

Veterinärinstitut der Technischen Universität Dänemark

An die dänische Naturschutzbehörde v. Anette Samuelson

Betreff: Effektivität des Bogens als Jagdwaffe

Von Professor der Pathologie; Veterinär, PhD Tim Kare Jensen;
Forschungsleiter der Pathologie, Veterinär, PhD Mette Sif Hansen;
Veterinär, PhD-Stud der Pathologie Godelind Wolf-Jäckel;
Fachberater, Koordinator für Fallwilduntersuchungen in Dänemark,
Veterinär, PhD Mariann Chriél

Am 5. Mai 2016 erhielt das DTU Veterinärinstitut die folgende Anfrage der dänischen Naturschutzbehörde zu den Erfahrungen bezüglich der Wirksamkeit des Bogens, einschließlich:

- Etwaige Dokumentation zur Wirksamkeit des Bogens im Vergleich zur Büchse
- Kenntnis der Effizienz verschiedener Bogenarten (Compound, Recurve und Langbogen) in Bezug auf deren Genauigkeit und Mortalität
- Kenntnis der Schüsse beim Einsatz der Bogenwaffe.

Folgendes wird betrachtet:

- a) Bewusstseinsverlust nach dem Schuss**
- b) Zeit bis zum Bewusstseinsverlust nach dem Schuss**
- c) Anatomie**
- d) Genauigkeit bei der Verwendung des Bogens**
- e) benötigte kinetische Energie**
- f) Anforderungen an die Jagdspitze**

Aktuelle Rechtsgrundlage:

Die Gesetzgebung (Verordnung über Waffen und Munition, die für die Jagd verwendet werden können, m.v. Bek. Nr. 444 vom 07/05/2014) schreibt Folgendes vor:

§ 5. Anforderungen an Pfeil und Bogen:

- 1) Bei der Jagd auf Rehwild, Fuchs, Hase und Gans muss die Auftreffenergie (E0) mindestens 40 Joule und die Masse des Pfeils mindestens 25 g betragen. Bei einem Pfeil mit mechanischer Spitze muss die Auftreffenergie jedoch mindestens 70 Joule betragen.*
- 2) Für die Jagd auf andere Wildarten muss die Auftreffenergie (E0) mindestens 40 Joule und die Masse des Pfeils mindestens 20 g betragen, jedoch muss die Auftreffenergie bei Verwendung eines Pfeils mit stumpfer Jagdspitze (Blunt) mindestens 70 Joule betragen.*
- 3) Ein möglicher Stabilisator darf 35 cm Länge nicht überschreiten.*
- 4) Pfeilauflagen und andere Vorrichtungen, bei denen mehr als ein Pfeil gleichzeitig abgefeuert werden kann, dürfen nicht verwendet werden.*
- 5) Vorrichtungen, die den gespannten Bogen arretieren, dürfen nicht verwendet werden.*
- 6) Bei der Jagd auf Flugwild mit scharfen Pfeilspitzen ist die Verwendung eines Flu-Flu-Pfeils vorgeschrieben.*

Unterabschnitt 2. Anforderungen an die Jagdspitze (Pfeilspitze):

- 1) Bei der Jagd auf Rehwild, Fuchs, Hase und Gans muss die Jagdspitze mindestens 3-schneidig sein und einen Durchmesser von mindestens 25 mm aufweisen.*
- 2) Bei der Jagd auf Rehwild, Fuchs, Hase und Gans dürfen keine Blunts verwendet werden.*
- 3) Bei der Jagd auf andere Wildarten als Reh, Fuchs, Hase und Gans muss die Jagdspitze mindestens zweischneidig sein und einen Schnittdurchmesser von mindestens 20 mm oder einen Stumpf (Blunt) von mindestens 16 mm auf der Aufprallfläche haben.*
- 4) Die Jagdspitze muss aus Stahl gefertigt sein und darf nicht mit Widerhaken versehen sein.*
- 5) Die Jagdspitze darf weder mit Sprengstoff noch mit Gift versehen sein.*

Zu a) Bewusstseinsverlust nach dem Schuss

Der Begriff "Schock" wird häufig verwendet, um die Wirkung verschiedener Patronen und Geschosse zu vergleichen.

Hersteller von Jagdmunition geben oft an, dass ihre Geschosse beim Aufprall auf den Wildkörper einen enormen Schock auslösen und zu einem schnelleren Tod führen.

Beim Vergleich der Effizienz von Projektilen (in diesem Fall Kugelgeschosse und Pfeilspitzen) muss aber die Wundballistik mitbetrachtet werden. Wundballistik ist der Begriff für die Wirkung eines durchdringenden Projektils im Gewebe und schließt nur die primären Wirkungen des Projektils ein. (Wunden, Kavitation (Hohlraumbildung) und Auswirkungen auf die Nerven). Die Sekundäreffekte (Blutverlust, verminderter Blutdruck und reduzierte Sauerstoffzufuhr zum Gewebe) entwickeln sich später.

Eine Schockwelle tritt beim Hochgeschwindigkeitsdurchgang des Geschosses durch das Gewebe auf und besteht aus Stoß- und Druckwellen. Die Stoßwelle dauert Mikrosekunden, während eine Druckwelle Millisekunden anhält. Eine Stoßwelle ist eine Art Schallwelle (akustische Kompressionswelle) mit einer den Körper durchdringenden Geschwindigkeit von etwa 1500 m / s (Stokke und Anemo, 2012).

Die vom Projektil erzeugte Stoßwelle (als Gewebeschaden) breitet sich vor dem durchdringenden Geschoss aus; durch diese Welle wird kein Gewebe bewegt. Im Gegensatz dazu bewegt die Druckwelle jedoch Gewebe und erzeugt Druckänderungen, bei denen sich der Schaden ausbreitet.

Daher lockert und beschleunigt ein Hochgeschwindigkeitsprojektil elastisches Gewebe senkrecht zur Bewegungsrichtung des Projektils, und hinter dem Projektil wird ein Hohlraum (Kavität) gebildet, der erheblich größer als der Durchmesser des Projektils ist.

Somit erzeugen die Kräfte aus der Trägheit des Geschosses eine Druckwelle im Gewebe, die sich im gesamten Tierkörper ausbreitet (Anemo et al., 2012).

In diesem Prozess wird das Gewebe zusammengedrückt, gefolgt von einer starken Dehnung. Das elastische Gewebe zieht sich jedoch schnell in seine ursprüngliche Position zurück. Ein durchdringendes Projektil verursacht somit eine Stoßwelle, die auf den gesamten Körper übertragen wird. Sowohl die Nerven als auch Körperzellen sind von Stoßwellen betroffen und werden beschädigt, wenn die Projektilgeschwindigkeit hoch ist. Der Einfluss auf die Nerven ist unmittelbar, wohingegen Schäden an den Körperzellen einige Stunden nach der Passage des Projektils auftreten (Stokke und Anemo, 2012).

"Das Tier starb im Schuss" ist ein Missverständnis. Wenn das Tier unmittelbar im Schuss liegt, kann dies entweder auf einen Einfluss auf das zentrale Nervensystem (ZNS) zurückzuführen sein, auf einen kollektiven Verlust der motorischen Funktionen oder auch aufgrund von Gewebeschäden durch Bildung von temporären Kavitäten. Die schnelle Verlagerung der Gewebemasse kann Frakturen der Knochen verursachen oder das ZNS und andere empfindliche Organe beeinträchtigen, was in der Folge zu sofortigem

Bewusstseinsverlust oder „Liegen im Knall“ führt. Wenn das Projektil lebenswichtige Bereiche des Tieres getroffen hat, kann das zum tödlichen Blutverlust führen und das Tier verendet, bevor es zu Bewusstsein kommt. Der Jäger hat den Eindruck, dass das Tier durch die Schockwirkung gestorben ist. Diese unmittelbare Reaktion ist daher das Ergebnis einer rein mechanischen Effektes.

Wir haben daher zwei mögliche Todesursachen als Folge von penetrierender Kugel bzw. penetrierendem Pfeil.

1. Zusammenbruch des Blutkreislaufes (Schock)
2. ZNS-Trauma, das zum Verlust der motorischen Funktionen führt

Kardiogener Schock:

Ein kardiogener Kreislaufchock tritt auf, wenn das Herz weniger als normal schlägt, der Blutdruck sinkt und das Gewebe vermindert mit Blut versorgt wird. Dies ist unter anderem zu beobachten, wenn der Herzmuskel durch ein Trauma geschwächt ist.

Hypovolämischer Schock

Bei Säugetieren beträgt die Blutmenge 6-9% des Körpergewichts (Blutvolumen (L) = 0,08 * Körpergewicht (kg)).

