

## Veterinärinstitut der Technischen Universität Dänemark

An die dänische Naturschutzbehörde v. Anette Samuelson

### Betreff: Effektivität des Bogens als Jagdmittel

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) Pfeilaufgaben 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 Kreislaufschock 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 Kreislaufschock 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.

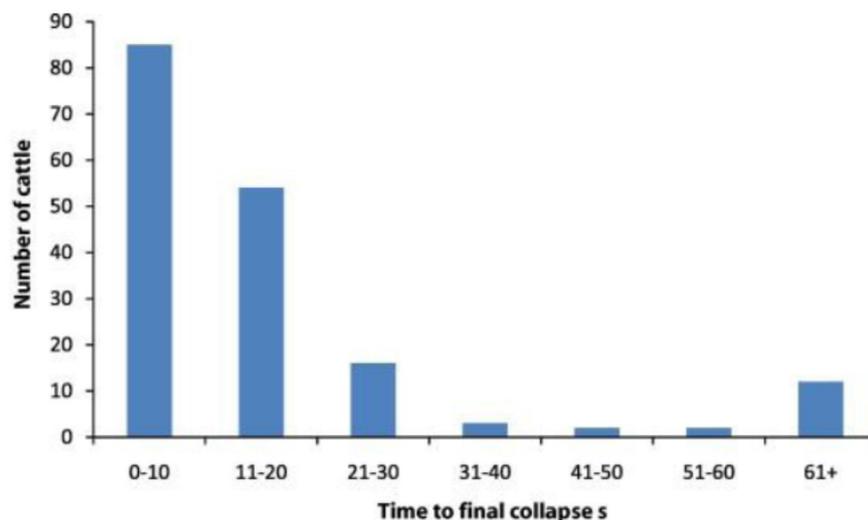
Es gibt drei anatomische Faktoren, die die Zeit bis zur Bewusstlosigkeit bei Tieren der Hirschgattung verzögern können. Erstens gibt es eine zusätzliche (weniger gute) Blutversorgung des Gehirns, weshalb, wenn die Halsschlagader durchtrennt wird, die

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)**

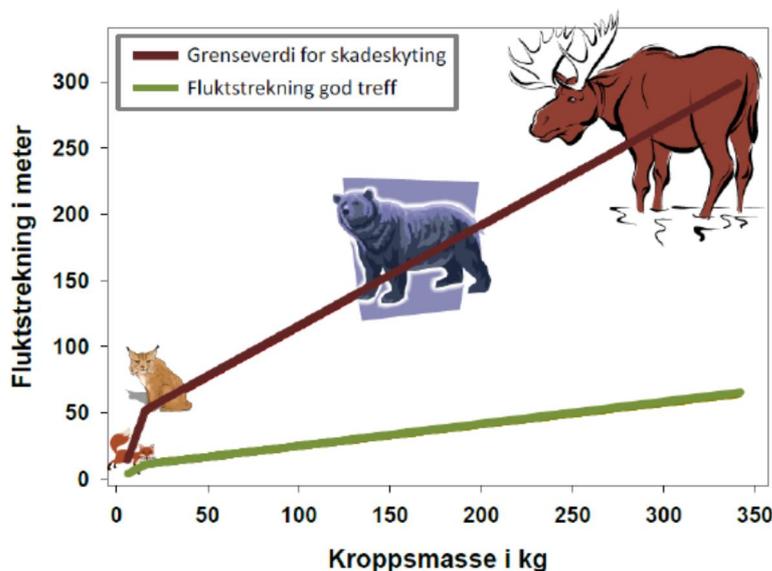
Blood loss (% total blood volume)	Mortality at 2 h (%)	Time of death (min ± SD)
35	0	–
43	26	56 ± 35
48	33	81 ± 26
52	65	37 ± 33
61	100	11 ± 2

