

NOTAT

Til Naturstyrelsen v. Anette Samuelson

Vedr. Buevåbnets effektivitet

Fra Professor i patologi, dyrlæge, PhD Tim Kåre Jensen;
Seniorforsker i patologi, dyrlæge, Phd Mette Sif Hansen;
Dyrlæge, PhD-stud i patologi Godelind Wolf-Jäckel;

6. juni 2016
march

Specialkonsulent, Koordinator for faldvildtundersøgelserne i
Danmark, dyrlæge, PhD Mariann Chriél

DTU Veterinærinstituttet fik den 5. maj 2016 følgende forespørgsel fra Naturstyrelsen om viden om erfaringer med buevåbnets effektivitet, herunder:

- Eventuel dokumentation for effektivitet af buevåben sammenlignet med riffel
- Viden om forskellige buetyper (compound-, recurve- og langbue) effektivitet hvad angår træfsikkerhed og dødelighed
- Viden om anskudninger ved anvendelse af buevåben.

Der vil blive belyst følgende:

- a) Tab af bevidsthed efter skud
- b) Tid til tab af bevidsthed efter skud
- c) Anatomi
- d) Træfsikkerhed ved brug af bue
- e) Krav til anslagsenergi
- f) Krav til jagtodden

Aktuelle lovgrundlag:

Lovgivningen (Bekendtgørelse om våben og ammunition der må anvendes til jagt m.v. Bek. nr 444 af 07/05/2014) foreskriver følgende:

§ 5. Krav til buen og pilen:

- 1) Ved jagt på råvildt, ræv, hare og gås skal anslagsenergien (E0) være mindst 40 Joule og pilevægten mindst 25 g. Dog skal anslagsenergien ved brug af pil med mekanisk spids være mindst 70 Joule.*
- 2) Ved jagt på andre vildtarter skal anslagsenergien (E0) være mindst 40 Joule og pilevægten mindst 20 g. Dog skal anslagsenergien ved brug af pil med blunt være mindst 70 Joule.*
- 3) En evt. stabilisator må højst være 35 cm.*
- 4) Pilehylder og andre anordninger, der tillader afskydning af mere end én pil ad gangen, må ikke anvendes.*
- 5) Anordninger, der fungerer ved at forspænde strengen, må ikke anvendes.*
- 6) Ved jagt på flyvende vildt med skarp od skal der anvendes flu-flu pile.*

Stk. 2. Krav til jagtodden (pilespiden):

- 1) Ved jagt på råvildt, ræv, hare og gås skal jagtodden mindst være 3-bladet og have en skærende diameter på mindst 25 mm.*
- 2) Ved jagt på råvildt, ræv, hare og gås må der ikke anvendes blunt.*
- 3) Ved jagt på andre vildtarter end råvildt, ræv, hare og gås skal jagtodden mindst være 2-bladet og have en skærende diameter på mindst 20 mm eller en blunt med mindst 16 mm på anslagsfladen.*
- 4) Jagtodden skal være fremstillet af stål og må ikke være forsynet med modhager.*
- 5) Jagtodden må ikke være forsynet med eksplosiver eller gift.*

Ad a): Tab af bevidsthed efter skud

Udtrykket "shock" bruges ofte, når man sammenligner effekt af forskellige patroner og projektiler. Producenter af jagt ammunition anfører ofte at deres projektiler leverer enorme shock ved anslaget og derfor indtræder døden hurtigere. Men når man sammenligner effektiviteten af projektiler (i dette tilfælde patroner og pilespidser) skal man inddrage sårballistik. Sårballistik er betegnelsen for effekten af et penetrerende projektil i vævet og inkluderer kun de primære virkninger af projektilet (sår, kavitation (hulrumsdannelse) og effekter på nerverne). De sekundære virkninger (blodtab, nedsat blodtryk og nedsat ilttilførsel til vævet) opstår senere.

En shockbølge optræder ved projektilets højhastighedspassage gennem vævet og består af shock- og trykbølger. Shockbølgen varer i mikrosekunder, medens en trykbølge optræder i millisekunder. En shockbølge er en type lydbølge (akustisk kompressionsbølge), der passerer gennem legemet med en hastighed på omkring 1500 m/s (Stokke og Anemo, 2012).

Den shockbølge der frembringes af projektilet (som vævsskader) udbredes foran det gennemtrængende projektil og der transporteres ikke væv ved denne bølge. Derimod kan en trykbølge flytte væv og der skabes trykændringer som skaderne udbredes i. Således vil et højhastighedsprojektil løsne og accelerere elastisk væv vinkelret på projektilets fremadgående bevægelse og bag projektilet vil der dannes et hulrum, der er meget større end projektilets diameter. Således vil kræfterne fra projektilets inertie skabe en trykbølge i vævet, der vil udbredes i hele dyrets krop (Anemo et al, 2012). Ved denne proces presses vævet sammen efterfulgt af et voldsomt stræk, men det elastiske væv vil hurtigt trække sig tilbage til den oprindelige position. Et penetrerende projektil vil således forårsage en shockbølge, der overføres til hele kroppen. Både nerver og kroppens celler påvirkes af shockbølger, og beskadiges hvis projektilets hastighed er høj. Påvirkning af nerverne er øjeblikkelig, hvorimod skader på kroppens celler først opstår mange timer efter passage af projektilet (Stokke og Anemo, 2012).