Das Risiko, einen Kreislaufchock zu entwickeln, ist am größten bei schnellem Blut- oder Flüssigkeitsverlust und der Tod tritt bei einem Verlust von mehr als 40% auf.

Schock ist definiert als unzureichender Fluss von sauerstoffreichem Blut zu den lebensnotwendigen Organen (einschließlich Gehirn und Herz). Der hypovolämische Schock beruht auf einem absolut reduzierten Blutvolumen. Man beobachtet dies bei traumatischen Verletzungen, bei denen ein starker Blutverlust auftritt. Die reduzierte Blutversorgung löst eine Reihe von physiologischen Reaktionen in Herz, Lunge, Niere und Hormonsystem aus. Reduzierte Gewebepfusion verursacht lokalen Sauerstoffmangel. Die Herzfrequenz steigt anfangs an und die Blutversorgung wird zum Vorteil von Herz und Gehirn mit reduzierter Durchblutung der Verdauungsorgane und der Nieren umverteilt. Der reduzierte Blutfluss sorgt für eine unzureichende Sauerstoff- und Nährstoffversorgung des peripheren Gewebes einschließlich Muskelgewebe. Wenn ein Projektil das Herz und die Lunge trifft, führt dies zu einem plötzlichen Verlust von großen Mengen an Blut, d.h. Hypoxämie (verminderter Blutsauerstoffgehalt) und der hypovolämische Schock mit Bewusstseinsverlust tritt auf. Des weiteren führt das Eindringen in Brustwand und Lunge zu einem akuten Pneumothorax ("punktierte Lunge"). Der Schock ist nie unmittelbar, sondern entwickelt sich mit der Zeit. Alle Tiere, die zu Kategorie 1 gehören, werden schließlich in einen Schockzustand übergehen und verenden, wenn der Blutverlust steigt, der Blutdruck abnimmt und die Sauerstoffversorgung ein kritisch niedriges Niveau erreicht hat. Dies ist kein Zustand, der sofort auftritt, sondern es kann einige Sekunden bis Minuten dauern, bis das Tier in einen bewusstlosen Zustand gerät.

Zu b): Zeit bis zum Bewusstseinsverlust nach dem Schuss

Es gibt keine direkten Informationen über die Zeit von Bewusstseinsverlust bis zum Tod von mit dem Bogen erlegten Tieren.

Es gibt jedoch einige allgemeine Regeln. Die Zeit vom Verlust des Bewusstseins bis zum Tod hängt vom Ausmaß des Gewebeschadens ab und nicht zuletzt von Menge und Geschwindigkeit des Blutverlusts, da dies einen Sauerstoffmangel im Gehirn verursacht. Ein Schuss durch das Herz führt nicht zum sofortigen Tod, jedoch zu einer allmählichen Reduktion der Herzfunktion und damit zum Sauerstoffmangel.

Es gibt drei anatomische Faktoren, die die Zeit bis zur Bewusstlosigkeit bei Tieren der Hirschgattung verzögern können. Erstens gibt es eine zusätzliche (weniger gute) Blutversorgung des Gehirns, weshalb, wenn die Halsschlagader durchtrennt wird, die

Durchblutung des Gehirns nicht unterbunden wird (Circle of Willis) (Du Boulay et al. 1973). Zweitens sind die Venen in den Lungen im Vergleich zu anderen Tierarten von kräftigeren Muskeln umgeben, was bedeutet, dass die Blutgefäße durch die Verwundung kontrahiert werden und Blutungen dadurch reduziert werden können (Ferencz Greco 1969). Schließlich haben Cerviden eine Milz mit sehr großer Kapazität, rote Blutkörperchen zu speichern (Hartwig & Hartwig 1985), wodurch eine schnelle Freisetzung von Blutzellen in die Blutgefäße erfolgen und der Blutverlust dadurch kompensiert werden kann.

Wissenschaftliche Studien haben gezeigt, dass Schafe nach 2 bis 15 Sekunden das Bewusstsein verlieren (Abbildung 1) (Gregory et al., 2010), nachdem beide Karotisarterien durchtrennt wurden (Nangeroni und Kennett, 1963; Gregory und Wotton, 1984). Studien an ausgewachsenen Rindern und Kälbern zeigen, dass sie im allgemeinen das Bewusstsein schnell verlieren, aber bei einigen Tieren dauerte es bis zu einer Minute nach dem Öffnen beider Halsschlagadern (Daly et al., 1988), ebenfalls zeigten sich bei Rindern größere Variationen in der Zeit bis zum Bewusstseinsverlust als bei Schafen und Ziegen (Munk et al., 1976; Gregory und Wotton, 1984).

Es wird angenommen, dass diese Differenzen auf Unterschiede in der Anatomie der Arterien zurückzuführen sind (Vorhandensein des Circle of Willis beim Rind).

Beobachtungen an Rindern haben gezeigt, dass ruhige Tiere schneller das Bewusstsein verlieren und ein geringeres Risiko für die Kontraktion der Blutgefäße zeigen, die eine Blutung verzögern kann, und das Tier wird üblicherweise das Bewusstsein nach 10 bis 15 Sekunden verlieren (Grandin & Regtien, 1994).

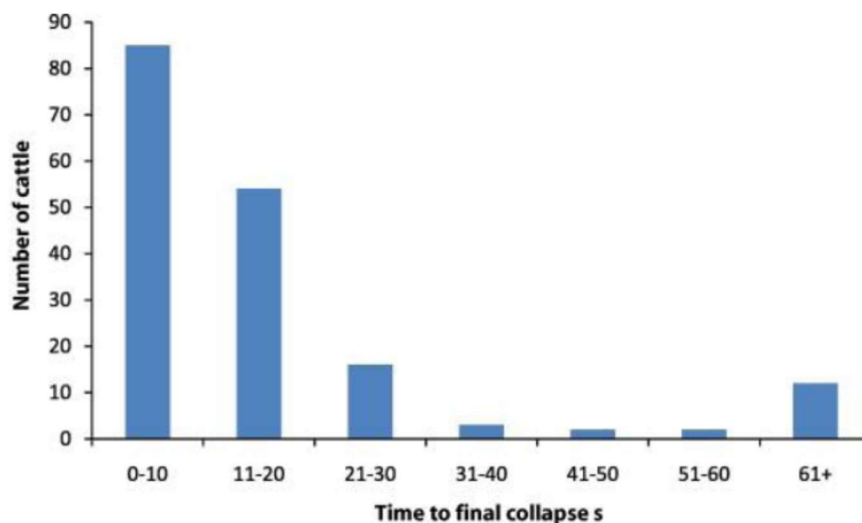


Abbildung 1: Zeit (in Sekunden) bis zum Bewusstseinsverlust nach Durchtrennen beider Halsschlagadern durch rituelle Schlachtung von Rindern ohne Anästhesie (Gregory et al, 2010)

Studien an Ratten zeigen, dass ein schneller und massiver Blutverlust (mindestens 60% des Blutvolumens) dafür sorgt, dass der Tod bei allen Tieren prompt eintritt (Tabelle 1) (Gregory, 2005), was bei einem 20 kg schweren Stück Rehwild einem Verlust von etwa 1 Liter Blut entspricht (Rehwild von 20 kg hat ein Gesamtvolumen von 1,6 l Blut).

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen % Gesamtblutverlust über 20 Minuten, Sterblichkeitsrate und Zeit bis Exitus innerhalb 2 Stunden bei Ratten (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

Bei einem Kugelschuss auf Elchwild mit doppeltem Lungenschuss wird davon ausgegangen, dass das Tier nach der Schussabgabe noch etwa 30 Sekunden bei Bewusstsein ist (Röken, 1969). Das bedeutet, dass der Elch maximal 300 Meter weit flüchtet, bevor er das Bewusstsein verliert und fällt (Fluchtweg). Bei einer längeren Flucht handelt es sich laut Definition von Stokke et al (2012) um einen Wundschuss. Da die Größe der durchdringenden Pfeilspitze unabhängig von der Organgröße ist, verringert sich die Größe der relativen Wundverletzung mit zunehmender Organgröße. Darüber hinaus ist das Blutvolumen proportional zur Körpergröße, während die Blutzirkulationszeit erhöht wird mit zunehmendem Gewicht. Daher nimmt die Ausblutungszeit mit zunehmender Körpergröße zu.

Es wird daher davon ausgegangen, dass die maximale Flucht nach dem Abfeuern

$$nfe300 = nfmfi$$

ist, wobei nfe die normale Fluchtstrecke für ausgewachsene Elche ist, 300 die maximale Fluchtentfernung für ausgewachsene Elche, nfi ist die normale Fluchtentfernung für Art i und mfi ist die maximale Fluchtentfernung für Art i . Mit dieser Näherung kann man das Verhältnis erlegter Stücke pro Tierart berechnen, die eine längere Fluchtstrecke hatten als das geschätzte Limit für einen Wundschuss (Abbildung 2) (Anemo et al., 2012).