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

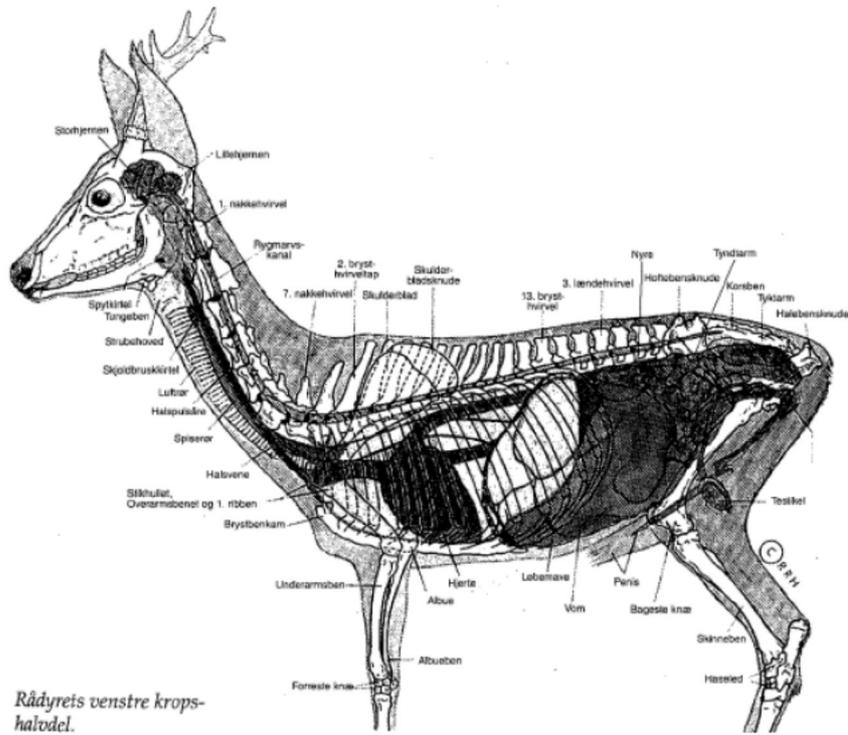


Abbildung 3: Anatomie des Rehwildes von links gesehen

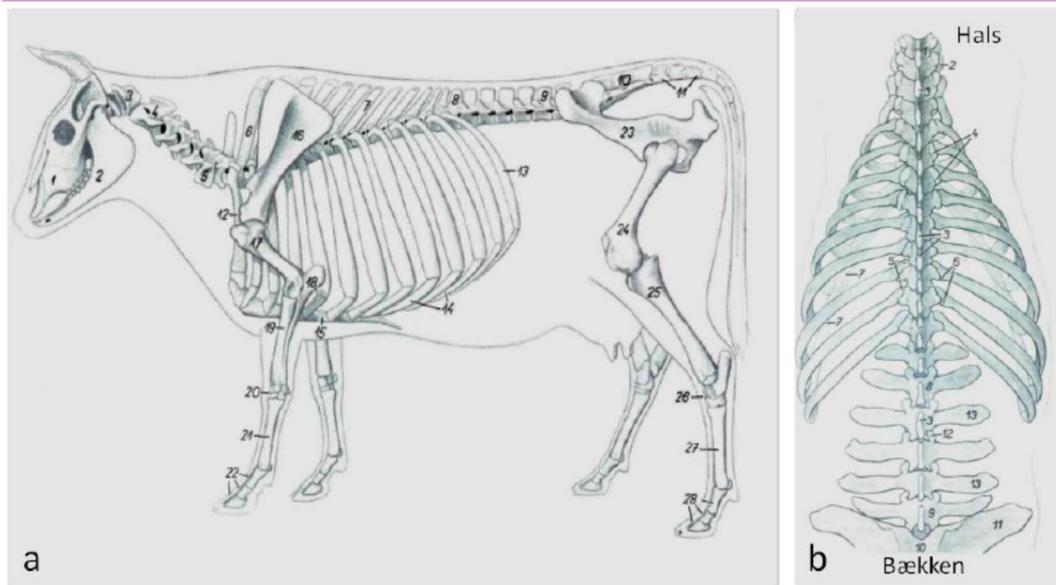


Abbildung 4: Rinderskelett. a) Das Skelett von links gesehen; b) Das Skelett von oben gesehen.