"Dyret døde i skuddet" er en misforståelse. Når dyret falder umiddelbart i tilslutning til skudafgivelsen kan det skyldes en påvirkning af centralnervesystemet (CNS), enten som følge af samlet tab af den motoriske funktion eller som følge af vævsskader på grund af dannelsen af midlertidige hulrum. Den hurtige omplacering af vævsmasse kan forårsage fraktur af knogler eller påvirke CNS og andre følsomme organer, således at dyret øjeblikkeligt besvimer eller "falder i skuddet". Hvis projektilet har ramt vitale dele af dyret, der medfører en dødelig blødning, vil dyret dø før det kommer til bevidsthed, og jægeren står tilbage med det indtryk, at dyret døde af shockeffekten. Denne umiddelbare reaktion er derfor resultatet af en ren mekanisk påvirkning.

Vi har derfor to mulige dødsårsager som følge af at gennemtrængende kugle eller pil:

1. Kollaps af kredsløbet efter af tab af blod (shock)
2. CNS traumer, der forårsager tab af motoriske funktioner

Kardiogent shock:

Kardiogent kredsløbsshock opstår, når hjertets pumpeevne svigter, hvilket fører til faldende blodtryk og nedsat vævsgennemblødning. Dette ses bl.a. ved svækkelse af hjertemusklen ved traume.

Hypovolæmisk shock

Hos pattedyr udgør mængden af blod 6-9% af kropsvægten ($\text{blodvolumen(L)} = 0,08 \cdot \text{kropsvægt(kg)}$).

Risikoen for udvikling af kredsløbsshock er størst ved et hurtigt blod- eller væsketab og døden

indtræffer ved tab af mere end 40%. Shock er defineret som utilstrækkeligt flow af iltet blod til vitale organer (inklusiv hjerne og hjerte). Hypovolæmisk shock skyldes et absolut reduceret blodvolumen. Tilstanden vil ses ved blødning efter traumer, hvor der ses omfattende tab af blod. Den nedsatte blodtilførslen udløser en række fysiologiske respons i hjerte, lunger, nyrer og hormonsystemet. Reduceret vævsgennemblødning giver lokal iltmangel. Hjerterefrekvensen øges gradvist initialt, og blodtilførslen omfordes til fordel for hjerte og hjerne med nedsat gennemblødning af tarm og nyrer. Den reducerede blodgennemstrømning giver utilstrækkelig ilt og næringstilførsel til perifert væv herunder muskelvæv. Når et projektil rammer hjertet og lungen, vil det medføre pludselig tab af store mængder blod, dvs. der opstår hypoxæmi (nedsat iltindhold i blodet) og hypovolæmisk shock med bevidstløshed som følge, desuden vil penetration af brystvæg og lunge resultere i akut pneumothorax ("punkteret lunge"). Shock er aldrig øjeblikkelig og udvikler sig over tid. Alle dyr, der tilhører kategori 1, vil i sidste ende gå i shock og dø, når blodtab, faldende blodtryk og nedsat ilttilførsel har nået et kritisk lavt niveau. Dette er ikke en tilstand der sker momentant, men kan vare flere sekunder op til nogle minutter, før dyret falder om i bevidstløs tilstand.

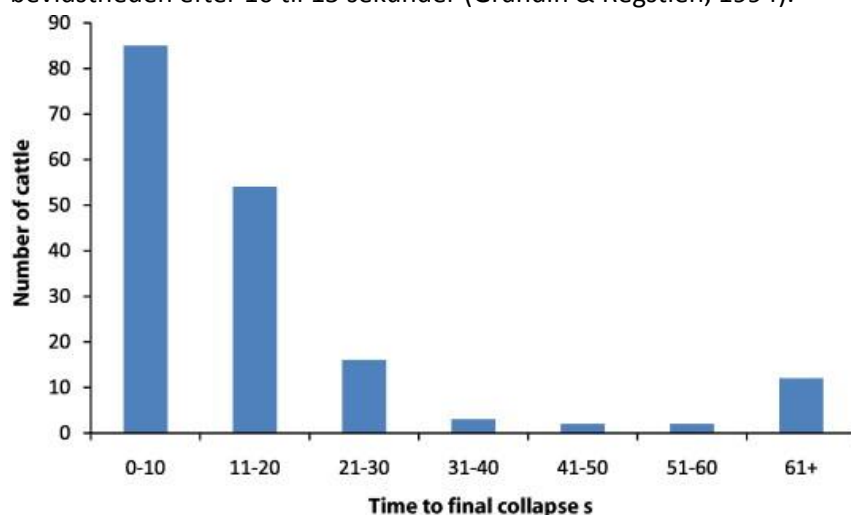
Ad b): Tid til tab af bevidsthed efter skud

Der findes ingen direkte information om tid fra tab af bevidsthed til død for dyr nedlagt med bue. Men der er nogle generelle regler. Tid fra bevidsthedstab til død afhænger af omfanget af beskadiget væv og ikke mindst mængden og hastigheden af blodtab, da det forårsager iltmangel i hjernen. Gennemskud af hjertet resulterer ikke i øjeblikkelig død, men vil medføre gradvis nedsat hjertefunktion og dermed iltmangel.

Der er 3 anatomiske faktorer, der kan forsinke tid til bevidstløshed i dyr af hjorteslægten. For det første findes der en ekstra (mindre) blodforsyning til hjernen, hvorfor overskæring af halspulsårerne ikke afbryder blodforsyningen til hjernen (Circle of Willis) (Du Boulay *et al* 1973). For det andet er venerne i lungerne omgivet af kraftig muskulatur i forhold til andre dyrearter, der betyder at beskadigede vener kan trække sig sammen ved skader og derved reduceres blødningen (Ferencz & Greco 1969). Endelig har hjortedyr en milt med særdeles stor kapacitet til at lagre røde blodlegemer (Hartwig & Hartwig 1985), hvorfra der kan ske en hurtig frigivelse af blodceller til blodkarrene som kompensation for blodtab.

