

Krav til projektilvægt, anslagsenergi m.v. for riffelammunition, der anvendes til jagt og regulering

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 2. juni 2020 | 36



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Titel:	Krav til projektilvægt, anslagsenergi m.v. for riffelammunition, der anvendes til jagt og regulering
Forfattere:	Niels Kanstrup & Lars Haugaard
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
Faglig kommentering:	Aksel Bo Madsen
Kvalitetssikring, DCE:	Jesper Fredshavn
Sproglig kvalitetssikring:	Aksel Bo Madsen, Jesper Fredshavn & Anthony D. Fox
Ekstern kommentering:	Lars Thune Andersen & Nicholai Vigger Knudsen, Danmarks Jægerforbund
Rekvirent:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Kanstrup, N. & Haugaard, L. 2020. Krav til projektilvægt, anslagsenergi m.v. for riffelammunition, der anvendes til jagt og regulering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. – Fagligt notat nr. 2020 36 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_36.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Foto forside:	Pixabay/ Kenneth Schulze og Niels Kanstrup
Sideantal:	22

Indhold

1	Sammenfatning	4
2	Summary	5
3	Indledning	5
4	Formål	7
5	Metode	8
6	Det teoretiske og tekniske grundlag	9
7	Kalibre i klemme	12
8	Jægernes kalibervalg	14
9	Dræbeevne	16
10	Grænseværdier for bly	19
11	Anvendelse af terminologi	20
12	Konklusion	21
13	Referencer	22

1 Sammenfatning

Bly fra jagtammunition kan forgifte arter af vilde dyr og hele økosystemer og samtidig udgør det en risiko for mennesker, der spiser vildt nedlagt med blyammunition. Derfor skifter et stigende antal danske jægere fra blyholdig til blyfri riffelammunition, ligesom jagtdistrikter planlægger at indføre krav om blyfri ammunition. EU har påbegyndt en proces til udfasning af al blyammunition.

Der findes et stort udbud af blyfri riffelammunition, som kan anvendes under de fleste danske jagtformer. For nogle kalibre findes der kun meget begrænset udbud af fabriksladet blyfri ammunition, der lever op til lovkravene om projektilvægt og anlagsenergi fx til jagt på det store hjortevildt. Blandt disse kalibre er fx 6,5x55 populært blandt danske jægere, og de gældende regler er en begrænsning for, at jægere skifter til blyfri ammunition.

Der foreligger god videnskabelig dokumentation for, at bl.a. kaliber 6,5x55 har tilstrækkelig dræbeevne til at kunne leve op til kravene om dyreværnemæssig forsvarlig jagt ved anvendelse af blyfri ammunition, der har lavere vægt og anlagsenergi end de gældende regler forudsætter.

Det konkluderes, at den forhindring for at skifte fra blyholdig til blyfri ammunition, der ligger i de gældende krav, kan fjernes ved en justering af kravene, uden at kompromittere hensynet til etisk forsvarlig jagt herunder, at vildt under jagt ikke påføres unødige lidelser.

DCE foreslår, at der i kravene i *bekendtgørelse om våben og ammunition, der må anvendes til jagt mv.* på arter i klasse 1 i bekendtgørelsens § 3 skelnes mellem blyholdig og blyfri ammunition. Kravene til blyholdig ammunition foreslås uændrede og kravene til blyfri ammunition foreslås ændret til min. 7,8 g (120 gr.) og min. E₁₀₀ 2.000 J. For jagt og regulering af arter i øvrige klasser er det p.t. ikke nødvendigt at ændre på kravene.

En ændring vurderes både at tilgodese jægerens nuværende behov og jagtdistrikters krav om at skifte til blyfri ammunition samt at fremtidssikre regelsættet ved evt. indførelse af et egentligt forbud mod blyholdig riffelammunition fx som følge af kommende restriktioner fra EU.

2 Summary

Lead in hunting ammunition is poisonous to wildlife and ecosystems, as well as posing health risks to humans eating game meat. As a result, increasing numbers of Danish hunters are switching from lead to non-lead rifle ammunition, just as hunting districts are planning to require hunters to use lead-free ammunition. The EU has also initiated a process to restrict the use of all lead ammunition across Europe.

A wide range of lead-free rifle ammunition is already available to suit most Danish hunting requirements. For a limited number of rifle calibres, the availability of non-lead ammunition that meets the legal requirements for projectile weight and impact energy for killing large game species is restricted. Among these, for example, is the 6.5x55, which is popular with Danish hunters, so current regulations potentially restrict hunters using this caliber from switching to non-lead ammunition.