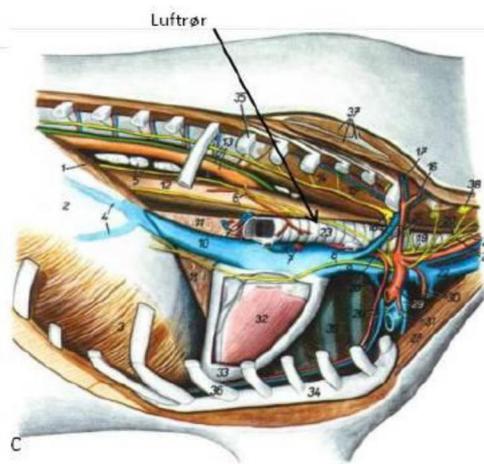
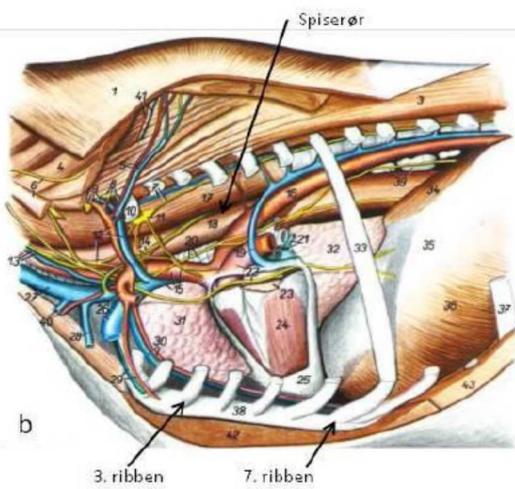
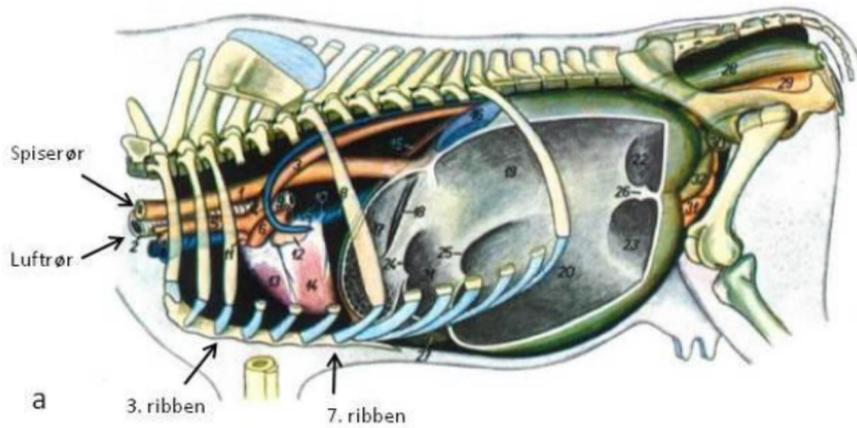


Abbildung 5: a) Rind, innere Organe von links gesehen; b) die Brusthöhle des Rindes von links gesehen; c) Rind, Brusthöhle von rechts gesehen