Videnskabelige undersøgelser har vist, at får mister bevidstheden efter 2 til 15 sekunder (Figur 1) (Gregory *et al*, 2010) efter gennemskæring af begge halspulsårer (Nangeroni and Kennett, 1963; Gregory and Wotton, 1984). Studier af voksent kvæg og kalve viser at de generelt mister bevidstheden hurtigt, men på enkelte dyr sker det først op til et minut efter overskæring af begge halspulsårer (Daly *et al*, 1988) og samtidig ses større variation i den tid det tager for opnåelse af bevidsthedstab hos kreaturer end for får og geder (Munk *et al.*, 1976; Gregory and Wotton, 1984). Denne forskel antages at skyldes forskelle i anatomi på arterierne (tilstedeværelse af Circle of Willis hos kreaturer).

Observationer af kreaturer har vist, at rolige dyr mister bevidstheden hurtigere og har mindre risiko for sammentrækning af blodkarrene, der kan forsinke en afblødning, og dyret vil normalt miste bevidstheden efter 10 til 15 sekunder (Grandin & Regstien, 1994).



Figur 1: Tid (anført i sekunder) til kollaps efter overskæring af begge halspulsårer ved rituel slagtning af kreaturer uden brug af bedøvelse (Gregory *et al*, 2010)

Studier af rotter viser at hurtigt og massivt blodtab (mindst 60% af blodvolumen) sikrer at alle dyr dør prompte (tabel 1) (Gregory, 2005), hvilket hos rådyr vil svare til et blodtab på omtrent 2 liter.

Tabel 1: Sammenhæng mellem % total blodtab i løbet af 20-minutter, dødelighedsrate og tid til død indenfor 2 timer i rotter (Gregory, 2005)

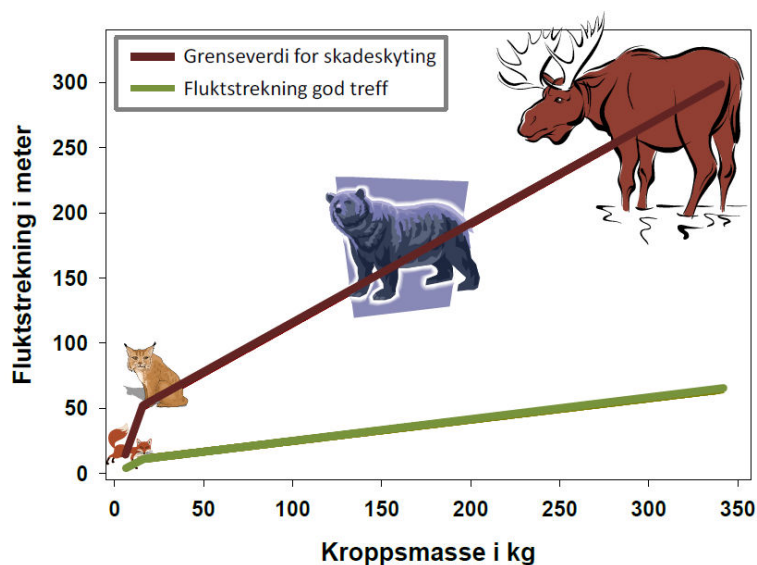
Blood loss (% total blood volume)	Mortality at 2 h (%)	Time of death (min ± SD)
35	0	–
43	26	56 ± 35
48	33	81 ± 26
52	65	37 ± 33
61	100	11 ± 2

Ved skud mod elg med dobbelt lungeskud er det antaget, at dyret er ved bevidsthed i ca 30 sekunder efter skudafgivelsen (Röken, 1969). Det betyder, at elgen vil løbe maksimalt 300 meter før den mister bevidstheden og falder om (flugtstrækning). Ved længere flugt, er der tale om anskydning, ifølge definition af Stokke et al (2012). Da størrelsen af den kavitat pilespidsen fremkalder er uafhængig af organstørrelsen vil størrelsen af den relative sårskade reduceres med øget organstørrelse. Ydermere er blodvolumen ligefrem proportionalt med kropstørrelsen, mens cirkulationstiden for blodet øges med stigende vægt. Derfor vil afblødningstiden aftage med stigende kropstørrelse.

Det antages derfor, at den maksimale flugt efter påskydning er

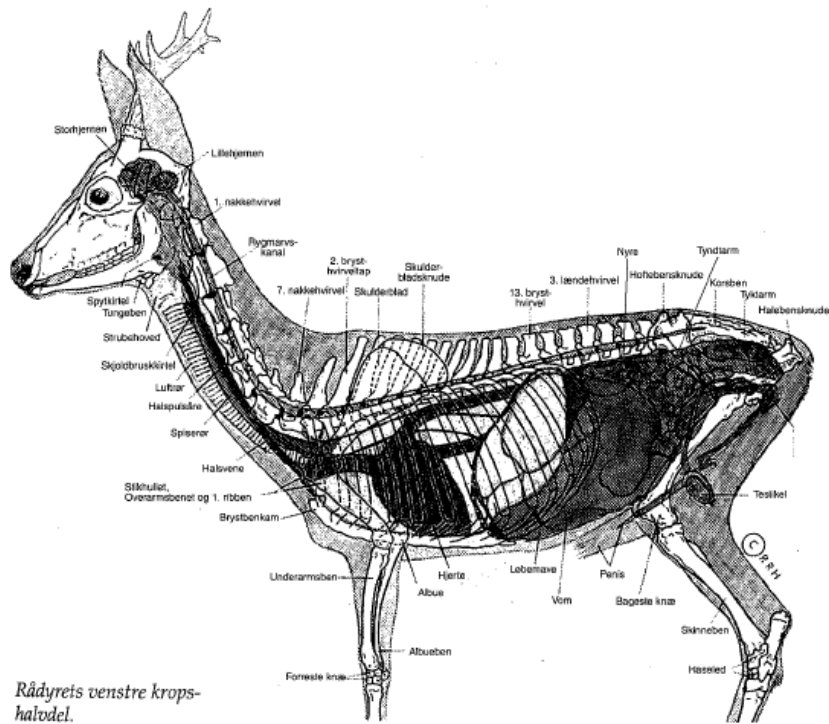
$$nfe300 = nfi mfi$$

hvor nfe er normal flugtstrækning for voksen elg, 300 er den maksimale flugtstrækning for voksen elg, nfi er normal flugtstrækning for art i og mfi er maksimal flugtstrækning for art i . Med denne tilnærmelse kan man beregne andelen af nedlagte dyr pr dyreart som havde længere flugtstrækning end den estimerede grænseværdi ved påskydning (figur 2) (Anemo et al, 2012).