There is good scientific evidence to demonstrate the effective killing efficacy of non-lead caliber 6.5x55 ammunition despite the fact that such ammunition may have a lower weight and impact energy than the current regulations require.

This report concludes that the major remaining obstacle to switching from lead to non-lead ammunition caused by the present regulations could be removed by adjusting the requirements on ammunition with regard to weight and impact energy. This can be achieved without compromising ethical concerns, which require that hunted game animals are efficiently killed and not exposed to unnecessary suffering.

It is proposed that the regulations on bullet weight and impact energy for hunting large deer species (Class 1) should be changed to a minimum of 7.8 g (120 gr.) and E_{100} 2,000 J for unleaded ammunition. No amendments are proposed to the existing regulations on lead ammunition or to ammunition for hunting of other species.

This change is recommended both to meet the current needs of hunters and the plans of hunting districts for the switch to unleaded ammunition, as well as a means of transitioning regulations should a full ban on lead rifle ammunition be introduced, for example, as a result of future restrictions imposed by the EU.

3 Indledning

Der er stigende fokus på blyholdig riffelammunition pga. risikoen for, at bly fra denne type ammunition forgifter ådselædere og prædatorer, der får adgang til nedlagte eller anskudte dyr eller slagteaffald fra vildt nedlagt med blyammunition (Pain m.fl. 2019). Der er også risiko for at bly fra riffelammunition kan udgøre en sundhedsrisiko for mennesker, der spiser vildtkød (Green & Pain 2019).

En del danske jægere har på den baggrund skiftet blykuglerne ud med blyfri alternativer, der findes på markedet. En yderligere årsag til, at danske jægere bruger blyfri riffelammunition, er, at de ved jagt i Tyskland, hvor der er indført begrænsninger, bliver introduceret til de blyfri typer (Kanstrup m.fl. 2020). Endelig er det forventeligt, at flere danske jagtdistrikter vil stille krav om, at egne jægere, jagtlejere, jagtkunder og jagtgæster anvender blyfri ammunition, sådan som det allerede fra 2020 vil være tilfældet på fx Aage V. Jensen Naturfonds arealer (Jacob Palsgaard Andersen, pers. medd.).

EU's miljøagentur (ECHA) har iværksat en proces til at gennemføre restriktioner på bly i jagtammunition og fiskeredskaber¹ (ECHA 2018), hvor der forventes en afklaring i 2020-2021.

De mest anvendte blyfri projektiler er fremstillet af kobber, som har lavere vægtfylde end bly. For at bevare en given kuglevægt i et givet kaliber, øges volumen af kobberkuglerne, enten ved at kuglerne gøres længere, eller ved at deres facon modificeres. Dette har en række begrænsninger særligt i de mindre kalibre.

I henhold til de gældende regler (bekendtgørelse om våben og ammunition, der må anvendes til jagt mv.²) kræves til jagt på klasse 1-arter (kronvildt, dåvildt, sikavildt, muflon, vildsvin og spættet sæl) enten en kuglevægt på mindst 9 g (139 gr) og anslagsenergi E_{100} mindst 2.700 J, eller kuglevægt mindst 10 g (154 gr) og anslagsenergi E_{100} mindst 2.000 J. Nogle af de mindre riffelkalibre, der traditionel anvendes til jagt på disse arter (fx 6,5x55), ligger på kanten af at kunne opfylde disse krav, og dette er særligt udtalt for blyfri ammunition.

En del jægere oplever de gældende krav som en forhindring for at skifte fra blyholdig ammunition til blyfri ammunition (Kanstrup m.fl. 2020), og ligeledes medfører reglerne, at jagtdistrikter, der stiller krav til anvendelse af blyfri ammunition, her må gøre undtagelse for de mest populære kalibre, der ikke lovligt kan anvendes (fx 6,5x55). Samtidig viser laboratorieforsøg i kombination med feltundersøgelser god dokumentation for, at blyfri projektiler i fx 6,5x55 er velfungerende og effektive til jagt på klasse 1-arter, selvom de ikke lever op til de nævnte regler, der er fastsat alene på baggrund af ballistikken i blyprojektiler, og desuden er dårligt videnskabeligt underbyggede (Gremse and Rieger 2014).