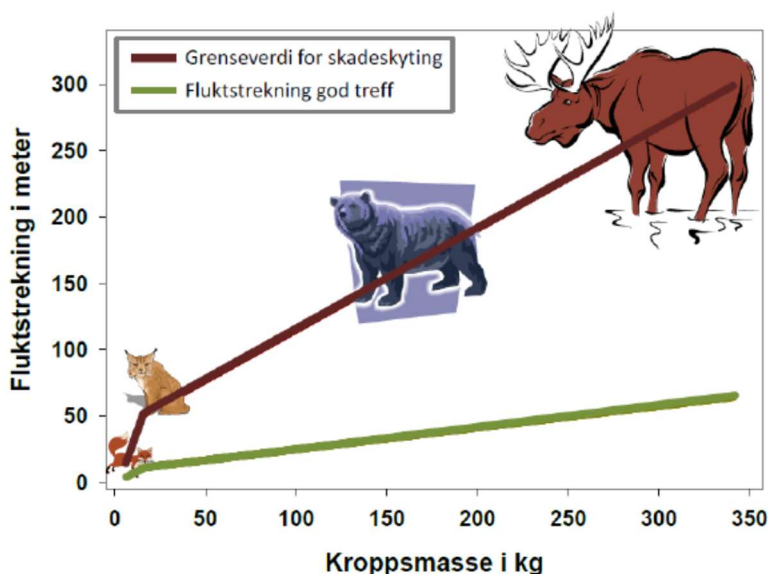


Abbildung 2: Die Abbildung zeigt die Korrelation zwischen Gewicht und Fluchtweg nach optimalem Büchsenanschuss (grüne Linie) und maximale Fluchtstrecke (braune Linie) nach Wundschuß. Zur Veranschaulichung werden Körpergewicht von Elch, Bär, Luchs und Fuchs dargestellt.

Zu c) Anatomie

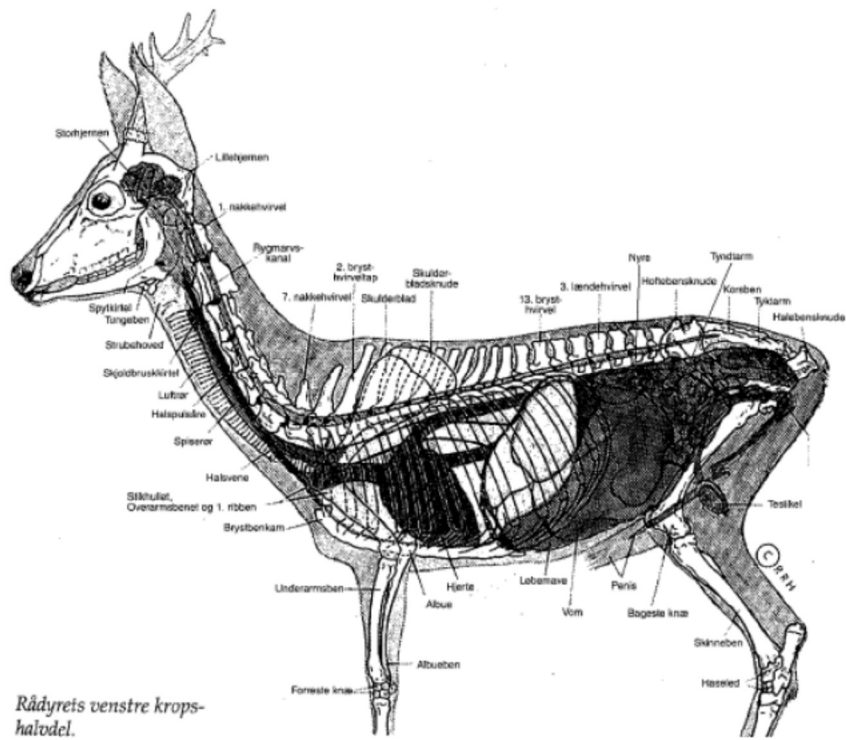


Abbildung 3: Anatomie des Rehwildes von links gesehen

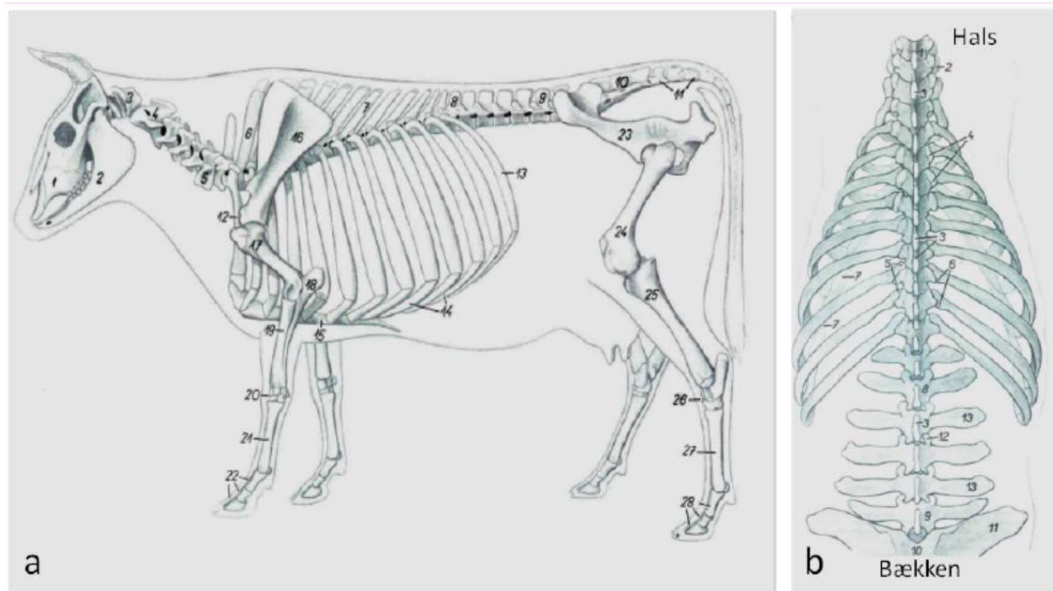


Abbildung 4: Rinderskelett. a) Das Skelett von links gesehen; b) Das Skelett von oben gesehen.

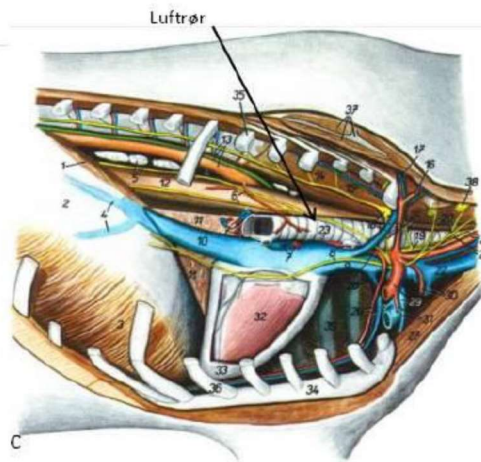
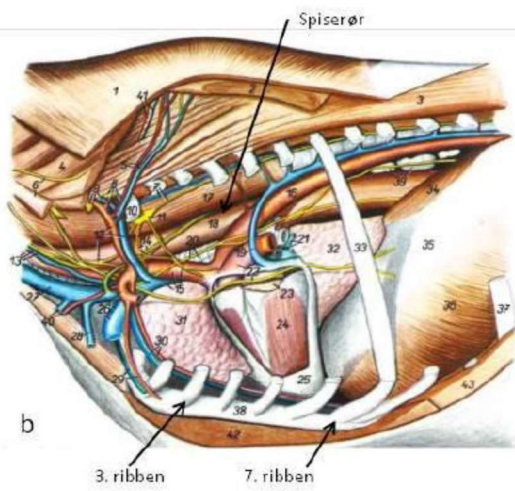
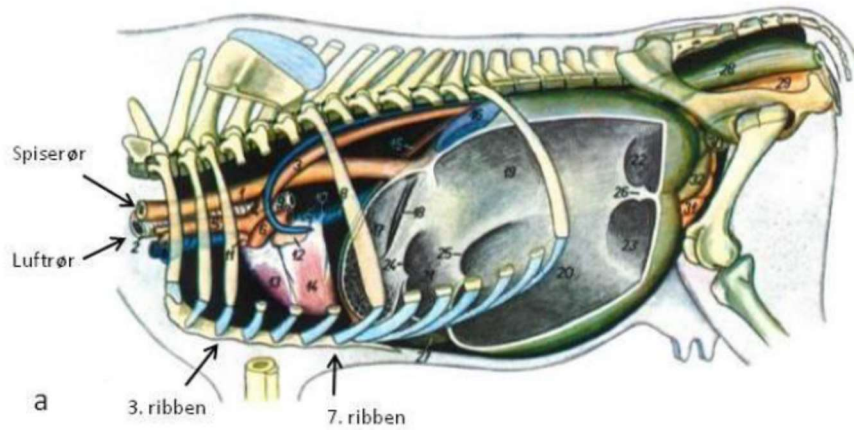