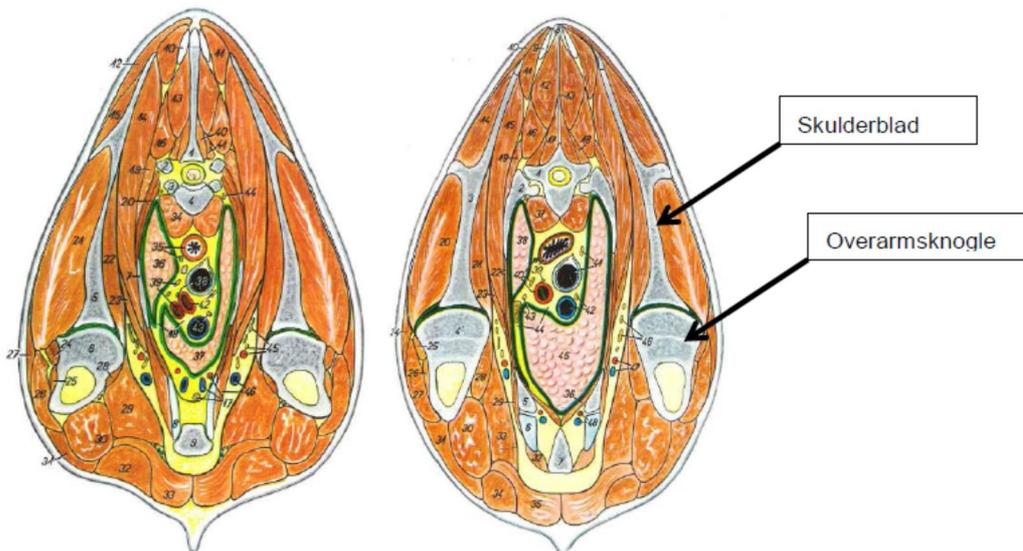
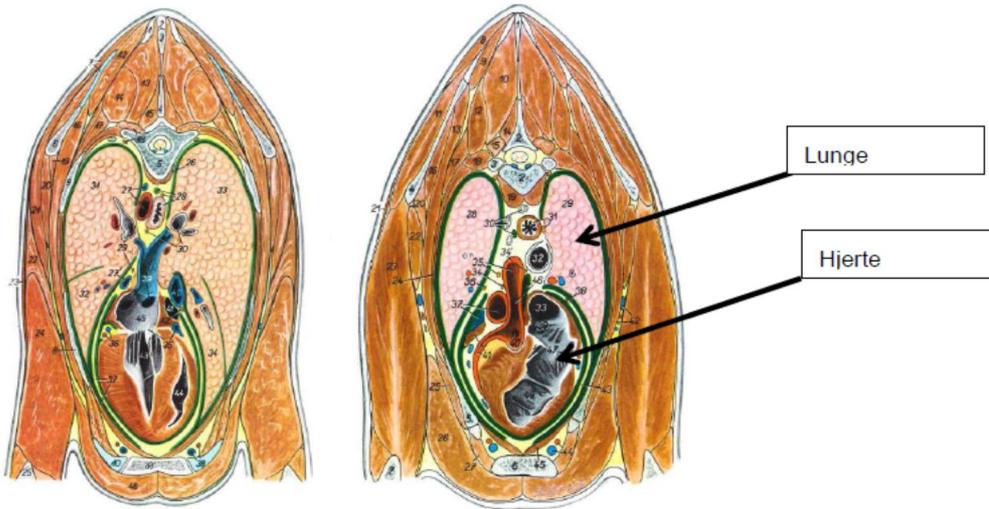
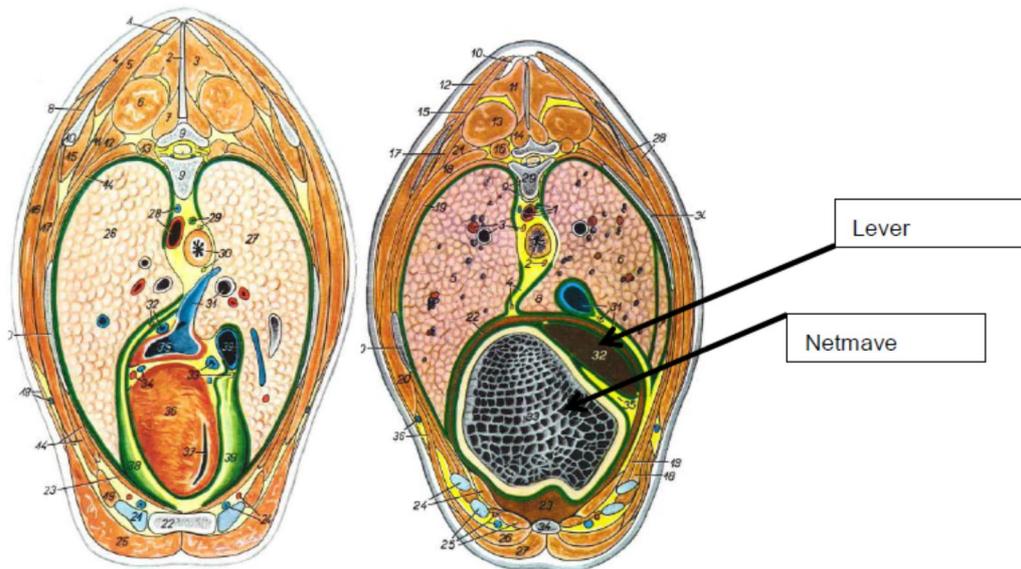


