provet placerades ut. Lungcancer identifierades med en övergripande sensitivitet på 71 % och specificitet på 93 %. Hundarna hittade alltså 71 % av proverna som innehöll cancer, samtidigt som de felaktigt pekade ut 7 % av kontrollproverna. Resultaten från studien visar att utandningsluft är ett lovande sätt att närma sig framtida lungcancerkontroller som inte innebär kirurgiska ingrepp för patienterna. Det slutliga målet med testet ska ses som en utveckling av en kliniskt applicerbar utrustning för att detektera lungcancer. Genom studien bekräftas att det finns spårbara markörer i utandningsluft från

människor med lungcancer, som i framtiden förhoppningsvis ska kunna spåras med en mekanisk nos (Ehmann et al. 2012).

Lungcancer är en cancerform som epidemiologiska studier har förutsatt kommer öka i framtiden. Goda prognoser för lungcancerpatienter är avhängig i vilket stadie concertumören är i samt tidig diagnos av sjukdomen, men hittills så existerar inget lämplig kontrolltest. Som antytt i den föregående studien har föreslagits att elektroniska sensorer, s k elektroniska nosar, kan vara användbara för att identifiera de cancerspecifika flyktiga organiska föreningarna som finns i utandningsluften hos patienter med lungcancer. Tre årtionden av studier har dock inte frambringat någon sådan klinisk utrustning. I en studie från Department of General Surgery, Schillerhoehe Hospital i Gerlingen, Tyskland, föreslås en ny forskningsansats som involverar tränade sökhundar till att få fram nya forskningsstrategier, genom att använda sig av hundarnas förmåga att identifiera lungcancer i utandningsprov från patienter (2012). Lungcancer drabbar mer än 390 000 män och kvinnor varje år i Europa. Det är den vanligaste dödsorsaken bland cancerdrabbade människor, uppskattningsvis dör omkring 342 000 människor i lungcancer varje år. Förslaget är baserat på ett antal kliniska studier där hundar har använts för att spåra lungcancer. Försök med hundar har visat sig vara snabba, mindre än 5 sekunder/patient vilket inte skulle gå att uppnå med elektroniska teknologier, men även fri från störningar. Det har nämligen visat sig att påverkan från rökning, diet, medicinering eller andra sjukdomar inte påverkar hundarnas bedömning. I nuläget är därför hundarna mer tillförlitliga än den nuvarande elektroniska utrustning som finns. En ny forskningsstudie föreslås där tanken är att kombinera den senaste "elektronisk nos"-teknologin med hundar som är inlärd till att identifiera de flyktiga organiska föreningarna som finns i utandningsluften från lungcancerdrabbade människor (Boedeker et al. 2012).

11.6. Äggstockscancer

Äggstockscancer drabbar mer än 204 000 kvinnor varje år i världen, vilket innebär att äggstockscancer står för ca 4 % av de kvinnor som diagnostiseras med cancer. I Sverige drabbas ca 900 kvinnor per år, vilket motsvarar 3,1 % av cancerdrabbade kvinnor. Dödligheten är hög, över 50 %, vilket i huvudsak beror på sen diagnos. Trots den relativt låga andelen drabbade så är äggstockscancer den femte mest vanliga orsaken till att kvinnor dör i cancer. Idag finns inga acceptabla undersökningsmetoder för att upptäcka äggstockscancer i tid, trots att äggstockscancer hör till den grupp av maligna sjukdomar där dödligheten skulle minska dramatiskt vid en tidig diagnos.

En studie av Horvarth et al. (2010) genomfördes med syfte att se om det finns cancerspecifika dofter i blod från patienter med äggstockscancer. På grund av den höga dödligheten är det nödvändigt att äggstockscancer är en av flera sjukdomar som uppfyller några kriterier som är nödvändiga för att introducera en befolkningsundersökning (jämför med mammografi): äggstockscancer är ett viktigt hälsoproblem och det är mycket viktigt att kunna ställa en tidig diagnos. Vid studien användes två Schnauzer-hundar som under 9 månaders tid tränades att detektera blodprover och vävnader från patienter med äggstockscancer. I korthet uppmuntrades hundarna att lukta på några trasor som fästs i snören och placerat ut på golvet. En av trasorna innehöll ett prov med äggstockscancer. När hunden visade intresse för målet, drog tränaren snabbt bort det. Denna del av träningen upprepades många gånger. När hundarna var kapabel till att identifiera även små koncentrationer av måldoften, introducerades kontrollprover som inte innehöll måldoften (d.v.s. prov med äggstockscancer). Måldoft och icke-måldofter placerades i glasbehållare med perforerade hål i locket. Glasbehållarna