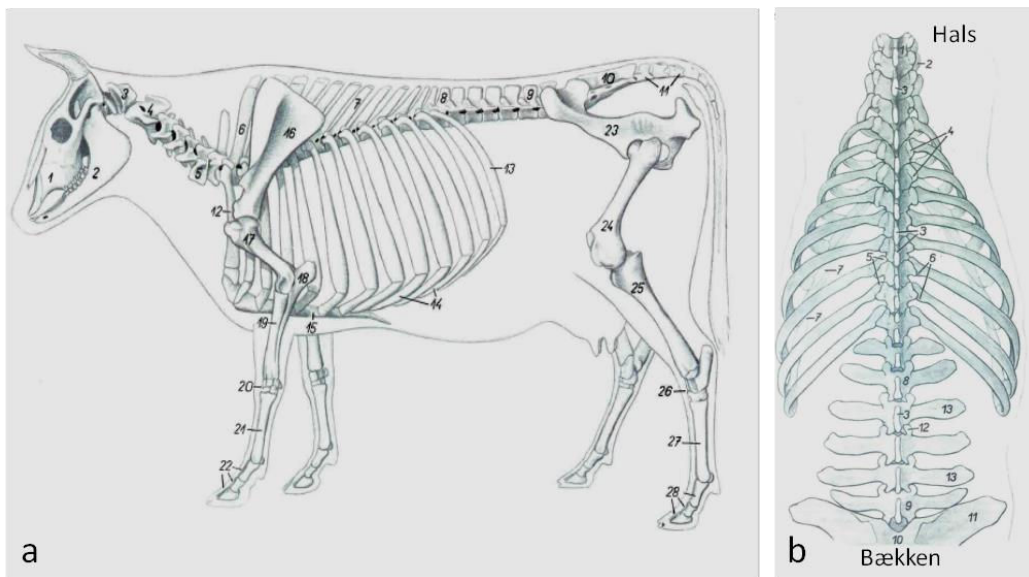
Figur 2: Figuren viser sammenhæng mellem vægt og flugtstrækning efter optimalt riffelskud (grøn linie) og maksimale (brun linie) flugtstrækninger efter træf. Figur af elg, bjørn, los og ræv er indsat for at illustrere vægt for arterne.

Ad c): Anatomi

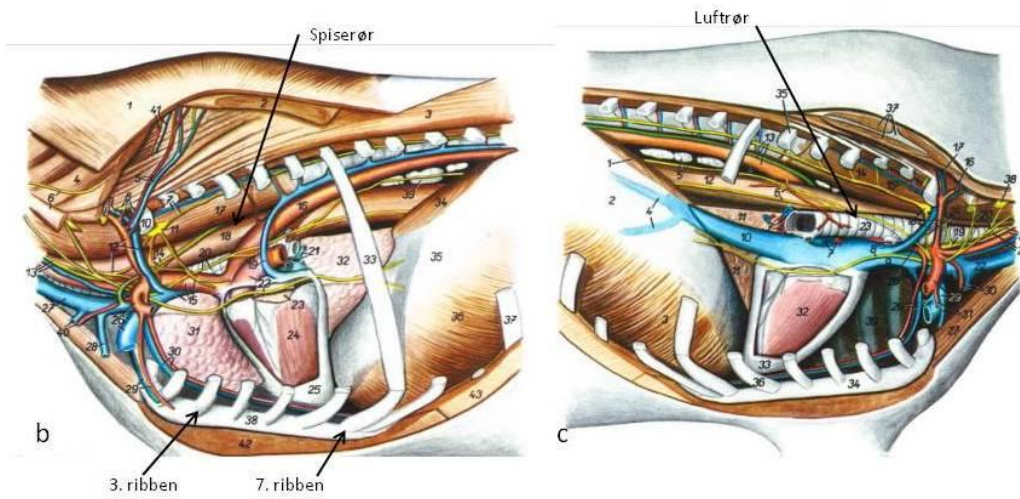
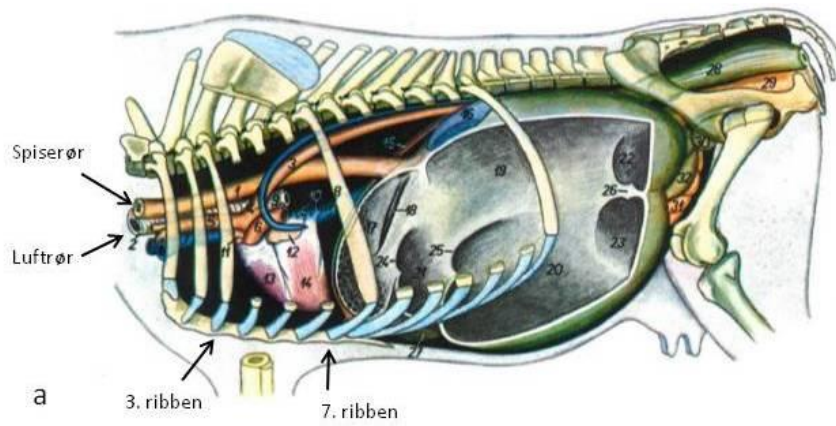


Rådyrets venstre kropshalvdel.