Abbildung 5: a) Rind, innere Organe von links gesehen; b) die Brusthöhle des Rindes von links gesehen; c) Rind, Brusthöhle von rechts gesehen

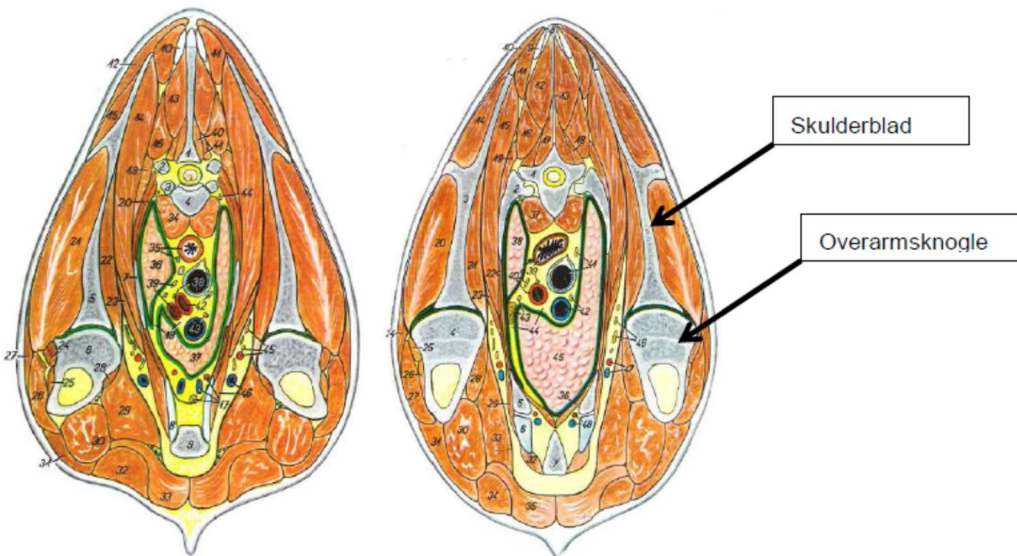


Abbildung 6: Rind, Querschnitt 2. Brustwirbel
Abbildung 7: Rind, Querschnitt 3. Brustwirbel

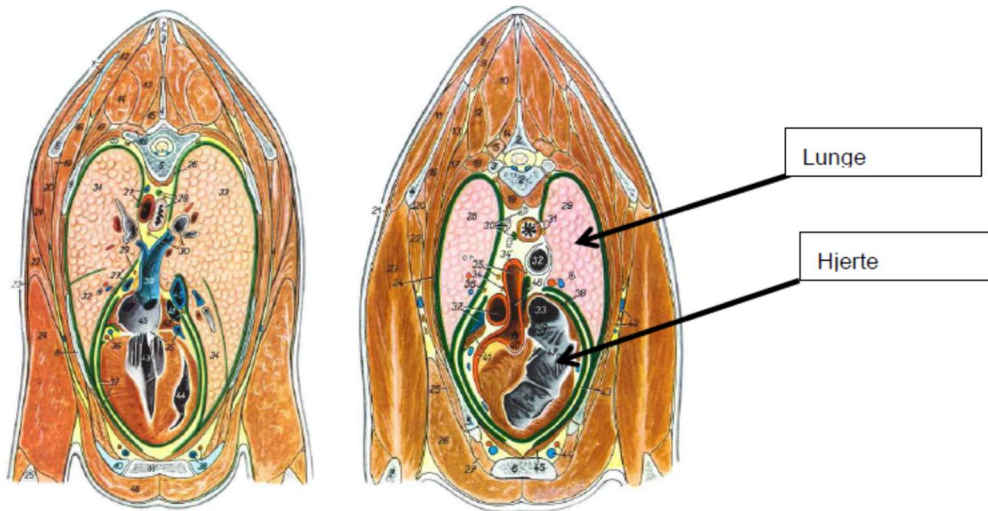


Abbildung 8: Rind, Querschnitt 4. Brustwirbel **Abbildung 9: Rind, Querschnitt 5. Brustwirbel**

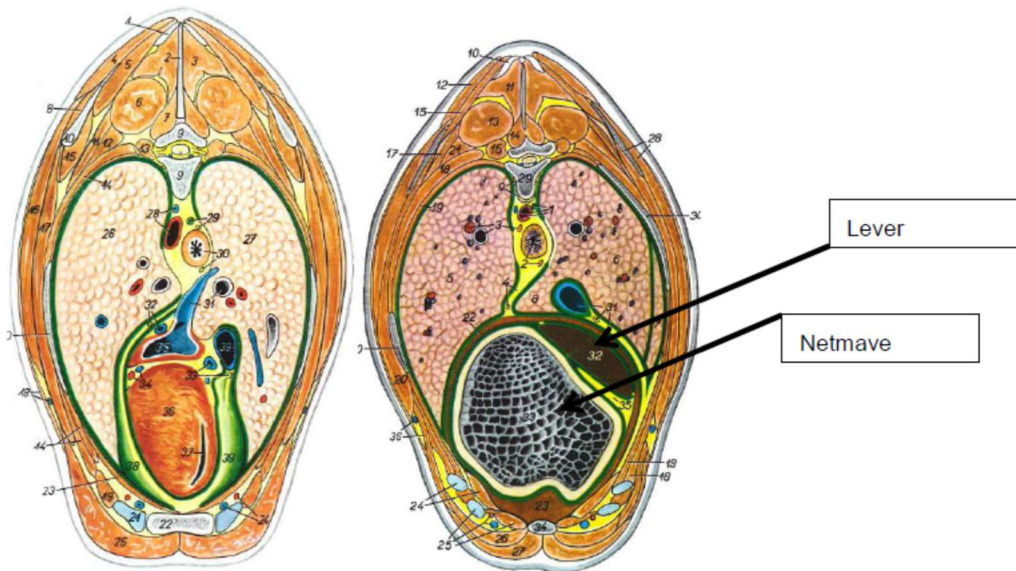


Abbildung 10: Rind, Querschnitt 6. Brustwirbel **Abbildung 11: Rind, Querschnitt 7. Brustwirbel**