placerades sedan i trälådor. Glasbehållarna och trälådorna rengjordes efter varje försök med 95% alkohol. Inledningsvis användes endast 1 kontrollprov och hunden tilläts markera målprovet och bortse från kontrollprovet. Antalet kontrollprov ökades allteftersom och bestod till slut av 5. Kombinationen i dessa tester var alltså ett mål-prov och 5 kontrollprov. Proverna med äggstockscancer var från varierande typer av äggstockscancer och cancerstadier. Tumörmaterialen samlades in vid en första operation, innan kemoterapi. Bukfett och muskler och friska postmenopausala äggstocksprover användes som kontrollprover. Kontrollprov och målprov hanterades på samma sätt. Vid testerna användes double-blind principen, där varken hundförare eller försöksledare visste var målprovet var placerat i förhållande till kontrollproverna samt att de endast var närvarande i lokalen där testerna genomfördes när hunden arbetade med försöken. Hundarna testades i 4 sektioner, där två sektioner gjordes dag 1 och två sektioner dag 2. Varje sektion bestod av 10 testkörningar och varje testkörning inkluderade 6 lådor. 5 av dessa lådor innehåll kontrollprover och den 6:e lådan innehåll målmaterialet. Placeringen av proverna ändrades mellan varje körning av en assistent. Vävnader och blodprover som användes vid träningen användes ej vid testerna. Resultatet visade att känsligheten när det gällde markering av vävnadsprover låg på 100 % medan specificiteten låg på 95 %, alltså 5 % felaktiga markeringar kontrollprover. Vid testerna med blodprover var sensitiviteten 100 % och specificiteten 98 %. Studien visar att tränade hundar kan skilja ut blodprover från patienter med äggstockscancer och blodprover från patienter som ej har äggstockscancer. Studien tyder starkt på att den karaktäristiska doft som avskiljas från prover från äggstockscancer finns representerad i blodprover. Denna karaktäristiska doft bör kunna användas vid kontroller och diagnostisering av olika typer av maligna sjukdomar (Horvath et al 2010).

En annan studie med sökhundar och äggstockscancer publicerades två år tidigare (2008) av Horvath et al. Den studien hade som mål att undersöka möjligheten att träna hundar att skilja på mänsklig äggstockscancer från friska prover och även med förhoppningen att hundarna ska sortera bort andra gynekologiska cancertumörer. Under träningsperioden har prover på äggstockscancer använts. Proverna har bestått av 31 olika histopatologiska typer med varierande grad och stadie, inklusive borderlinetumörer (gränsfall). Tumörer och normala kontrollprover i lika storlek som tumörerna förvarades och behandlades i separata rum för att eliminera risk att blanda ihop olika doftkomponenter. Även andra gynekologiska tumörprover användes och behandlades på samma sätt som äggstockstumörerna. Som kontrollprover användes fett, muskler och små tarmprover. Kontrollprover användes bara om det fanns total avsaknad av maligna celler. En hund tränades två gånger i veckan under 1 års tid. Under tränings tiden fick hunden lukta på några trasor som var fästa vid snören och placerade på golvet. Ett av dessa var kontaminerade med prov på äggstockscancer. När hunden visade intresse för denna trasa så drog hundtränaren bort trasan, vilket upprepades många gånger. Metoden förstärker hundens naturliga jaktinstinkt och stärker hundens motivering att välja mål. Under den initiala träningsfasen användes endast prover från höggradiga och avancerade stadier (långt utvecklade) av cancertumörer. Allteftersom hunden lärde sig identifiera dessa användes prover från mindre avancerade tumörer. Samtidigt började forskarna även använda ett tumörprov på små bomullsronddeller i förseglade glas där de förvarades mellan 24-168 timmar i rumstemperatur. Dessa bomullsronddeller användes sedan i träningen. Hunden hade inga märkbara problem att identifiera dessa bomullsronddeller, oavsett doftkoncentrationen. Efter 6 månaders träning kunde hunden detektera cancertumörer från tidiga stadier och låggradiga tumörer med en rimlig säkerhet. När det var klart att hunden kunde detektera även låga koncentrationer av äggstockscancer började även kontrollprover användas, s k icke mål-lukt. Prover med mållukten och

prover med icke-mållukt placerades ut i glasbehållare med hål i. Mellan varje testrunda rengjordes glasboxarna. Från början användes 1 kontrollprov och 1 cancerprov. Steg för steg ökades antal kontrollprover tills det slutligen fanns 4 kontrollprov och 1 cancerprov. I ett senare skede testades även serier med 2 målprover och 8 kontrollprover. För att minimera yttre påverkan gjordes övningarna i flera olika rum, i slumpvis ordning.