¹ <https://echa.europa.eu/da/-/call-for-evidence-on-possible-restriction-of-lead-in-shot-bullets-and-fishing-tackle>

² <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=182003>

4 Formål

Formålet med udredningen er at fremlægge et teknisk og ballistisk funderet forslag til ændring af kravene for kuglevægt og anslagsenergi ved jagt på klasse 1-arter og desuden foretage en vurdering af, om der er behov for at justere kravene i andre klassekategorier.

5 Metode

Notatet er udført som en kombination af litteraturstudier og konsultation af danske og udenlandske eksperter fra universiteter og myndigheder samt våbenhandlere, våbenkyndige og jægere med praktisk og eksperimentel baggrund.

Læsevejledning:

Igennem teksten anvendes begreberne "riffelammunition", "projektil" og "kugle" med samme betydning. Det samme gælder begreberne "blyholdig", "blybaseret" og "bly[ammunition]", og tilsvarende "blyfri", "kobberholdig", "kobberbaseret" og "kobber[ammunition]". Se afsnit 10 for en præcisering af terminologien.

Data for vægt, anslagsenergi m.v. for konkrete ammunitionsprodukter stammer fra oplysninger fra fabrikanterne, hvis ikke andet fremgår.

Ved angivelse af vægte på projektiler er det tilstræbt at anføre både vægt i gram (g) og grains (gr). 1 g svarer til 15,4 grains.

6 Det teoretiske og tekniske grundlag

Den basale tekniske og ballistiske udfordring i at erstatte blybaserede projektiler med projektiler af homogent kobber eller kobberlegeringer er, at disse alternative metaller har lavere vægtfylde end bly. Rent bly har en vægtfylde på $11,4 \text{ g/cm}^3$, mens rent kobber har en vægtfylde på $8,9 \text{ g/cm}^3$. Moderne blybaserede projektiler består dog ikke udelukkende af bly, men er tilsat andre stoffer, herunder bl.a. antimon, som gør materialet hårdere. Disse øvrige metaller har lavere vægtfylde end bly. Samtidig er blybaserede projektiler konstrueret med en kappe, der har som hovedfunktion at beskytte blyet under affyringen og som styrer projektilets ekspansion i vildtkroppen. Kappen består for det meste af tombak, dvs. en messinglegering med højt kobberindhold. Kappen udgør typisk 20-25 % af projektilets vægt. Blybaserede projektiler er desuden ofte forsynet med en plastik-/polymerspids. Samlet har et blybaseret projektil således en vægtfylde, der ligger et sted imellem blys og kobbers.

Heller ikke et kobberbaseret projektil består af 100 % kobber. Af betydning er især, at de fleste projektiler er forsynet med en intern hulhed med en indsat plastik- eller polymerspids, om styrer ekspansionen. Begge dele mindsker vægtfylden. Nogle blyfri projektiler er fremstillet af messing, der er en legering af kobber og op til 38% zink og for nogles vedkommende ligeledes med et vist indhold af bly (se afsnit 10 og 11). Vægtfylden af den type messing, der primært anvendes, er ca. $8,4 \text{ g/cm}^3$. De fleste messingprojektiler er designet til at fragmentere og er forsynet med et antal skårne slidser eller hullheder til at udløse fragmenteringen.

Som en del af denne udredning beregnedes vægtfylden af en række projektiltyper alene ved at veje dem og måle deres volumen og derefter relatere disse to værdier. Dette er sammenstillet i Tabel 1.

Tabel 1. Vægtfylden af en række projektiltyper baseret på eksperimentel måling (volumen og vægt). N = antal vejede projektiler.

Type	N	Vægtfylde (g/cm^3)
Blybaseret	4	9,9
Wolframbaseret	1	9,3
Kobberbaseret	12	8,3
Messing	5	8,0

Et skift fra bly til kobber vil med andre ord ændre projektilets vægt/rumfangforhold. Ønsker man at bevare rumfanget, vil et skift fra bly til kobber medføre en vægtreduktion. Ønsker man at bevare vægten, vil rumfanget øges. Ønsker man i et givet kaliber (projektil diameter) at bevare vægten, kan den heraf følgende rumfangsforøgelse kun opnås ved at øge længden af projektilet herunder at tilpasse projektilets facon, så det bliver mere rundnæset (Figur 1).