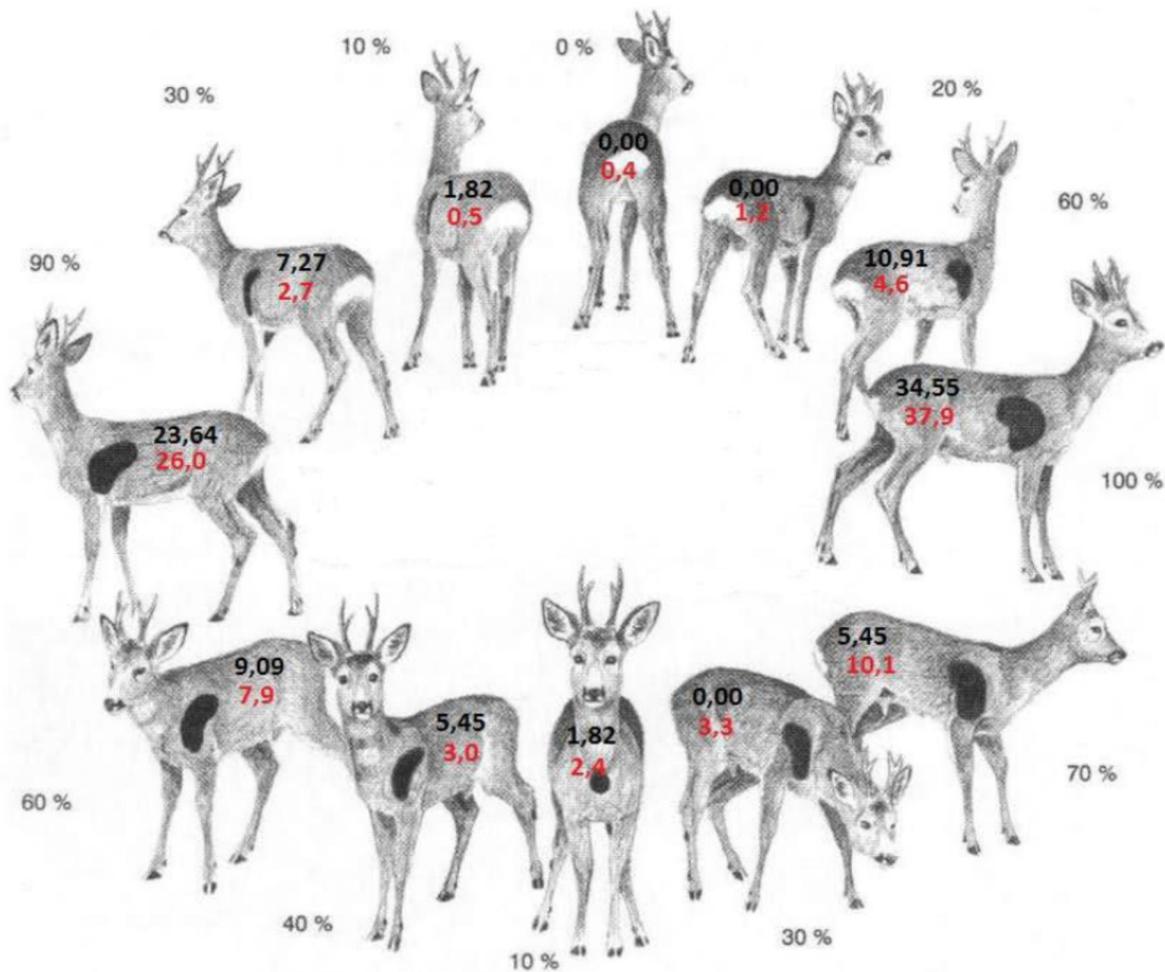
Abbildung 6: Rind, Querschnitt 2. Brustwirbel  
Abbildung 7: Rind, Querschnitt 3. Brustwirbel