När träningsperioden ansågs klar designades två separata single-blind-test, för att i första hand utvärdera träningsresultatet, men även för att belysa frågorna i studien. I det första testet användes tumörprover som använts i träningsfasen. Fyra prover från totalt 5 cancerpatienter användes i 10 serier, där 2 serier kördes/dag. Totalt 80 kontrollprover användes i dessa serier, och de innehöll slumpvis utvalda prover på fett, muskler från godartade tumörer från flera olika patienter samt två delar av äggstockar från kvinnor som genomgått klimakteriet. Vid singel-blind-testet markerade hunden korrekt samtliga cancerprover, vilket betyder att både sensitivitet (sant positiv, dvs cancerprov identifieras som cancerprov) och specificitet (sant negativ, referensprov markeras ej, dvs identifieras som ett referensprov) var 100 %.

I det andra single-blind testet skulle hunden markera cancerprover bland andra gynekologiska tumörer. 8 slumpvis valda prover på äggstockscancer från 5 olika tumörer användes i 4 olika serier. Samtliga 8 prover markerades korrekt av hunden. Två referensprover med endometrios (tillväxt av vävnad utanför livmoderhålan), samt en *squamous cervical carcinoma* markerades också felaktigt som mål av hunden. Detta single-blind test resulterade därmed i 100 % (8/8) när det gäller sensitivitet och 91 % när det gäller specificitet (29/32).

Slutligen genomfördes ett double-blind-test där hunden skulle diskriminera ut prov med äggstockscancer bland referensprover. Tumörproverna hade ej tidigare använts vid träning eller tidigare single-blind-test. I 10 serier, totalt 100 prover, skulle hunden identifiera 20 prover med äggstockscancer. Hunden markerade samtliga cancerprover, vilket innebär en sensitivitet på 100 %. Därtill markerade hunden felaktigt två kontrollprover vilket resulterar i 97,5 % specificitet (78/80).

Studien visar på att de vanligaste typerna av äggstockscancer troligen kan ha en karaktäristisk doft, som hundar kan tränas att detektera, oavsett i vilket stadium tumören är i (Horvath et al. 2008).

12. Vad som påverkar dofter för hunden

12.1. Doften är inte alltid där målet finns...

Doftämnen är flyktiga, vilket innebär att doften inte alltid finns just där källan är. En sökhund kan markera en mina i marken, en halv meter vid sidan om platsen där minan faktiskt ligger (Jalakas 2000:38). På samma sätt kan en hund som utbildats till att följa spår, följa doftspåret en eller flera meter vid sidan om de fotspår som den människa efterlämnat, vars doftspår som hunden följer (Hansson 2011). Detta innebär att vind och markförhållanden (kapillärkraft som gjort att vatten förflyttat molekyler) kan påverka var doften fastnar/framträder för hunden. Jordarters täthet (lera eller sand) har också betydelse för hur dofterna kommer upp till ytan från ett begravt föremål/ämne (Jalakas 2000).

En vattensökhund kan hitta döda människor på minst 60 m djup. Jalakas berättar om sitt möte med en holländsk polis och hundförare: "Det har vi sett att de klarar" (Jalakas 2000:103). Sett till hur

doftspår kan förflyttas är det då förmodligen inte rakt ovanför som hunden markerat, om inte vattnet varit helt stilla, helt utan strömmar.

12.2. Temperatur

Hansson (20011:38) skriver:

Det är känt sedan länge att de bästa spårförhållandena gäller när marken är varmare än den omgivande luften eftersom det då sker ett temperaturutbyte mellan mark och luft”.

Doftmolekylerna måste släppa från marken för att hunden ska känna dem. Är det kallt binds doftmolekylerna hårdare till marken. En riktigt erfaren hund lär sig att andas på marken för att tina/värma upp den för att frigöra doftmolekyler, men tillvägagångssättet är långsamt (Hansson 2011).

12.3. Vinden

Vinden kan påverka temperaturen och därmed också möjligheterna för hunden att söka. Ju kallare marken är desto större problem får hunden. Avdriften är också någonting som har betydelse. Doftmolekyler som släpper från underlaget förs åt sidan av vinden. Vittringen får en annan kemisk sammansättning när lättare molekyler förs längre åt sidan än vad tyngre molekyler gör. Vittring/doftmolekyler sprider sig ungefär som rök. Erfarna hundförare beskriver ofta hur dofter kan fångas upp av terrängen. Områden med vind och områden med lå på marknivå gör att hundarna hittar vittring där vi människor inte kan tänka oss att det ska finnas vittring, eftersom vi befinner oss med våra huvuden en bra bit ovanför marknivån. Hanson (2011). Ibland beskrivs doftmolekylernas spridning som en liggande kon, med spetsen mot vittringskällan. Konen blir bredare och högre (med mindre koncentrationer av doftmolekyler) ju längre bort man kommer. Den starkaste doftkoncentrationen är längs med mittlinjen av den ”konen”. Om det är vindstilla så finns den högsta koncentrationen vid objektet som släpper ut doftmolekyler och sedan minskar det i koncentrisk cirklar, som ringar på en vattenyta (Cablik et al. 2008).