Her skal projektillængden øges med en faktor, der svarer til forholdet mellem det blyholdige og det blyfri projektils vægtfylde. Forøgelse af projektillængden påvirker projektilets passage af riffelpiben, da der herved bliver øget kontakt og dermed bl.a. større friktion. Dette kan øge trykket under skudafgivelsen. Desuden er stigningen i riffelgangen tilpasset en bestemt projektvægt og dermed -længde i et givet kaliber. For langt de fleste rifler tager dette udgangs-

punkt i klassiske blybaserede projektiler. Ændring i projektillængden kan bewirke, at projektilet ikke stabiliseres korrekt, hvorved den eksterne ballistik påvirkes og projektilet bliver upræcist. I nogle kalibre kan øget projektilvægt have den konsekvens, at den samlede patronlængde bliver for stor, og at patronen ikke kan placeres i våbnets magasin eller i dets kammer. Afrunding af projektilets spids, så det bliver mere rundnæset, påvirker dets ballistiske egenskaber.

Kontaktfladen mellem projektilet og riffelpiben kan desuden reduceres ved, at projektilet forsynes med et antal (1-3) radiale udfræsninger (bælter, se Figur 1, til højre), hvilket også modvirker materialeaflejring i riffelgangen. Også dette medfører et væggtab, som kun kan udlignes ved at ændre længde og form.

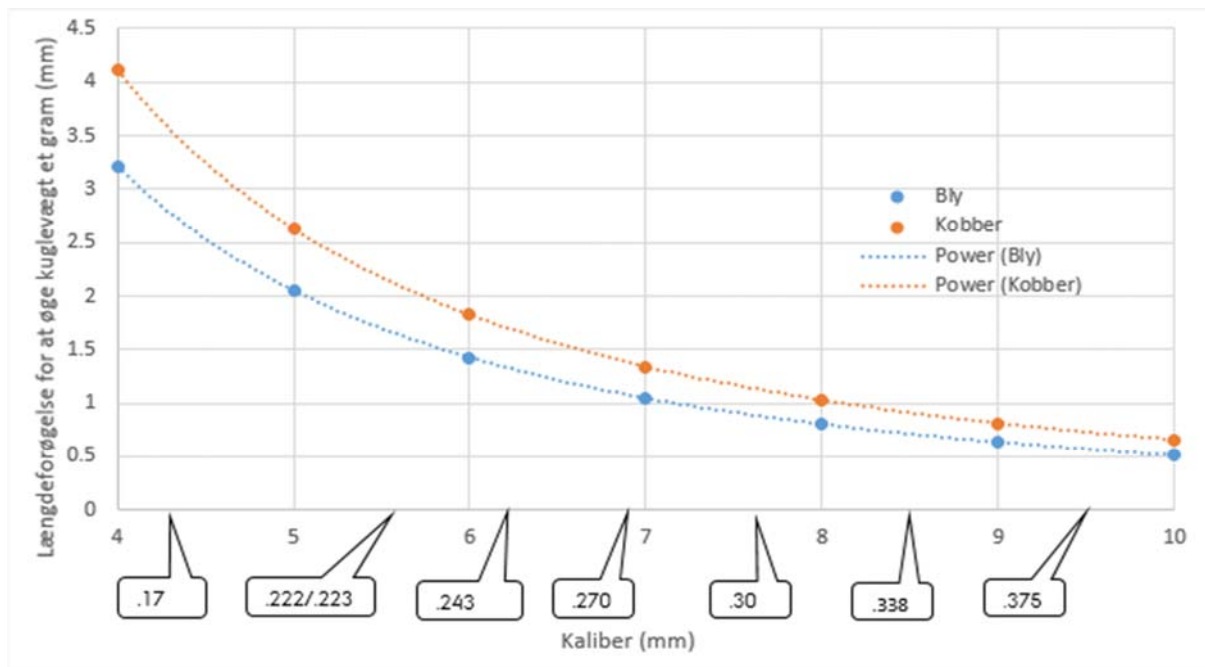
Figur 1. 6,5 mm projektiler: Blybaseret (Sierra, til venstre) og kobberbaseret (Lapua Naturalis, til højre), begge 9,1 g (140 gr). Det ses, at både form og den længde af projektilet, der har kontakt med riffelpiben, er modificeret fra den klassiske til det nye projektil.



I konsekvens af følgerne af at øge projektillængden har producenterne af blyfri projektiler i de enkelte kalibre reduceret projektilvægten og i nogle tilfælde ændret deres form. Reduceret vægt giver – alt andet lige – mindre energi på alle skudafstande. Dette kan der i princippet kompenseres for ved at øge hastigheden ved justering af krudttype og -mængde. Imidlertid har hastigheden stor betydning for projektilets stabilisering i riffelpiben og dermed for præcisionen, og ændring af forbrænding og hastighed har også sikkerheds- (tryk) og slitagemæssige aspekter. Øgning af hastigheden er derfor ikke en mulighed, der generelt kan anvendes som kompensation for reduceret projektilvægt.