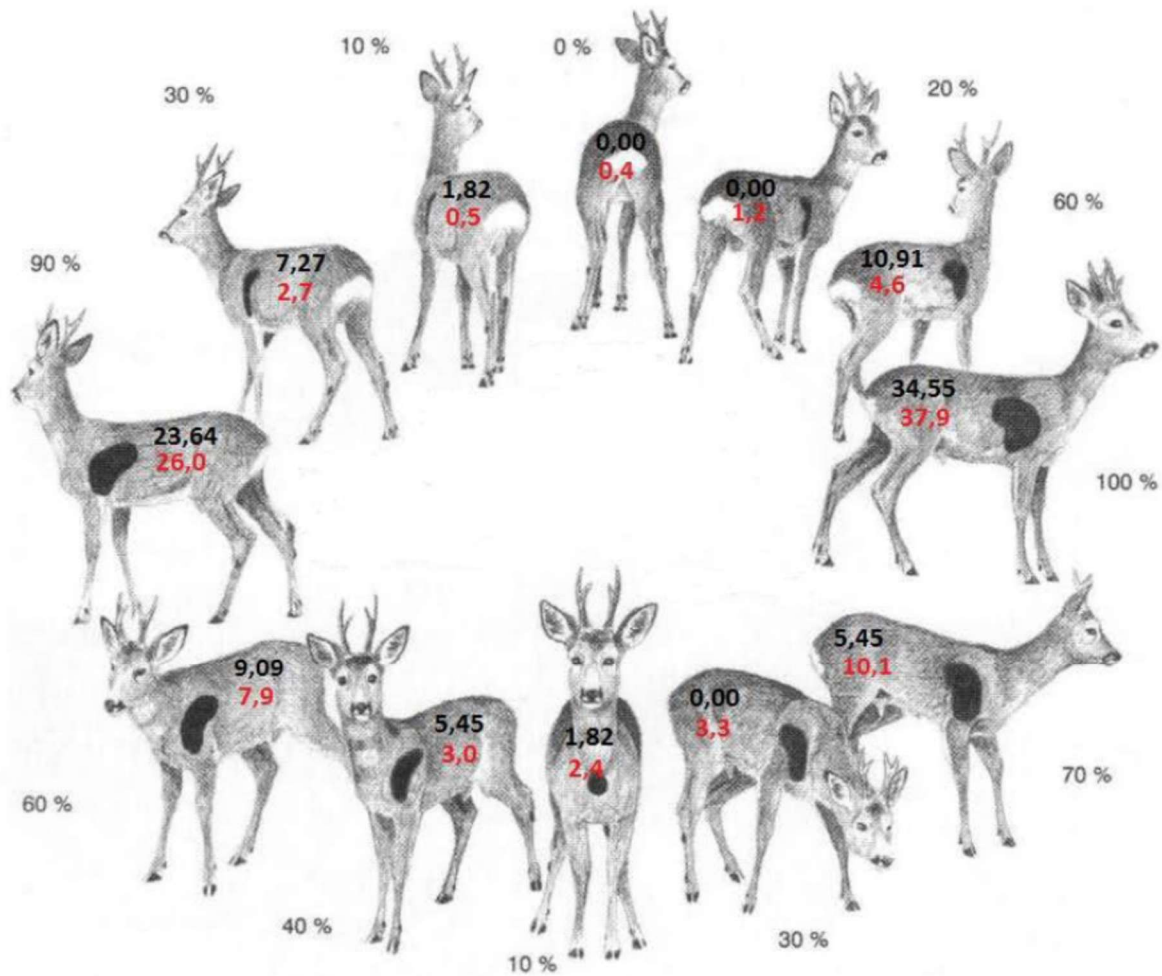


Abbildung 12: Studie über Rehwildjagd von Møre und Romsdalen (Andestad, 2008) mit Angabe des vitalen Bereichs beim Rehbock in verschiedenen Winkeln mit Bogen (schwarz) und Gewehr (rot) (in Prozent). Bei jedem Tier ist der sichtbare vitale Bereich in jeder Figur schwarz markiert (in% des maximalen vitalen Bereichs angegeben).

Die Grundprinzipien der Anatomie sind zwischen Rindern und größerem dänischen Hirschwild vergleichbar. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, befindet sich das Schulterblatt an der vorderen oberen Hälfte der Brusthöhle, während der Oberarmknochen an die untere Hälfte der Brusthöhle angrenzt. Bei Schüssen mit ausreichender Energie können Schulterblatt und Rippe mit dem Pfeil durchdrungen werden, während große Knochen (Wirbel, Oberarm und Oberschenkelknochen) nicht ohne weiteres penetriert werden können. Die optimale Platzierung eines Pfeils auf breit stehendes Wild liegt zwischen dem 4. und 6. Brustwirbel, da sich dort das Herz und die großen Gefäße zum / vom Herzen befinden (Abbildung 5).

Bei der Abgabe von Schüssen, die zwischen dem 2. und 3. Brustwirbel platziert sind, muss der Pfeil mehrere Muskelschichten und das Schulterblatt durchdringen, bevor lebenswichtige Bereiche, hier die vordere Lungenspitze und die großen Blutgefäße (Abbildung 6+7) erreicht werden. Beim 4. - 6. Brustwirbel liegen sowohl Lunge als auch Herz geschützt durch die Brustmuskulatur - am 4. Brustwirbel auch durch die Schultermuskulatur (Abbildung 8-10). Bei einem Schuss auf den 7. Brustwirbel sollte der Pfeil im oberen 1/5 der Brusthöhle eindringen, um eine Läsion der lebenswichtigen Blutgefäße zu erwirken. Penetriert der Pfeil die untere Hälfte der Brusthöhle, tritt nur ein Durchdringen des Netzmagens auf (Abbildung 11).

Schüsse, die weiter hinten platziert werden, durchdringen die Organe der Bauchhöhle (vordere Leber) und des Magen-Darmsystems.

Bei der Schussabgabe variiert die Sichtbarkeit des vitalen Bereichs mit dem Winkel zwischen dem Schützen und dem Tier (Fig. 12). Außerdem wird die Ausdehnung des sichtbaren Vitalbereichs verringert, wenn der Schuss nicht senkrecht zum Tier abgegeben wird, sondern aus einem geneigten Winkel wie z.B. von einem Hochsitz. Die Auftreffenergie wird jedoch immer noch gleich sein.

Zu d): Genauigkeit bei Verwendung des Bogens

Experimentelle Studien wurden mit Langbogen, Armbrust und Compoundbogen durch Schuss auf tote Schweine (ca. 100 kg Lebendgewicht) durchgeführt. Es wurden verschiedene Pfeiltypen verwendet (Sudhues, 2004). Die Ergebnisse zeigten, dass beim Schuss eines Jagdpfeils von einem Compoundbogen die Eindringtiefe etwa 40 cm betrug und der Pfeil das Schwein vollständig durchdrang. Bei Treffen großer Knochen konnte der Pfeil nicht eindringen, sondern wurde im Knochen eingeklemmt (Hüfte, Wirbelsäule, Oberschenkelknochen).

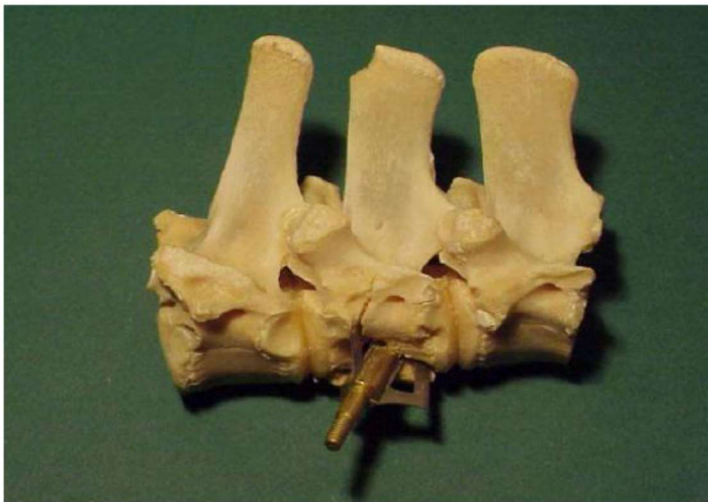


Abbildung 13: Beispiel eines Treffers mit Jagdpfeil in die Wirbelsäule (Ref: Sudhues, 2004)

In einer Studie aus den USA wurde die Genauigkeit durch Schuss mit Langbogen und Recurvebogen beurteilt, wobei 80 Weißwedelhirsche (*Odocoileus virginianus*, mittelgroße Hirsche, Gewicht zwischen 50-100 kg) mit Funk besendert wurden. Nach 2 Jagdsaisons wurden 22 Hirsche per Pfeil erlegt. 11 waren sofort verendet. Von den elf, die nicht sofort verendeten, starben 3 Tiere an Schüssen in die Bauchhöhle - 2 innerhalb von 24 Stunden, das dritte innerhalb von 5-7 Tagen. Die anderen 8 Tiere wurden oberflächlich am oberen Teil des Körpers verwundet (Ditchkoff et al., 1998).

Bei der Kontaktaufnahme mit der Bogenschützenvereinigung Lyngby (H. Gislason, 31. Mai 2016) wurden die Ergebnisse des letzten Jagdschießens (Dyrehaverunden) am 3. April 2016 vorgestellt. Insgesamt 17 Bogenjäger platzierten die Pfeile (n = 48) innerhalb des Herz- / Lungenbereichs mit Ausnahme von 2, von denen einer Anfänger war und der andere einen Fehler an der Ausrüstung hatte.

Weitere Informationen zur Genauigkeit der dänischen Bogenjäger sollten über die Ergebnisse der Schießprüfung erhältlich sein, wodurch die Genauigkeit der dänischen Bogenschützen sichergestellt wird.

Zu e): benötigte kinetische Energie

Der Compoundbogen kann wesentlich mehr Energie übertragen als Recurve- und Langbogen – ein Faktor, der sich auf die Penetration von Gewebe und / oder Knochen auswirkt und somit gewährleistet, dass die Pfeilspitze die Herz-Lungenregion erreicht und das Schneiden von Weichteilen und Gefäßen sicherstellen kann, was letztendlich für Blutungen sorgt (Tabelle 2).

Die Energie, die ein Bogen in Bezug auf die Büchse etc. liefert, ist viel niedriger und wird teilweise kompensiert durch kürzere Schussentfernungen.

Tabelle 2: Energie verschiedener Waffentypen. 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)

Zu f): Anforderungen an die Jagdspitze

Für die Bogenjagd werden verschiedene Pfeilspizentypen verwendet. Feldspitzen (ohne Klingen) gewährleisten oft keine Blutgefäßschereung und somit auch keine Blutung des Tieres nach dem Schuss.