12.4. Nederbörd och grundvatten

Regnvatten drar med sig doftmolekyler nedåt i marken och kyler av markytan. Det är inte bra ur hundsökssynpunkt. När regnet upphör och marken värms upp av solen stiger doftmolekylerna och sprids igen (Hansson 2011). Grundvatten och kapilläreffekter där vatten kan göra så att dofter förskjuts åt sidan när vatten rinner sidledes genom marken (Jalakas 2000).

12.5. Spårets ålder

Den största doftförändringen verkar ske i början av doftspridningsprocessen. Doftförändringen avstannar sedan med högre ålder (se 7.2. *Sökhundar som identifierar människor*).

Hur doftmolekylerna från brända ben från järnålder skiljer sig från motsvarande material från äldsta stenålder har ingen undersökt. Men med utgångspunkt från det som skrevs i om doftspridningsprocessen (se 7.2.) är det ur ett arkeologiskt perspektiv förmodligen så att varierande ålder inte påverkar lukternas variation särskilt mycket.

De dofter som hundarna sökt i de genomgångna studierna är alla ur arkeologisk synvinkel mycket unga dofter. Om vi arkeologer söker efter brända ben som är *minst* 100 år gamla, utan några som helst rester av mjukdelar, och de benrester som finns kvar har varit relativt stabila i sin nedbrytningsprocess över 100-tals (eller till och med 1000-tals år), bör inte hunden kunna känna

någon skillnad på brända ben av olika ålder. Allt benmaterial som är så gammalt att endast kolagen och hydroxyapatit återstår bör inte förändras doftmässigt av den exakta åldern. Gammalt är gammalt.

(Benvävnad består av bindväv (kollagen) med kalciumkristaller (hydroxyapatit) bundet till sig. Kollagen ger benen elasticitet och kalcium ger styrka. <http://osteoporosdoktor.se/kortfattat-om/patient/om-benv%C3%A4vnad>) (Länken synlig 2014-11-25)

12.6. Hundförare och/eller tränare

När det gäller hundförarens samspel med hunden skriver Hansson (2011:47):

Den enskilt viktigaste faktorn för hur hunden arbetar och vilka framgångar den har är förhållandet till föraren. Det sociala samspelet – samhörigheten – dem emellan avgör om hunden kommer att klara av att lösa komplicerade problem eller inte. Det gäller såväl vid spårning som vid annan träning.

Skickligheten hos tränare och hundförare är avgörande. Szeti et al (2003) visar i en studie att hundar ibland bortser från sitt eget luktsinne om människor genom kroppsspråk motsäger det som hundarna känner med sin nos. 55 hundar ingick i studien. Testerna gick ut på att gömma mat under en av två upp och nedvända skålar. Förutsättningarna sattes upp i 5 olika scenarier. Det första gick ut på att hundarna skulle få markera vilken av de två skålarna som det fanns mat under, utan att någon människa befann sig vid skålarna. I det andra scenariot fanns en passiv människa mellan skålarna. I det tredje scenariot fick hunden se en "agnad" skål under vilken av skålarna maten hade lagts, samtidigt som människan mellan skålarna pekade mot den "felaktiga" skålen. I det fjärde scenariot agnades den tomma skålen, samtidigt som en passiv människa fanns mellan skålarna. I det femte scenariot fanns inget agn på någon av skålarna, samtidigt som en människa fanns mellan skålarna, pekades på fel skål (den tomma). Szeti et al ser tydligt att hundförare kan påverka resultatet i fel riktning, genom sitt kroppsspråk.

Flera av de övriga forskarna i den här litteraturstudien beskriver också handhavandefel och svårigheter i kommunikationen mellan hundar och förare (se t.ex. rubriken 7.1).

12.7. Smitta/kontaminering

Eftersom hundföraren har så stor del i hundens prestation finns ett stort problem i hundförarens förmåga att kommunicera med hunden och tvärtom. Hunden kan tränas på fel doftämne utan att hundföraren är medveten om det, eftersom hunden inte kan säga till hundföraren vad det är för doftkomponent som den tar fasta på. Hunden väljer den doftkomponent som är enklast att känna igen, när den söker (se rubriken 4.7). Hundar är effektivast på att hitta det de söker om de endast får träna på ett fåtal dofter att välja på. Utbildningen måste vara sådan att antalet alternativ som hunden har att välja på är så litet som möjligt (Hansson 2011, Johnston 1999). Nästan samtliga forskare som gjort försöksverksamhet med sökhundar är väldigt tydliga med att man måste vara mycket, mycket försiktig med måldofter och kontrollprover så att man inte kontaminerar dem med dofter som hundarna inte ska söka efter. Man måste noga tänka sig för var man förvarar och hur man vidrör/flyttar/hanterar de objekt som innehåller de måldofter som hunden ska träna på.