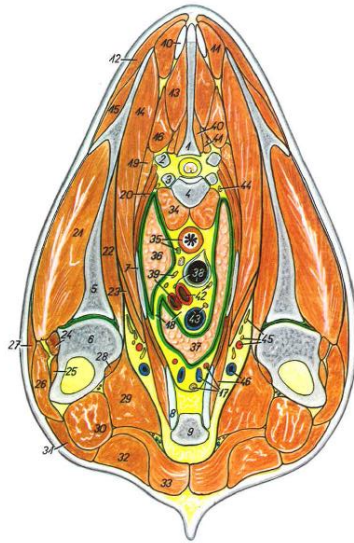
Figur 3: Anatomi af rådyr set fra venstre



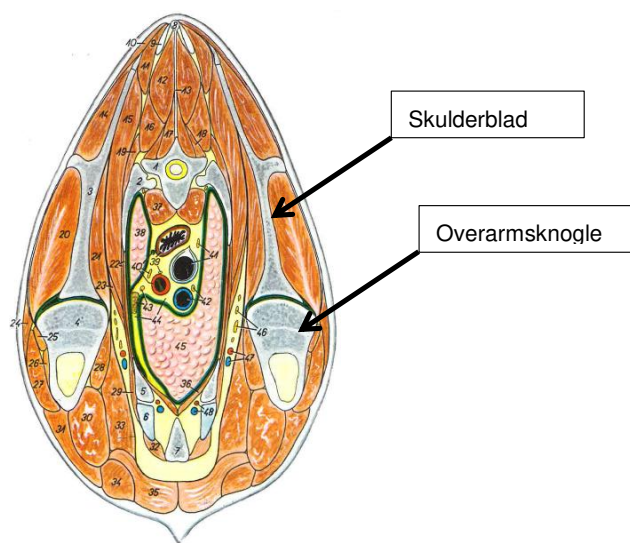
Figur 4: Okse skelet. a) Skelet set fra venstre; b) Skelet set oppe fra.



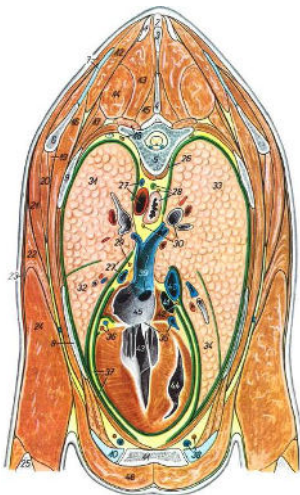
Figur 5: a) Okse, indre organer set fra venstre side; b) Oksen, brysthule organer set fra venstre; b) Okse, brysthule organer set fra højre side.



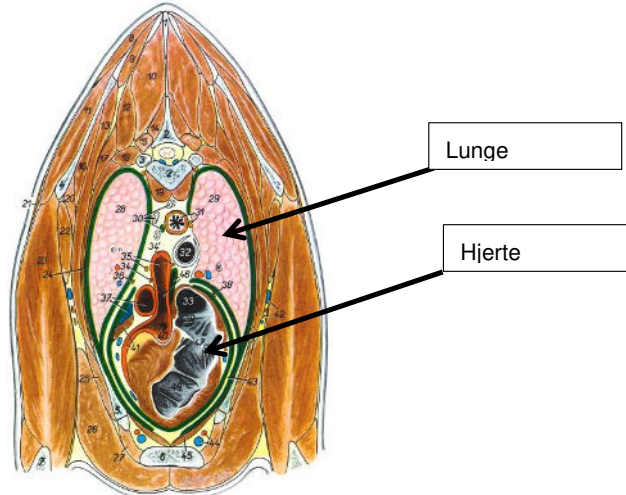
Figur 6: Okse - tværsnit 2. brystvirvel



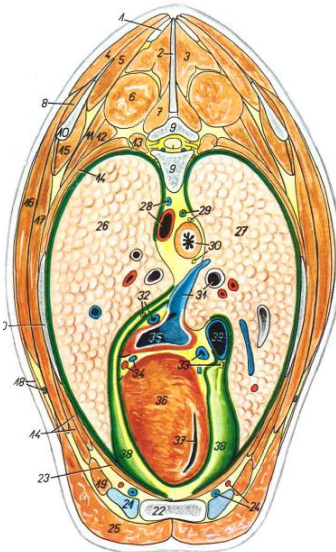
Figur 7: Okse - tværsnit ved 3. brystvirvel