Die Wirkung von Pfeilspitzen mit zwei Klingen hängt von dem Winkel ab, in dem sie lebenswichtige Bereiche treffen.

In bestimmten Situationen können sie die Brusthöhle ohne größeren Schaden passieren. Die Verwendung der oben genannten ist heute zur der Bogenjagd in Dänemark nicht erlaubt.

Pfeile mit 3 Schneiden verursachen beim Durchgang durch den Körper ein größeres Loch in der Brusthöhle und schneiden somit auch häufiger lebenswichtige Gefäße (Abbildung 14).

Im Falle eines Schusses mit einer Gewehrkuugel wird der Wundkanal typischerweise kleiner sein; die Wirkung ist ein Zerreißen des Gewebes durch die Kugel oder Fragmente derselben. Bei Verwendung eines Pfeils wird der Wundkanal größer, da dieser das Gewebe durchschneidet und dadurch beim Auftreffen die Blutung größer wird. Wenn ein Tier mit einem Pfeil wundgeschossen wird, erfolgt die Heilung schneller, da das Gewebe nicht zerdrückt wird (wie mit der Kugel), sondern nur eine Schnittwunde erzeugt wird.

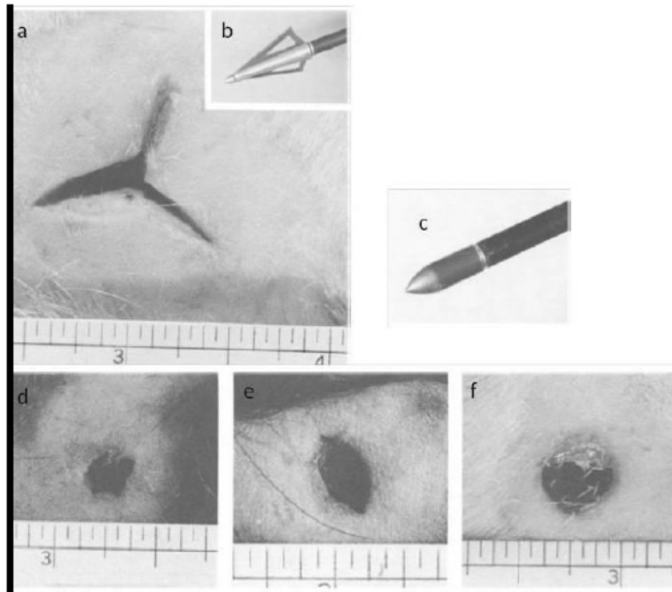


Abbildung 14: Vergleich von Pfeilspizentypen und Wunden, durch Schuss auf im Verkehr gefallenes Hirschwild und Schlachtrind. Die Haut wurde rasiert. a) Wunden, die mit dreischneidigen Pfeilspitze geschossen wurden (b); c) Feldspitze; d-e) Wunden, die durch Schüsse mit Feldspitze entstanden sind. Dieser Typ wird ausschließlich zum Training verwendet und ist in Dänemark nicht zur Verwendung bei der Bogenjagd zugelassen (Randall und Newby, 1989).

Quellenangabe

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

Arnemo, J. M., Söderberg, A. & Kraabøl, M. Skadeskyting 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

Gregory, N.G., H.R. Fielding, M. von Wenzlawowicz, K. von Holleben (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., 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>

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.

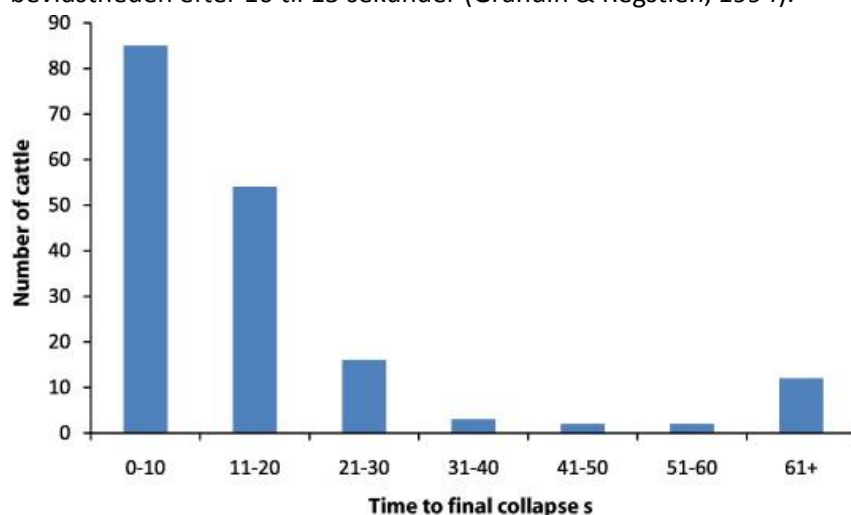
Ad b): Tid til tab af bevidsthed efter skud

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)

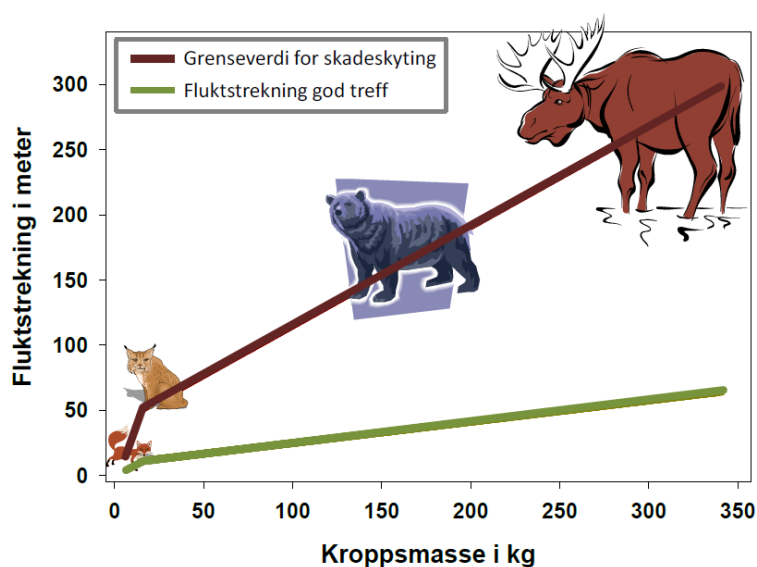
Blood loss (% total blood volume)	Mortality at 2 h (%)	Time of death (min ± SD)
35	0	–
43	26	56 ± 35
48	33	81 ± 26
52	65	37 ± 33
61	100	11 ± 2

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 pilespiden 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

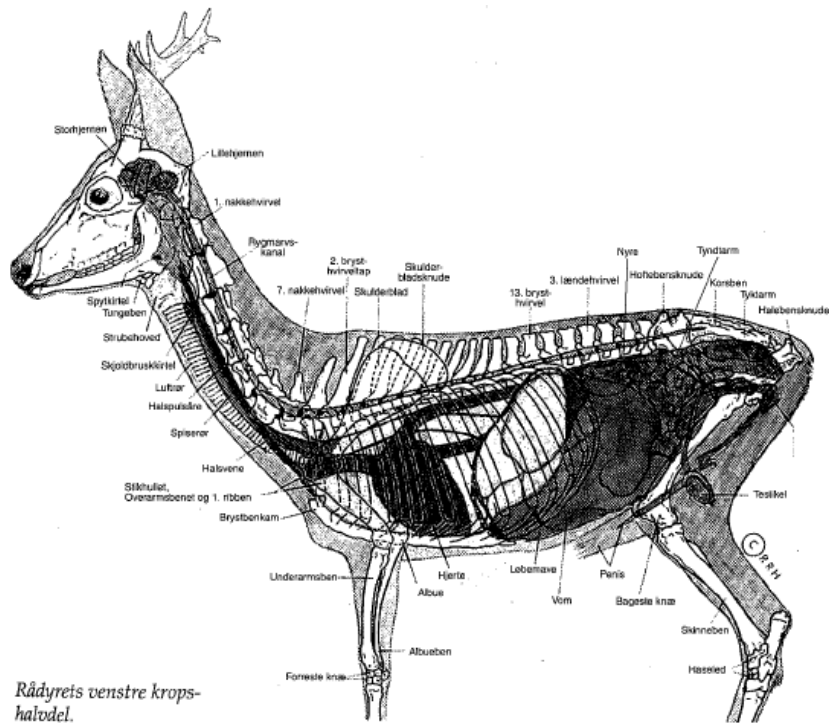
$$nfe300 = nfi mfi$$

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).