Det samlede resultat har vist sig at være, at blyfri projektiler i de fleste kalibre produceres i en lettere version og på denne måde er ”rykket ned” i kuglevægt og dermed som udgangspunkt også energi sammenlignet med tilsvarende

blyprojektiler. Dette har været af begrænset betydning for de større kalibre (≥ 7 mm), da disse i forvejen findes med kuglevægte og anslagsenergi, der ligger betydeligt over de lovkrav, der stilles til riffeljagt i Danmark. Men for nogle af de mindre kalibre betyder skiftet fra blyammunition til blyfri ammunition, at lovkravene til kuglevægt og/eller energi ikke kan overholdes, da et projektil, der lever op til kravene, i de fleste tilfælde vil være for langt til rent teknisk og ballistisk at kunne anvendes. Jo mindre kaliber, desto mere udtalt er dette. Da volumen og vægt af et projektil (en cylinder) er relateret til kvadratet på kalibret (diameter), vil bevarelse af en given kuglevægt medføre en længdeforøgelse, der relativt betragtet er større for små kalibre end for store (Figur 2).



Figur 2. Behovet for forøgelse af længden på projektilet for at opnå et grams vægtforøgelse som funktion af kaliber for hhv. bly- og kobberprojektiler. Beregningerne er foretaget med udgangspunkt i, at projektilerne har cylinderform, og at vægtfylden svarer til rent bly og rent kobber. Kaliberaksen er angivet i mm. De mest almindelige tomme-baserede kalibre er indsat.

7 Kalibre i klemme

Et eksempel på et kaliber, der ikke pt. udbydes i Danmark med blyfri ammunition, der lever op til kravene til jagt på klasse 1-arter, er 6,5x55. Dette kaliber er vidt udbredt blandt danske jægere og anvendes traditionelt til jagt på større danske vildtarter, herunder også de større hjortevildtarter (Kanstrup m.fl. 2020). 6,5x55 er udviklet til blyprojektiler i vægtklassen 9-10 g (ca. 140-150 gr) til jagt på hjortevildt og et klassisk blyprojektil på 6,5 g (ca. 100 gr) til jagt på mindre vildt og træning/konkurrence. En række fabrikker markedsfører blyfri ammunition i kaliber 6,5x55, men kun enkelte (fx Lapua) i en version (Naturalis på 9,1 g (140 gr)), der lever op til de danske krav om kuglevægt (min 9 g (139 gr)). Imidlertid findes kaliberet i skrivende stund ikke i på det danske marked i en fabriksladet patron, der også lever op til kravet om E_{100} (2.700 J) for projektiler < 10 g (154 gr). Lapua selv opgiver deres 6,5x55 blyfri patron til $E_{100} = 1.973$ J. Flere fabrikker tilbyder patroner med lettere blyfri projektiler i kaliber 6,5x55 fx Hornady GMX (7,8 g (120 gr), $E_{100}=2.495$ J), Sako Powerhead, som er ladet med en Barnes TTSX kugle (7,8 g (120 gr), $E_{100}=2.414$ J) og Brenneke TAG (8,4 g (130 gr), $E_{100}=2.295$ J). Den amerikanske producent DRT, der fremstiller wolframbaserede projektiler, markedsfører dog en patron i kaliber 6,5x55 med en kuglevægt på 9,5 g og $E_{100} > 2.700$ J, og som dermed vil være lovlig til jagt på klasse 1-arter. Den forventes at være på det danske marked i 2020 (Johannes Ahrenstein, Guntex, pers. medd.).

270 Win er et andet eksempel på et kaliber, der lovligt kan anvendes og bliver anvendt til jagt på klasse 1-arter med traditionelle blybaserede projektiler, men hvor der ikke i dag findes fabriksladet ammunition med blyfri projektiler, der lever op til lovkravene til jagt på klasse 1-arter. De tungeste blyfri kugler ligger i dette kaliber på 8,4 g (130 gr). Fx markedsfører Federal en patron (Power Chok Copper) med et blyfri projektil med denne vægt, og hvor E_{100} ligger på 2.433 J. RWS tilbyder en blyfri patron (HIT) i kaliber 270 Win, der med samme projektilvægt opnår E_{100} på 2.967 J, hvilket tilgodeser det danske krav om anslagsenergi ved jagt på klasse 1-arter, men altså ikke kravet om kuglevægt.