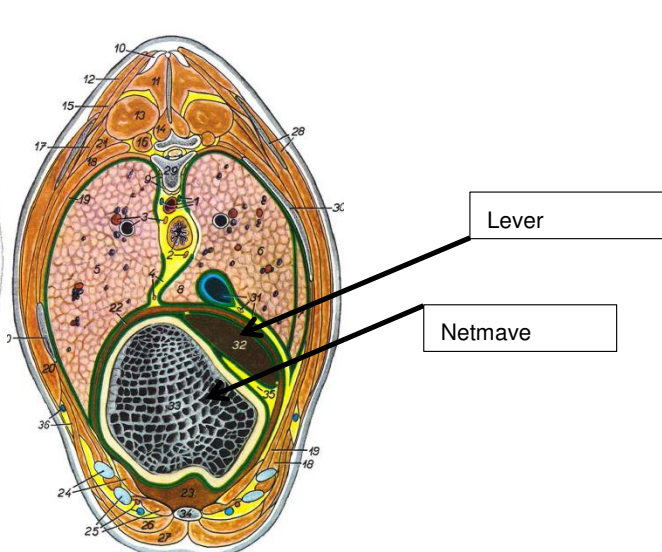
Figur 8: Okse - tværsnit 4. brystvirvel



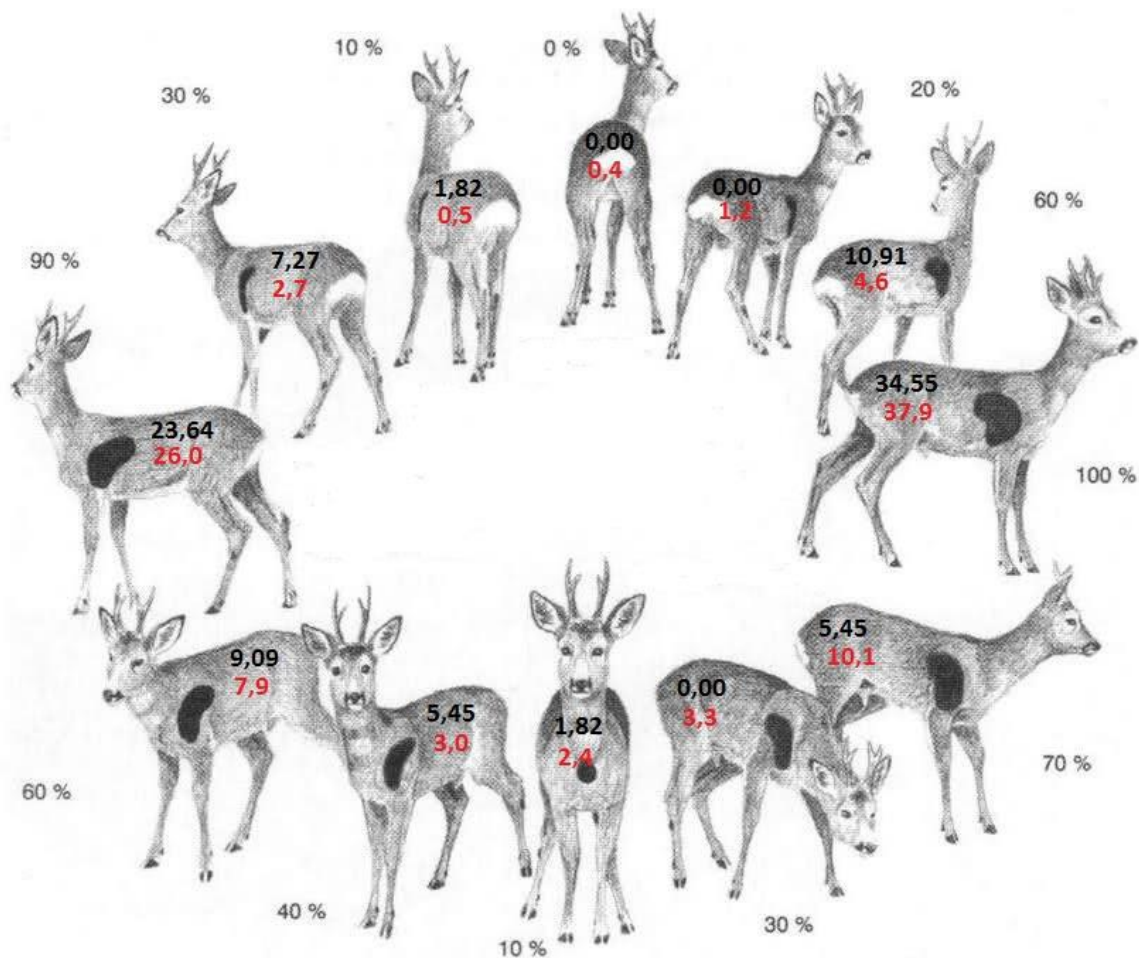
Figur 9: Okse - tværsnit 5. brystvirvel



Figur 10: Okse - tværsnit 6. brystvirvel



Figur 11: Okse - tværsnit 7. brystvirvel



Figur 12: Hjortejagtundersøgelse i Møre og Romsdalen (Andestad, 2008) med angivelse af andelen af skud løsnet mod rådyr ved forskellige vinkler med bue (sort) og riffel (rød) (i procent). Ved hvert dyr er anført det synlige vitale område, markeret med sort på hver figur (anført ved hver figur i % af maximalt vitalt område)

De grundlæggende principper for anatomi er sammenlignelige mellem okse og større danske hjortarter. Som det fremgår af figur 4 ligger skulderbladet ud for den forreste, øverste halvdel af brysthulen, mens overarmsknoglen ligger ud for den nederste halvdel af brysthulen. Ved skud med tilstrækkelig energi, kan skulderblad og ribben gennembrydes af pilen, mens de store knogler (ryghvirvler, overarmsknogle og lårbensknogle) ikke umiddelbart kan penetreres. Ved sideskud vil den optimale placering af en pil være mellem 4.-6. brystvirvel, da hjertet og de store karstammer til/fra hjertet er placeret her (figur 5).