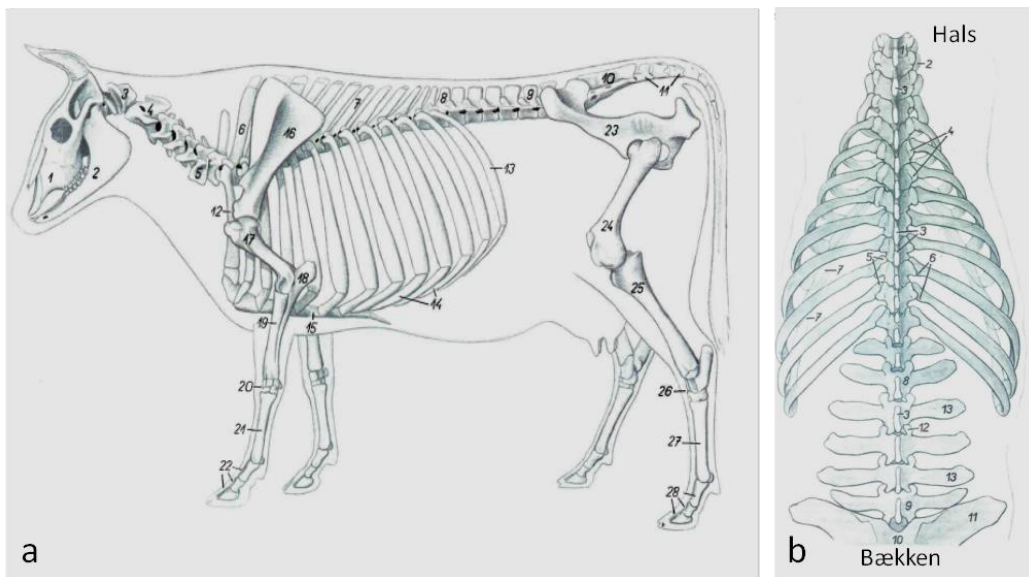
Figur 2: Figuren viser sammenhæng mellem vægt og flugtstrækning efter optimalt riffelskud (grøn linie) og maksimale (brun linie) flugtstrækninger efter træf. Figur af elg, bjørn, los og ræv er indsat for at illustrere vægt for arterne.

Ad c): Anatomi

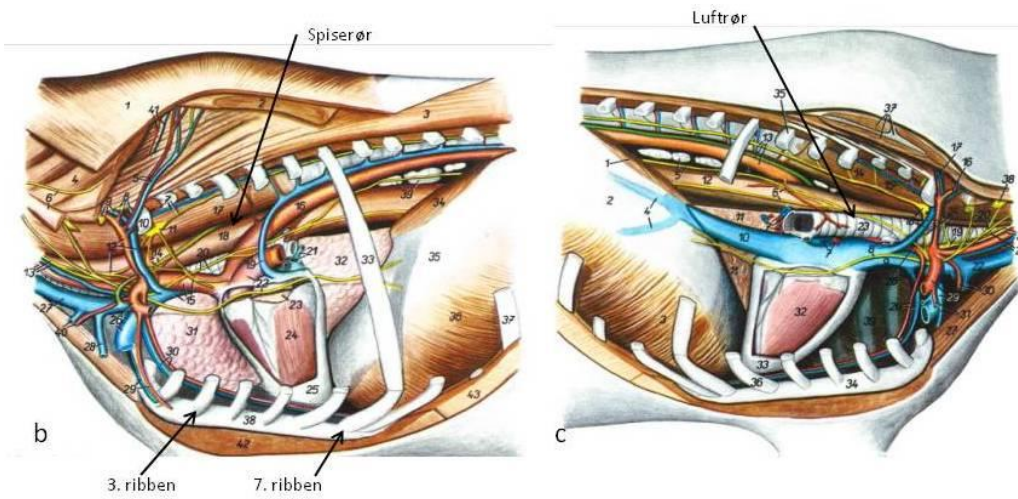
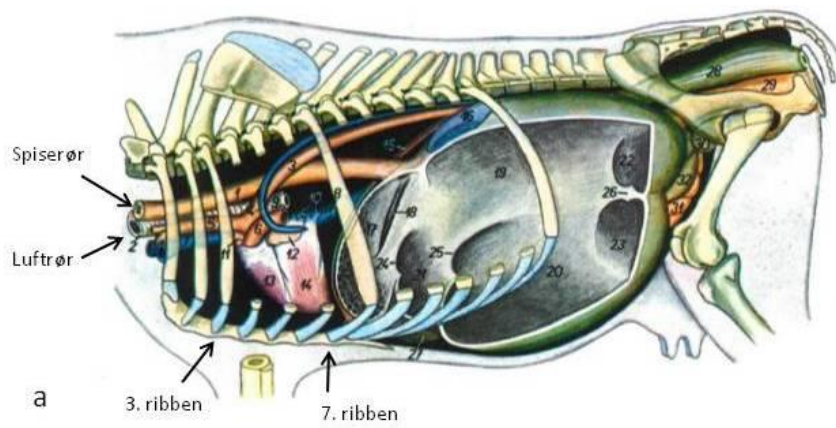


Rådyrets venstre kropshalvdel.

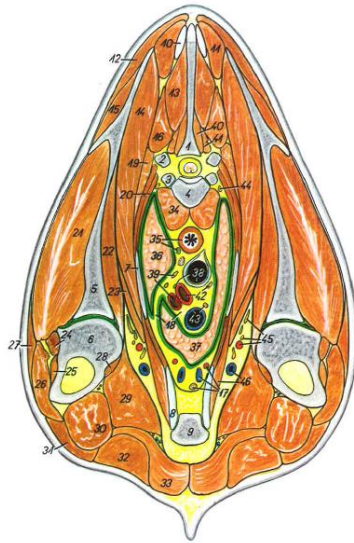
Figur 3: Anatomi af rådyr set fra venstre



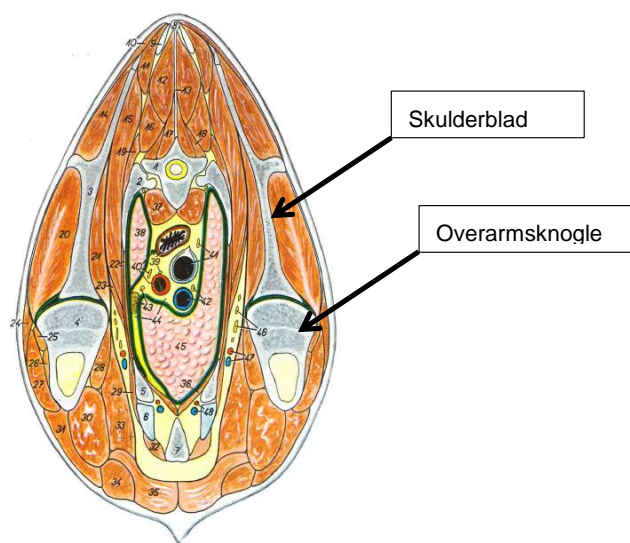
Figur 4: Okse skelet. a) Skelet set fra venstre; b) Skelet set oppe fra.



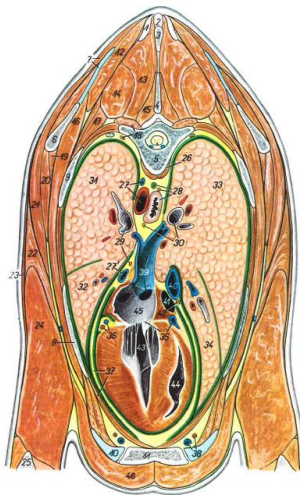
Figur 5: a) Okse, indre organer set fra venstre side; b) Oksen, brysthule organer set fra venstre; b) Okse, brysthule organer set fra højre side.