13. Slutsatser av litteraturstudien

13.1. Statistik i artiklarna för hundarnas prestationer

- Sökning efter minor och andra sprängmedel. *Inom Militären. Korrekta markeringar för sprängmedel: 93-100%, men 68-97% vid fysisk ansträngning.*
- Sökning efter miljögifter. *Inom Miljövård / Miljökontroll (Ingen pålitlig statistik)*
- Sökning efter narkotika. *Inom Polis och Tull. 82-89% korrekta markeringar för narkotiska preparat, men med toppar på 100% och bottenresultat ned till 30% när forskarna varierade de kemiska komponenterna i preparaten för att utröna hundarnas begränsning.*
- Sökning efter döda människors kvarlevor. *Inom Polisen (korrekta markeringar för vältränade ekipage 86-94%, men måttligt tränade ekipage ned till 55%)*
- Sökning efter oidentifierade människor. *Inom Polisen. 74-100 % identifiering av levande människor kopplade till efterlämnad sökdoft, (variationen beroende på ålder på lättflyktiga dofter).*
- Sökning efter röta, svampangrepp och skadedjur i byggnader. *Inom Miljösanering / Byggnadsvård. Korrekta markeringar: Röta 75%, Bakterier 60%, Vägglöss 97%)*
- Sökande efter andra djur: Sköldpaddor – på vilket avstånd kan hunden känna vittring. *Inom Naturvård. Hundarna hittade 92% av 99 utplacerade sköldpaddor (men då hittades även ytterligare 85 vilda sköldpaddor) och upptäckte vittring på avstånd mellan 0,5 och 62,5 meter, beroende på vind.*
- Sökning efter cancertumörer (urinblåse-, bröst-, prostata-, lung-, och äggstockscancer). *Inom sjukvård/Medicin.*

Bäst resultat för detektering av följande cancerformer: Äggstock 100% korrekta markeringar för cancer (och 0-5% felaktigt utpekade kontrollprover). Prostatacancer 91%, Bröstcancer 88% (2% felaktigt utpekade kontrollprover), Lungcancer 99% (1% felaktigt utpekade kontrollprover). Dock resulterade en annan lungcancerstudie i 71% korrekt utpekade cancertumörer.

Sämre resultat: Urinblåsecancer: 41 - 50%. Prostatacancer 6-28, Bröstcancer 11-22 %. De två sistnämnda resultaten ifrågasätts dock av forskarna själva på grund av hanteringen av proverna (Gordon et al. 2008)



13.2. Felkällor

- Det förefaller som att den största begränsningen i hundens förmåga att hitta det som människan vill att den ska hitta är brister i kommunikation mellan hund och människa.
- Träningmetoder, blindtester, och double blind-tester är viktiga. Hundar reagerar lätt på människors omedvetna rörelser och kan på så sätt lära sig markera för fel saker.
- Hundar väljer den lättaste doften att följa till målet, om den inlärd doften då inte finns hos målet hittar inte hunden målet. En av de viktigaste sakerna i hundens upplärning att söka efter saker, ligger i att den människan som dresserar hunden måste vara säker på att den doften som man tränar hunden att söka efter, verkligen är kopplad till saken i fråga. Objektet får inte vara kontaminerat med doften från någonting annat (ex vis doften av påsen som träningsobjektet förvarats i, eller andra föremål som legat på samma plats som träningsobjektet).
- Förvaring av träningspreparatet i luktfri miljö är viktigt för att undvika doftsmitta/doftkontaminering!
- Ålder gör att doftbilden påverkas. Om man ska söka gamla ben, måste man träna hunden på gamla ben! (En gissning är dock att brända ben som är äldre än hundra år alla har samma doftkomponenter – oavsett om de är 100 eller 10000 år gamla) .
- Hundens förmåga att känna dofter varierar med det lokala klimatet. Värme och luftfuktighet förbättrar spridningen av doftmolekyler, kyla och torr luft försämrar.
- Nederbörd kan flytta doften nedåt i marken och åt det håll som vattnet sedan rinner.
- Vindriktning spelar roll om en plats ska lokaliseras där målet ligger.
- Temperaturskillnader mark – luft är viktigt om vi ska hitta någonting arkeologiskt som ligger under markytan. Marken ska helst vara varmare än luften.
- Fysisk ansträngning påverkar sökresultatet till det sämre eftersom hundar inte samtidigt kan sniffa och flämta.
- Om hunden är uttråkad / inte förväntar sig att hitta någonting, söker den också sämre.