De her nævnte to kalibre er grænsekalibre til jagt på klasse 1-arter, og der er andre mindre anvendte kalibre, hvor der ikke kan fås blyfri ammunition, der lever op til klasse 1-kravene. For større/kraftigere kalibre (typisk over ≥ 7 mm) er der et forholdsvist stort udbud af lovlig blyfri ammunition (Kanstrup 2015; Knudsen 2020).

Tabel 2 giver en oversigt over de gældende danske krav kombineret med de typiske kalibre, der anvendes til jagt på arter i de enkelte klasser, samt en vurdering af udbuddet af fabriksladet blyfri ammunition. Sidstnævnte er foretaget ved en gennemgang af webshops hos danske våben- og ammunitionsforhandlere samt e-mail- og telefonisk henvendelse til nogle af disse.

Som det ses, er der ud over manglen på udbud af lovlig blyfri ammunition i de to allerede omtalte kalibre 6,5x55 og 270 Win til jagt på klasse 1-arter begrænset udbud af blyfri ammunition til de typiske kalibre til jagt på klasse 3-arter, fx 17 HMR og 22 Hornet. Energikravet er her $E_{100} \geq 175$ J. Netop dette krav blev i 2012 justeret ned (fra 200 J), så fx kaliber 17 HMR, kunne indgå som et potentielt kaliber til jagt på klasse 3-arter (særligt ræv). Imidlertid er det svært at opnå disse energikrav med blyfri ammunition.

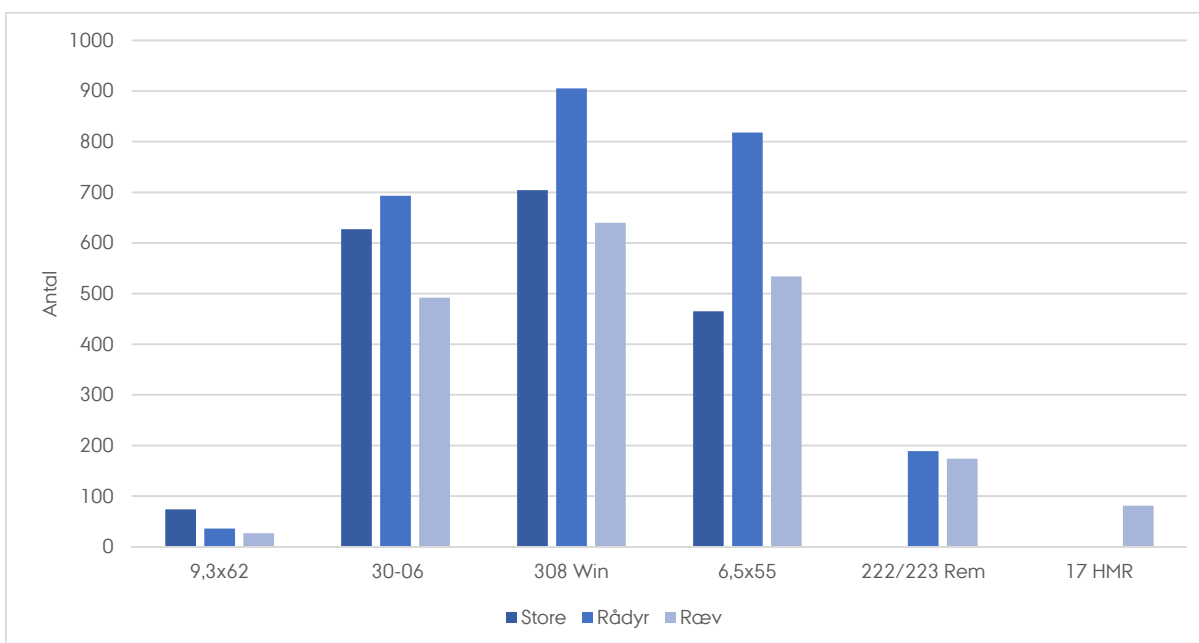
For de mindre klasser er udbuddet af blyfri ammunition ligeledes begrænset, men dette skyldes mest, at det generelt er en udfordring overhovedet at fremstille blyfri ammunition i disse kalibre, der kombinerer små diametre ($\leq 5,6$ mm) med små krudtmængder i randtændte hylstre eller i luftgeværer. Effektkravene er dog så små, at det er muligt at tilgodese disse ved brug af blyfri materialer, hvor både kobber og tin anvendes af en række fabrikater. Nye produkter er under konstant udvikling.