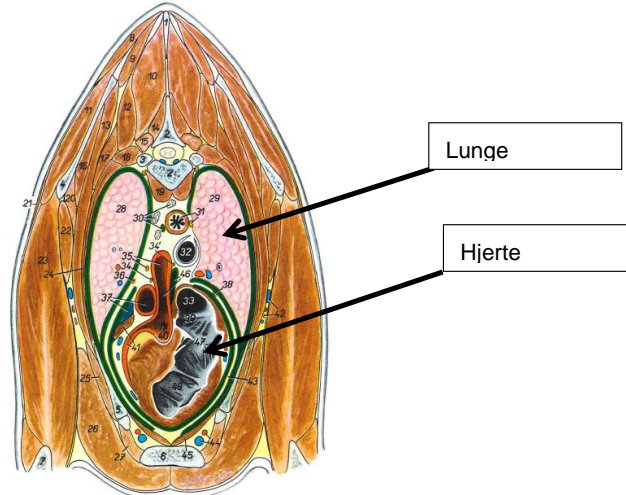
Figur 6: Okse - tværsnit 2. brystvirvel



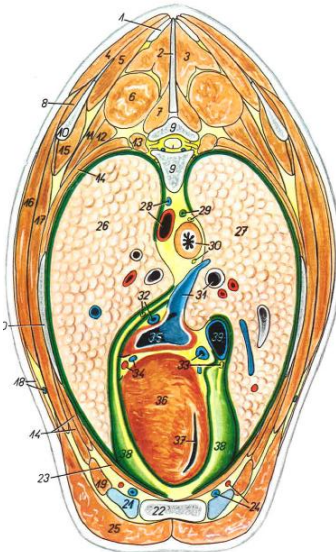
Figur 7: Okse - tværsnit ved 3. brystvirvel



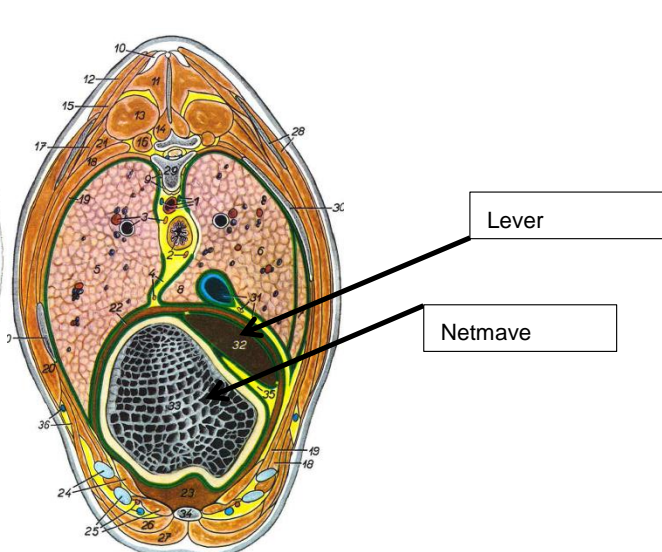
Figur 8: Okse - tværsnit 4. brystvirvel



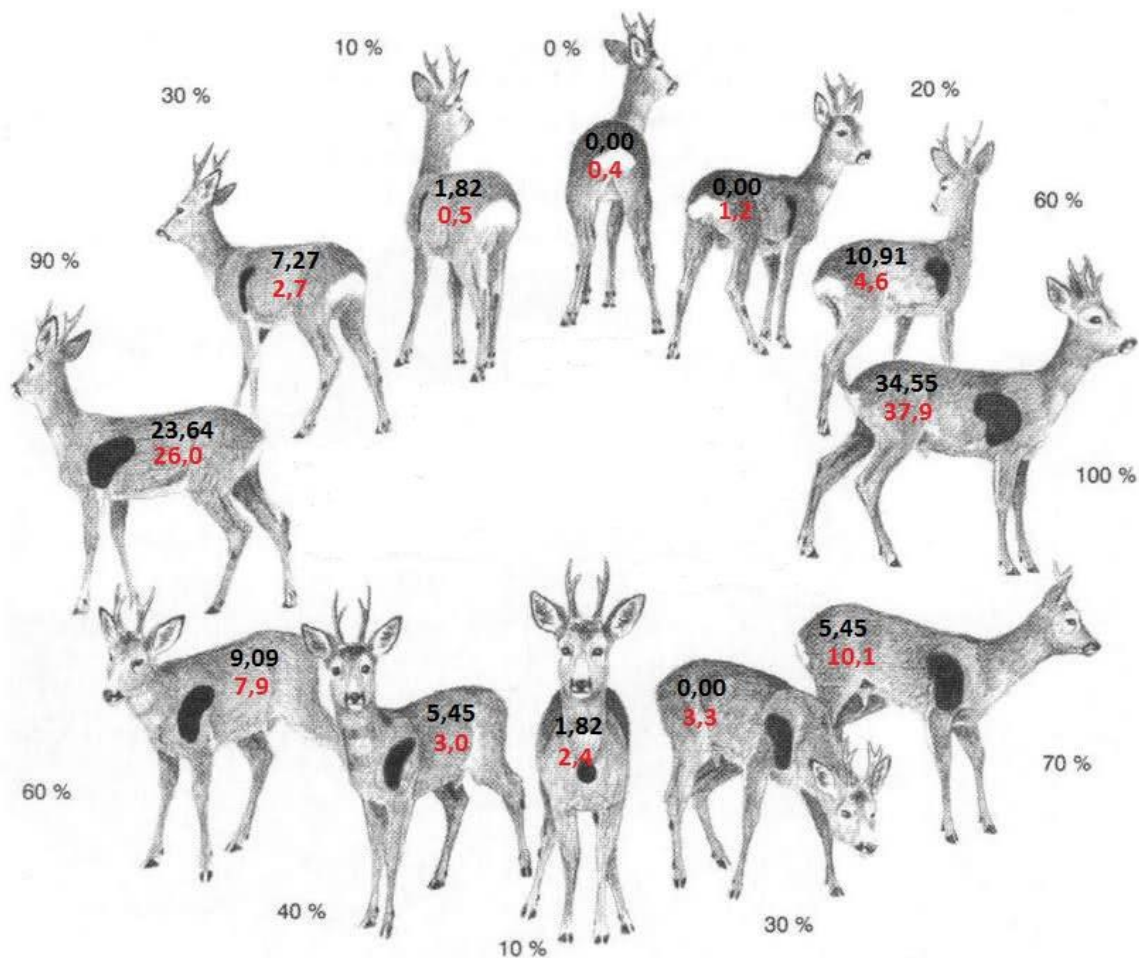
Figur 9: Okse - tværsnit 5. brystvirvel



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).

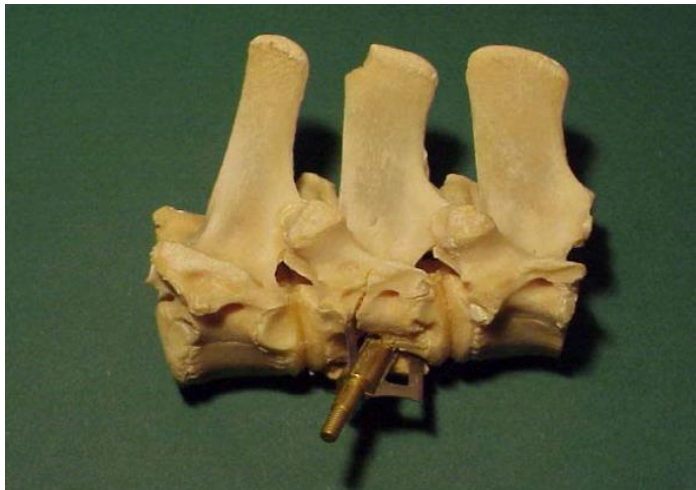
Ved afgivelse af skud placeret mellem 2. og 3. brystvirvel skal pilen penetrere flere lag muskler og skulderblad før vitale dele – her forreste lungespids og store blodkar (figur 6,7). Ved 4.- 6. brystvirvel ligger såvel lunger som hjertet beskyttet af brystmuskulatur – ved 4. brystvirvel også af skuldermuskulatur (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

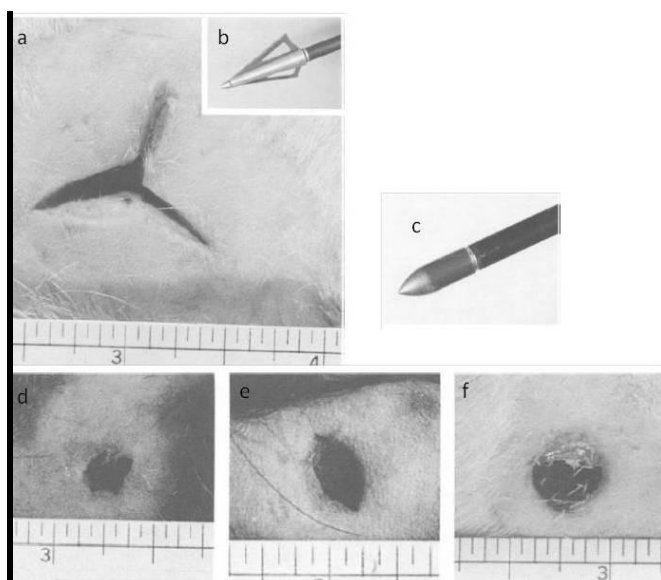
Tabelle 3. - 5 Ballistische Daten von Patronen¹⁶⁶ und der experimentell verwendeten Bögen und Pfeile.

(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 slagtermateriale. 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. Skadeskyting av rovvilt – Begrepsforståelse, kunnskapsstatus og kvantifisering. – 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

Gregory, N.G., H.R. Fielding, M. von Wenzlawowicz, K. von Holleben (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>