14. Framtiden: Hundar inom arkeologi – möjligheter och svårigheter

14.1. Möjligheter:

- Hundar har möjlighet att hitta brända ben på förhistoriska boplatssytor. Mängderna som krävs av doftpartiklar är mycket, mycket små: en doftmolekyl på flera miljoner molekyler i luften.
- Hundar känner riktning på var koncentrationen av doften är starkast och kan söka källan till doften.
- Brända ben är alltid resultat av mänsklig verksamhet. Chansen att ett djur ska självdö och benen sedan på naturlig väg ska samlas på ett ställe för att sedan bli brända i en skogsbrand är obefintlig.
- Hundar är extremt duktiga på att skilja på måldoften från andra dofter, om de bara lär sig vilken doft de ska söka efter.
- Med sökhundar som lärt sig att finna brända ben äldre än 100 år, finns en stor möjlighet att spara tid i sökandet efter de boplatser som är svårast att hitta för en arkeolog (s.k. boplatser utan synlig anläggning – som inte syns ovanför markvegetationen). Tidsbesparingen innebär besparing även i pengar för samhället.
- Det finns med sådana hundar också miljövinster att göra om arkeologer vid utredningar inte behöver grävmaskin för att avtorva stora ytor (d.v.s. göra fri från undervegetation) för att konstatera förekomst av boplatser på ett ställe som arkeologerna i ett tidigare skede av utredningen bedömts vara ett "bra läge för boplatser". Att kunna välja bort grävmaskin i vissa arbetsmoment skulle också kunna innebära besparing av pengar för samhället. Kostnaden för ett hundekipage borde rimligtvis vara billigare, med tanke på hur snabbt hundar söker av ett begränsat område.

14.2. Svårigheter:

- Benen är kanske inte alltid synliga, och hundar kan känna dofter av rester som människor inte kan se. Hur bevisar vi att hunden markerar på rätt ställe om vi inte ser det som den markerar för? Komars (1999) notering om hundförarens handhavandefel när hundföraren inte kan se målet (likvätska) som hunden hittat är viktigt även för oss arkeologer. Om hunden markerar för ben, men vi inte kan se dem. Vad gör vi då?
Detta behöver inte innebära något problem. Med dagens metoder fungerar det så att om vi inte ser någonting så finns ingenting. Med en hund som markerar för brända ben har vi fortfarande inga bevis om vi inte själva hittar ben. Hundens markering tjänar enbart som indikation. Bevisen måste människan skaffa fram genom att avtorva en yta med spade och skärslev och kanske gräva en provgrop där hunden markerat.
Det fungerar på samma sätt inom rättsväsendet. Hundens markering bevisar ingenting om inte människan hittar bevis som människor kan se, höra, känna eller mäta.
- Det är svårt att veta med säkerhet vilken doftkomponent hunden letar efter. Om träningen utförs med ett preparat som innehåller doft av brända ben, samtidigt som den innehåller en annan (kontaminerande) doft som hundföraren inte känner till, finns risken att hunden söker efter någonting som vi inte vill att den ska söka efter, t.ex. järnoxid från marken, eller fyndpåsar av plast, som påverkat doftbildningen av de ben som hunden tränat på. Hunden väljer den tydligaste doften i träningspreparatet när den söker efter preparatet. Vid träningen

måste den enda skillnaden mellan kontrollprover och målobjekt vara att måldoften har en egen doft. Kontrollprover och målobjekt måste alltså i så hög grad som möjligt behandlas på samma sätt. Om de brända benen legat i fyndpåsar måste även kontrollproverna göra det.

- Vi måste väga in möjligheten att brända ben från olika djurarter avger olika doftämnen även efter många hundra eller många tusen år. Hundarna måste alltså få chans att träna på autentiska ben från olika djurarter ur arkeologiska fyndmaterial.



15. Slutord och tack

Med denna litteraturstudie som grund anser vi nu att vi har möjligheter att fatta beslut om vi vill gå vidare med faktiska försök med sökhundar i arkeologins tjänst. Vi vill tacka Norrbottens läns landsting för att de stöttat litteraturstudien genom FoU-medel, och hoppas att även personal inom landstingets övriga divisioner finner denna litteraturstudie intressant, kanske då främst inom sjukvården.