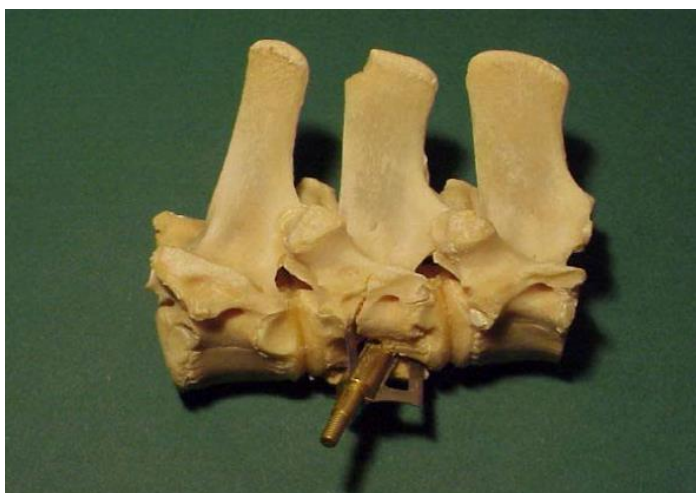
Ved afgivelse af skud placeret mellem 2. og 3. brystvirvel skal pilen penetrere flere lag muskler og skulderblad før vitale dele – her forreste lungespids og store blodkar (figur 6,7). Ved 4.- 6. brystvirvel ligger såvel lunger som hjertet beskyttet af brystmuskulatur – ved 4. brystvirvel også af skuldermuskulatur (figur 8-10). Ved skud sat ved 7. brystvirvel skal pilen placeres i den øverste 1/5 af brysthulen for at lædere vitale blodkar, hvis pilen derimod sættes i den laveste halvdel af

brysthulen vil der kun ske penetration af netmaven (figur 11). Skud afsat længere bagude vil penetrere organer i bughulen (forrest leveren) og mave-tarmsystemet.

Ved afgivelse af skud vil synligheden af det vitale område variere med vinklen mellem skytte og dyr (figur 12). Endvidere vil omfanget af det synlige vitale område reduceres såfremt skuddet ikke afgives vinkelret på dyret, men fra en skrå vinkel som f.eks. ved brug af en hochsitz. Anslagsenergien vil dog stadig være den samme.

Ad d): Træfsikkerhed ved brug af bue

Der har været gennemført eksperimentelle studier med langbue, armbryst og compound bue ved skud mod døde slagtesvin (ca 100 kg levende vægt). Der blev anvendt forskellige typer af pile (Sudhues, 2004). Resultaterne viste at afskydning med jagtpil ved brug af en compound bue blev penetrationsdybden ca 40 cm med et enkelt skud og pilen penetrerede helt gennem svinet. Ved træffere i store knogler kunne pilen ikke trænge igennem, men blev fastkilet i knoglen (hofte, hvirvelsøjle, lårbensknogle).



Figur 13: Eksempel på træf i hvirvelsøjle med jagtpil (Ref: Sudhues, 2004)

I et studie fra USA blev træfsikkerheden vurderet efter skud med langbue og recurve bue, hvor 80 white-tail hjorte (*Odocoileus virginianus*, medium størrelse hjorte art, vægt mellem 50-100 kg) blev påmonteret radiosendere, og efter 2 jagtsæsoner var 22 hjorte blevet skudt med pil. De 11 blev umiddelbart nedlagt. Af de 11 der ikke umiddelbart forendte, døde 3 dyr af deres skud typisk i bughulen – 2 indenfor 24 timer og den 3. indenfor 5-7 dage. De øvrige 8 dyr fik overfladiske strejfskud i den øverste del af kroppen (Ditchkoff et al., 1998).

Ved kontakt med Lyngby Bueskydningsforening (H. Gislason, d. 31. maj 2016) blev resultaterne fra sidste jagtskydning (Dyrehaverunden) den 3. april 2016 modtaget. I alt 17 buejægere placerede pilene (n=48) indenfor hjerte/lunge området undtagen 2, hvoraf en var nybegynder og den anden havde en fejl på udstyret.

Yderligere oplysninger om træfsikkerhed for danske buejægere bør kunne indhentes gennem resultaterne for aflæggelse af bueprøve, således det sikres at træfsikkerheden for danske bueskytter anvendes.

Ad e): Krav til anslagsenergi

Compound buen kan levere signifikant mere energi end recurve- og langbue – et forhold der har betydning for penetration af væv og/eller knogle og dermed sikrer at pilespiden når ind til hjertelungeregionen og kan sikre overskæring bløddede og kar, som i sidste ende sikrer afblødning (Tabel 2).

Energien som en bue leverer i forhold til riffel m.m. er meget lavere og kompenseres til dels ved kortere skudafstande.

Tabel 2: Energi ved forskellige våbentyper. Ref Sudhues, 2004

Munitionsbezeichnung/ Bogentyp	Nominalkaliber (mm)	Geschossmasse (g)	S (g/mm ²)	V ₀ (m/s)	E ₀ (J)
9x19mm Parabellum ¹	9.00	8.00	0,1258	350	490
.45 Colt ²	11.25	16.20	0,1630	265	569
7.62x51 mm NATO ³	7.62	9.50	0,2083	830	3272
9x57 mm ⁴	9.00	15.90	0.2499	656	3421
Langbogen		35	0,2476- 0,6171	44,1	34,77
Armbrust		31	0,4180- 0,5047	47,0	34,22
Compound		39	0,5226- 0,6561	66,9	88,36

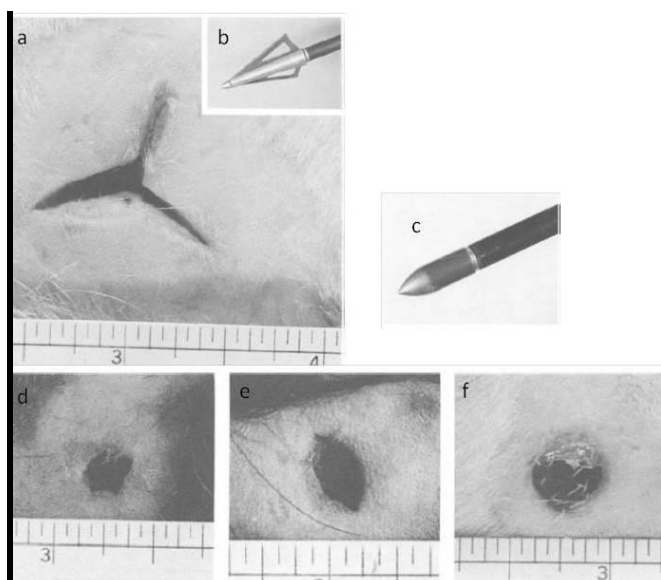
Tabelle 3. - 5 Ballistische Daten von Patronen¹⁶⁶ und der experimentell verwendeten Bögen und Pfeile.