Tabel 2. De danske krav om projektilvægt, energi, hastighed og kalibre til jagt på arter i de 5 vildtklasser kombineret med de typiske kalibre, der anvendes til jagt på arter i de enkelte klasser, samt en vurdering af det nuværende udbud af fabriksladede blyfri ammunition. *) Se Knudsen (2020) for detaljer.

Klasse	Arter	Kuglevægt	Energi/Hastighed/Diameter	Typiske kalibre	Fabrikater med blyfri typer
1	kronvildt, dåvildt, sika-vildt, muflon, vildsvin og spættet sæl + 2 + 3 + 4 + 5	≥ 9 g (139 gr) ≥ 10 g (154 gr)	$E_{100} \geq 2.700$ J $E_{100} \geq 2.000$	6,5x55, 270 Win	Ét.
2	Råvildt + 3 + 4 + 5	$\geq 3,2$ g (50 gr)	$E_{100} \geq 800$ J	308 Win, 30-06, 7 mm, 8 mm, 9,3x62	Adskillige, bl.a. Lapua, Norma, Barnes og RWS *).
3	Ræv, mårhund, vaskebjørn, hare, sumpbæver, gæs og skarv + 4 + 5		$E_{100} \geq 175$ J	222 Rem, 223 Rem, 22-250, 243	Adskillige, bl.a. Lapua, Hornady, Remington, Barnes.
4	Husmår, ilder, mink, vildkanin, bisamrotte, hønsefugle, blishøne, ænder og måger + 5		$E_0 \geq 150$ J	17 Rem/HMR, 22 Hornet, 221 Rem	Begrænset/pt. Ingen.
5	Duer, kragefugle, vade-fugle og stær		Hvis drivmiddel er luft: $\geq 5,5$ mm $V_0 \geq 200$ m/s	22 SR 5,5 mm	Begrænset, fx RWS

8 Jægerens kalibervalg

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet har for nylig undersøgt jægerens valg af kaliber til jagt på de forskellige vildtklasser (Kanstrup m.fl. 2020). Respondenterne (N=2.679) kunne her afkrydse 6 forvalgte riffelkalibre i spektret fra 9,3x62 til 17 HMR og kunne ligeledes anføre yderligere oplysninger om kalibervalg. Fordelingen på de forvalgte kalibre fremgår af Figur 3. Det ses, at kaliber 308 Win ud af de tre meget gængse kalibre 30-06, 308 Win og 6,5x55 samlet har den største score, men 6,5x55 viste sig at være vidt udbredt ikke mindst til jagt på rådyr, men også på de større arter af hjortevildt. Grovere kalibre som fx 9,3x62 er mindre populære. Kaliber 222 og 223 Rem anvendes i et vist omfang til jagt på råvildt og ræv, mens 17 HMR kun anvendes af få til jagt på ræv.



Figur 4. Fordelingen af respondenternes angivelse af 6 forudvalgte riffelkalibre i forhold til tre artsgrupper, hvor "Store arter" omfatter kronvildt, dåvildt og sika. Se tekst for respondenternes yderligere oplysninger om øvrige kalibre. Efter Kanstrup m. fl. (2020).

Af de yderligere skriftlige kommentarer om kalibervalg fremgik, at kalibrene 243 Win og 270 Win er populære og angives af hhv. 60 og 50 respondenter for henholdsvis 243 Win primært til jagt på råvildt og 270 Win også til jagt på klasse 1-arter. 8 mm (særligt 8x57) blev angivet af 30 respondenter, 7 mm (fx 7x64 og 7x57) af 29 respondenter, 7 mm i magnumkalibre af 11, og 300 Win Mag af 29 respondenter. Blandt de mindre kalibre blev 22-250 angivet af 11 respondenter bl.a. til jagt på råvildt. Ud over dette angav nogle respondenter at anvende en række mindre udbredte kalibre.