**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).

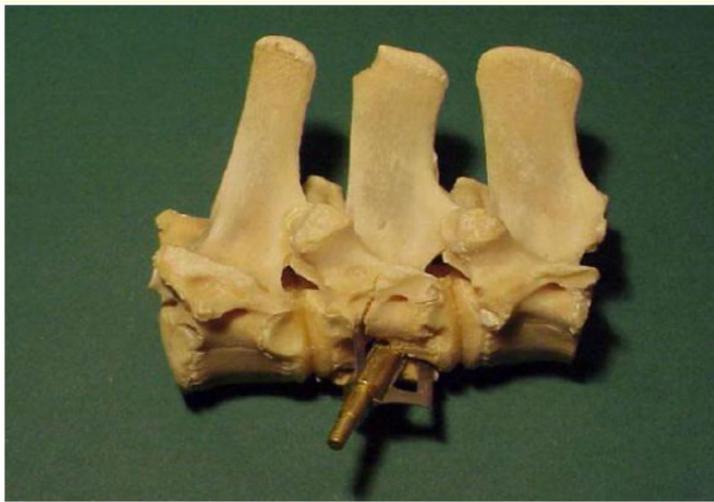
Bei der Abgabe von Schüssen, die zwischen dem 2. und 3. Brustwirbel platziert sind, muss der Pfeil mehrere Muskelschichten und das Schulterblatt durchdringen, bevor lebenswichtige Bereiche, hier die vordere Lungenspitze und die großen Blutgefäße (Abbildung 6+7) erreicht werden. Beim 4. - 6. Brustwirbel 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 <sup>2</sup> )	V <sub>0</sub> (m/s)	E <sub>0</sub> (J)
9x19mm Parabellum <sup>1</sup>	9.00	8.00	0,1258	350	490
.45 Colt <sup>2</sup>	11.25	16.20	0,1630	265	569
7.62x51 mm NATO <sup>3</sup>	7.62	9.50	0,2083	830	3272
9x57 mm <sup>4</sup>	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 Patronen<sup>166</sup> und der experimentell verwendeten Bögen und Pfeile.

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

### Zu f): Anforderungen an die Jagdspitze

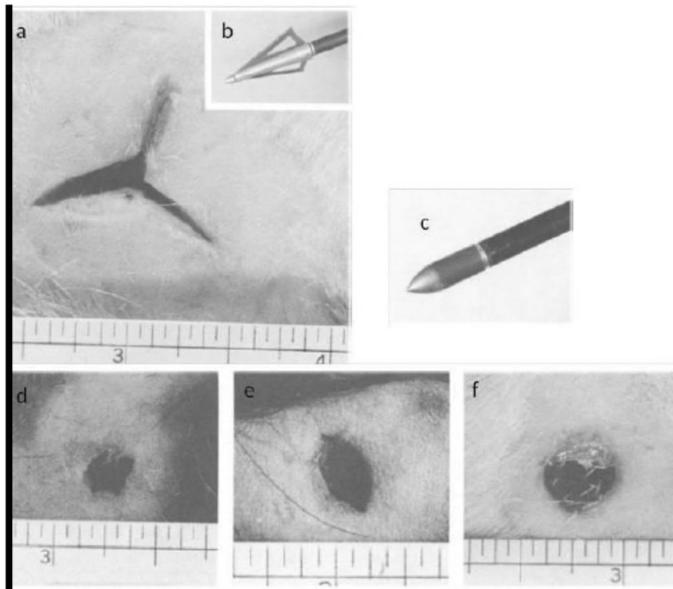
Für die Bogenjagd werden verschiedene Pfeilspizentypen verwendet. Feldspitzen (ohne Klingen) gewährleisten oft keine Blutgefäßschering und somit auch keine Blutung des Tieres nach dem Schuss.

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>