(1 = Pistolenpatrone, 2 = Revolverpatrone, 3 = Armeemuniton, 4 = Jagdmuniton)

Ad f): Krav til jagtodden

Ved buejagt anvendes flere pilespids-typer. Spidse-skarpe pilespidser (uden vinger/blade) vil ofte ikke sikre overskæring af blodkar og dermed ikke sikre afblødning af dyret efter skudafgivelse. Effekten af pilespidser med 2 blade afhænger af vinklen hvormed den træffer vitale dele, hvorfor den i visse situationer kan passere brysthulen uden større skader. De forannævnte er i dag ikke tilladt til brug ved buejagt i Danmark. Pile med 3 skærende pileblade vil forårsage et større hul ved passage af brysthulen og dermed også større sandsynlighed for overskæring af vitale kar (figur 14).

Ved skud med riffelkugle vil sårkanalen typisk være mindre, da der er tale om afrivning som følge af kuglens eller fragmenter af denne gennem vævet. Ved anvendelse af en pil bliver sårkanalen større, da denne skær sig ved gennem vævet og derved vil blødningen blive større ved træf. Ved påskydning af et dyr med en pil vil afhelingen ske hurtigere, da vævet ikke er knust (som ved en kugle), men udelukkende har fået et snitsår



Figur 14: Sammenligning af pilespidstyper og sår, ved skud på trafik dræbte rådyr og okse slagterimateriale. Huden er barberet. a) Sår lavet ved skud med tre bladet pilespids (b); c) Spids-skarpe pilespids; d-e) Sår lavet ved skud med spids-skarpe pilespids. Denne type bruges udelukkende til træning og er ikke godkendt til brug ved buejagt i Danmark (Randall and Newby, 1989)

Referencer:

Andestad, T. (2008). Fulltreff: slik unngår du skadeskyting. Oslo: Tun Forlag as.

Arnemo, J. M., Söderberg, A. & Kraabøl, M. Skadesky-ting av rovvilt – Begrepsforståelse, kunnskapsstatus og kvantifiseringsring. – NINA Rapport 838. 48 s. Trondheim juni 2012 ISSN: 1504-3312 ISBN: 978-82-426-2433-8

Daly, C.C.; Kallweit, E.; Ellendorf, F. (1988): Cortical function in cattle during slaughter: Conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared to shechita slaughter. *Veterinary Record* 122 pages 325-329

Ditchkoff, S. S., Welch, E. R., Lochmiller, R. L., Masters, R. E., Starry, W. R., & Dinkines, W. C. (1998). Wounding rates of white-tailed deer with traditional archery equipment. (Fish and wildlife association Rapport nr. 52, 1998). Oklahoma: Cooperative fish and wildlife research unit

Du Boulay GH, El Gammal T and Trickey SE 1973 True and false carotid retia. *British Journal of Radiology* 46: 205-212

Ferencz C and Greco JM 1969 Pulmonary arterial design in mammals. Morphologic variation and physiologic constancy. *Johns Hopkins Medical Journal* 125: 207-224

Grandin, T., Regenstein, J.M. (1994): Religious slaughter and animal welfare: a discussion for meat scientists. *Meat Focus International* - March 1994 pages 115-123

Gregorya, N.G., H.R. Fieldinga, M. von Wenzlawowiczb, K. von Hollebenb (2010): Time to collapse following slaughter without stunning in cattle. *Meat Science*, Volume 85, Issue 1, May 2010, Pages 66–69. doi:10.1016/j.meatsci.2009.12.005

Gregory, G.; Wotton, S.D. (1984): Time of loss of brain responsiveness following exsanguination in calves. *Resource Veterinary Science* 37 pages 141-143

Gregory, N.G. (2005): Bowhunting deer. *Animal Welfare* 2005, 14: 111-116

Blackmore, D.K (1984): Differences in the behavior of sheep and calves during slaughter. *Resource Veterinary Science* 37 pages 223-226

Hartwig H and Hartwig HG (1985): Structural characteristics of the mammalian spleen indicating storage and release of red blood cells. Aspects of evolutionary and environmental demands. *Experientia* 41: 159-163

Sudhues, H.(2004).: Wundballistik bei Pfeilverletzungen INAUGURAL – DISSERTATION zur Erlangung des doctor medicinae der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Munk, M.L.; Munk, E.; Levinger, I.M. (1976): Shechita: Religious and Historical Research on the Jewish Method of Slaughter and Medical Aspects of Shechita. Feldheim Distributors, Jerusalem

Nangeroni, L.L.; Kennett, P.D. (1963): An Electroencephalographic Study of the Effect of Shechita Slaughter on Cortical Function of Ruminants. Unpublished report, Department of Physiology, New York State Veterinary College, Cornell University, Ithaca, New York

Randall, B., Newby, P. (1989): Comparison of Gunshot Wounds and Field-Tipped Arrow Wounds Using Morphologic Criteria and Chemical Spot Tests. Journal of Forensic Sciences, JFSCA 34: 579-586

Röken BO (1969) Kulskottets verkan på älg. Andra avsnittet. Svensk Jakt 107, 22-28. Stokke, S., Stokke, S., Arnemo, J.M. . Wound ballistics and the concept of “death by shock”.
<http://www.bogveidi.net/wp-content/uploads/2015/12/Figure-5-Shock-Effect-in-ballistics.pdf>