Luleå 2014-12-01

Frida Palmbo och Olof Östlund, arkeologer Avdelningen Kulturmiljö
Norrbottnens Museum

Referenser

- Alsaad, Samer, Permunián, Roberto, Gakuya, Francis, Mutinda, Matthew, Soriguer, Ramón C & Rossi, Luca. 2012. Sarcocystis detector dogs used to identify infected animals during outbreaks in wildlife. I: *BMC Veterinary Research* 2010:8:110.
- Arner, L.D., Johnson, G.R. and Skovronek, H.S. 1986: Delineating Toxic Areas by Canine Olfaction. *Journal of Hazardous Materials* 13, pp 375-381
- Bjartell, Anders S. Dogs Sniffing Urine: A Future Diagnostic tool or a Way to Identify New Prostate Cancer Markers? I: *European Urology* 59 (2011). pp 202-203. European Association of Urology.
- Blomquist, Torsten & Paulsson, Axel (1986). *Hundskolan 50: [1936-1986]*. Sollefteå: Statens hundskola
- Boedeker, Enole, Friedel, Godehard & Walles, Thorsten. 2012. Sniffer dogs as part of a bimodal bionic research approach to develop a lung cancer screening. I: *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 14 (2012) pp 511-515.
- Berns, Gregory S., Brooks, Andrew M., Spaviak, Mark. 2014. Scent of the familiar: An fMRI study of canine brain responses to familiar and unfamiliar human and dog odors. *Behavioural Processes*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2014.02.011>
- Cablk, Mary.E.; Sagebiel, John C.; Heaton, Jill S. and Valentin, Cindee. 2008. Olfaction-based detection distance: A quantitative analysis of how far away dogs recognize tortois odor and follow it to source. *Sensors* 2008, No 8. pp 2008-2222.
- Cornu, Jean-Nicolas, Cancel-Tassin, Géraldine, Ondet, Valérie, Girardet, Caroline & Cussenot, Olivier. 2010. Olfactory Detection of Prostate Cancer by Dogs Sniffing Urine: A Step Forward in Early Diagnosis. I: *European Urology* 59 (2011) 197-201. European Association of Urology.
- Ehmann, R., Boedeker, E., Friedrich, U., Sagert, J., Dippon, J., Friedel, G. & Walles, T. Canine scent detection in the diagnosis of lung cancer: revisiting a puzzling phenomenon. I: *European Respiratory Journal* 2012:39:669-676.
- Furton, Kenneth G. & Myers, Lawrence J. 2001: The scientific foundation and efficacy of the use of canines as chemical detectors for explosives. *Talanta* 54 (2001) pp 487-500.
- Furton, Kenneth G; Hong, Yi-Cheng; Hsu, Ya-Li; Luo, Tianying, Rose, Stefan; & Walton, John. 2002: Identification of odor signature chemicals in cocaine using solid-phase microextraction-gas chromatography and detector-dog response to isolated compounds spiked on U:S: paper currency. *Journal of Chromatographic Science*, vol 40, March 2002. pp 147-155.
- Fjellanger, R. Andersen, E.K., McLean, I.G. 2002: *A Training Program for Filter-Search Mine Detector Dogs*. *International Journal of Comparative Psychology* 15. pp 278-287.
- Gazit, Irit & Terkel, Joseph .2003a. Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. *Applied Animal Behaviour Science* 81. pp 149-161
- Gazit, Irit & Terkel, Joseph. 2003b. Domination of olfaction over vision in explosives detection by dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 82. pp 65-73
- Gazit, Irit; Goldblatt, Allen; Terkel, Joseph. 2005. The role of context specificity in learning: the effects of training context on explosives detection in dogs. *Anim Cogn* 8. pp 143-150.
- Gordon, Robert T; Beck Schatz, Carole; Myers, Lawrence J.; Kosty, Michael; Gonczy, Constance; Kroener, Joan; Tran, Michael; Kurtzhals, Pamela; Heath, Susan; Koziol, James A.; Arthur, Nan; Gabriel, Madeline; Hemping, Judy; Hemping, Gordon; Nesbitt, Sally; Tucker-Clark, Lydia & Zaayer, Jennifer. 2008. The Use of Canines in the Detection of Human Cancers : *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, Volume 14, No. 1, 2008, pp 61-67.
- Horvath, György, af Klinteberg Järverud, Gunvor, Järverud, Sven & Horváth, István. 2008. Human Ovarian Carcinomas Detected by Specific Odour. I: *Integrative Cancer Therapies* 2008:7. pp 76-80.
- Horvath, György, Andersson, Håkan & Paulsson, Gunnar. 2010. Characteristic odour in blood reveals ovarian carcinoma. I: *BMC Cancer* 2010, 10:643. BioMed Central.
- Hansson, Christer (2011). *Spår!: dressyr, träning, samspel*. Västerås: Ica.
- Jalakas, Inger (2000). *Den nyttiga nosen*. Stockholm: Bilda.

- Johnston, J.M. 1999: *Canine detection capabilities: Operational implications of recent R & D findings*. Institute for Biological Detection Systems. Auburn University. Alabama USA.
- Karlsson, Hans. 2010: Grattis! Polishunden fyller 100 år. *Polishunden, nr 12, 2010*. pp 36-37.
<http://www.hanskarlsson.se/Polishund.pdf> (internetlänk 2014-11-05)
- Kauhanen, E. , Harri, M., Nevalainen, A., Nevalainen, T. 2002. *Validity of detection of microbial growth in buildings by trained dogs. Environment International 28*. Pp 153-157.
- Komar, Debra. 1999. The use of cadaver dogs in locating scattered, scavenged human remains: Preliminary field test results. *Journal of Forensic Sciences 1999;442(2)* pp 405-408.
- Larson, Greger. Karlsson, Elinor K. Perri, Angela. Webster, Matthew T. Ho, Simon Y. W. Peters, Doris. Stahl. Peter W. Piper, Philip J. Lingaas, Frode. Freidholm, Merete. Comstock, Kenine E. Nodieno, Jaimie F. Schelling, Claude. Agoulnik, Alexander I. Leegwater, Peter A. Dobney, Keith. Vigne, Jean.Denis. Vilà, Carles. Andersson, Leif. and Lindblad-Toh, Kerstin. 2012: *Rethinking dog domestication by integrating genetics, archaeology and biogeography*. Pnas vol 109, no 23. June 5 2012. pp 878-8883. <http://www.pnas.org/content/109/23/8878.full.pdf+html>
- Leffingwell, John C. 2002: *Olfaction – update no 5*. Leffingwell & Associates, reports 2002.
<http://www.leffingwell.com/download/Olfaction5.pdf> (intenetlänk 2014-04-08)
- Lorenzo, Norma; Wan, TianLang; Harper, Ross J.; Hsu, Ya-Li; Chow, Michael; Rose, Stefan & Furton, Kenneth G. 2003. Laboratory and field experiments used to identify *Canis lupus var. familiaris* active odor signature chemicals from drugs explosives, and humans. *Anal Bioanal Chem (2003) 376*. Special Issue paper. pp 1212-1224.
- Marieb, Elaine Nicpon, Mallatt, Jon & Wilhelm, Patricia Brady (2008). *Human anatomy*. 5th ed. San Francisco [etc.]: Pearson Benjamin Cummings
- McCulloch, Michael, Jezierski, Tadeusz, Broffman, Michael, Hubbard, Alan, Turner, Kirk & Janecki, Teresa. 2006. Diagnostic Accuracy of Canine Scent Detection in Early- and Late-Stage Lung and Breast Cancers. *Integrative Cancer Therapies. 2006;5. pp 30-39*.
- Pearsall, Milo & Verbruggen, Hugo. 1982: *Scent: training to track, search and rescue*. Alpine Publishers USA.
- Pfiester, Margie; Koehler, Philip G. and Pereira, Roberto M. 2008. Ability of Bed Bug-detecting Canines to locate live bed bugs and viable bed bug eggs. *Journal of Economic Entomology vol 101, no.4*. pp 1389-1396.
- Settles, Gary S., Kester, Douglas A., Dodson-Dreibelbis, Lori J. 2002: *The External Aerodynamics of Canine Olfaction*. In: *Sensors and Sensing in Biology and Engineering* (ed Barth, Humpfhrey and Secomb). Springer Vienna & NY, 2002.
- Szetei, V., Miklósi, Á., Csányi, V. 2003: When dogs seem to lose their nose: an investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. *Applied Animal Behaviour Science 83*, pp 141-152.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016815910300114X>
- Schon, G.A.A. 2005: The effect of the ageing of crime scebe objects on the results of scent identification line-ups using trained dogs. *Forensic Science International 147 (2005)*. pp 43-47.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hove, K. 2010: *Physiology of Domestic Animals*. 2nd edition. Oslo. Scandinavian Veterinary Press. pp 804.
- Southwest Research Institute, 8500 Culebra Road, San Antonio, Texas 78284. 1972: Training dogs for narcotic detection. Technical report No. LWL-CR-60DJ71. Final Report. July 1972. Approved for public release; Distribution unlimited. U.S. Army Land Warfare Laboratory.
- Willis, Carolyn M, Church, Susannah M, Guest, Claire M, Cook, W Andres, McCarthy Noel, Bransbury, Church, Martin R T & Church, John C T. 2004. Olfactory detection of human bladder cancer by dogs: proof of principle study. *BMJ 2004*. pp 329:712.
- Williams, M., Johnston, J.M. 2002. Training and maintaining the performance of dogs (*Canis Familiaris*) on an increasing number of odor discrimination in a controlled setting. *Applied Animal Behaviour Science 78*, 55-65.



Norrbottnens
museum



Norrbottnens museum
Box 266, 971 08 Luleå
Storgatan 2
Tel 0920-24 35 02
norrbottnens.museum@nll.se
www.norrbottnensmuseum.se