Sammenholdes denne viden om jægerens kalibervalg med de tekniske, ballistiske udfordringer, der er tilknyttet et skifte fra blyholdig til blyfri ammunition, er hovedkonklusionen, at de fleste jægere i kraft af deres kalibervalg kan finde fabriksladede blyfri ammunition, der lever op til lovkravene. Men der er en forholdsvis stor gruppe af jægere, der anvender 6,5x55 og 270 Win til jagt på klasse 1-arter, og disse vil p.t. ikke vil kunne finde lovlig fabriksladede am-

munition i blyfri versioner på det danske marked. Sammenlignet med de øvrige kalibre, er anvendelsen af fx 17 HMR begrænset, og manglen på udbud af blyfri typer i dette kaliber synes derfor kun potentielt at berøre et fåtal.

9 Dræbeevne

Formålet med lovkravene til riffelammunition er først og fremmest at sikre, at vildt under jagt dræbes hurtigt og humant jf. også jagtlovens generelle krav om, at vildt under jagt ikke må påføres unødige lidelser (§ 22). Jagtpraktisk foretrækkes det ligeledes at minimere påskudte dyrs flugtafstand for at effektivisere afskydningen herunder opsporingen af skudt vildt.

Klassificeringen af arter i den danske lovgivning blev indført med jagtloven af 1994, men allerede tidligere var der krav til anslagsenergi og kuglevægt for ammunition til jagt på hjortevildt, fx i 1982-loven, hvor kravene for jagt på kron-, då- og sikavildt, muflon, vildsvin og sæler var en projektilvægt ≥ 8 g (133 gr) og $E_{100} \geq 1962$ J, hhv. ≥ 3 g (46 gr) og ≥ 981 J ved jagt på råvildt. De gældende regler blev senest ændret i 2012, hvor kravene til ammunition til jagt på arter i klasse 3 blev lempet.

Der foreligger ikke et videnskabeligt grundlag for de gældende regler, der må formodes at være fastlagt ud fra den bedst tilgængelige viden og jagtpraktiske erfaring. Reglerne er ikke samordnet internationalt, men fx er de danske og svenske regler næsten enslydende. I Tyskland er der for jagt på de større hjortevildtarter og vildsvin et krav om kaliber $\geq 6,5$ mm og $E_{100} \geq 2.000$ J og for jagt på råvildt et krav om $E_{100} \geq 1.000$ J. Der er med andre ord ikke krav om en given minimal kuglevægt, og de gængse blyfri patroner fra fx Hornady (GMX) og RWS (HIT) i kalibrene 6,5x55 og 270 WIN vil efter de tyske regler lovligt kunne anvendes til jagt på de største vildtarter. Finland har ændret regelsættet i 2020, og kravene til blyfri ammunition er nu følgende: Jagt på råvildt: Kuglevægt $\geq 2,9$ g (45 gr), $E_{100} \geq 800$ J, kron dyr, dådyr m.v.: Kuglevægt $\geq 5,1$ g (79 gr), $E_{100} \geq 1.700$ J, og elg, bjørn og vildsvin: Kuglevægt $\geq 7,5$ g (116 gr), $E_{100} \geq 1.900$ J.

Anvendelse af projektilvægt og anslagsenergi som parametre for dræbeevne må formodes at tage afsæt i at gøre det enklere når jægerens skal udvælge lovlig ammunition, da vægt og energi normalt angives af fabrikanten på patronemballagen. Ny viden viser imidlertid, at disse parametre kun har sekundær betydning for dræbeevnen. Det er især tyske undersøgelser, der ligger til grund for en ny forståelse af projektillets dræbeevne, hvor det grundlæggende ikke er anslagsenergien, men projektillets evne til at overføre energien (den terminale effektivitet) til vildtkroppen, herunder forskellige segmenter i vildtkroppen, der har betydning. Studierne bygger på omfattende laboratorietest kombineret med feltstudier.

De mest centrale undersøgelser er:

(Gremse & Rieger 2012):

Dette arbejde bygger på omfattende tests ved skydning i ballistisk sæbe og indsamling af data ved afskydning af 11.371 individer af hjortevildt og vildsvin, hvor flugtafstanden anvendes som mål for dræbeevnen. Studiet viser, at træfpunktet er den vigtigste variabel for dræbeevnen. Større dyr har alt andet lige større flugtafstand end mindre dyr. Der er ingen klar sammenhæng mellem anslagsenergi og dræbeevne. Forskellige projektiltyper overfører energien forskelligt langs sårkanalen. Studiet viste ingen væsentlige forskelle på effekten af blyholdig sammenlignet med blyfri ammunition målt såvel i laboratoriet som under praktisk jagt. Størstedelen af materialet bygger på afprøvning af større riffelkalibre, og fx 6,5x55 indgår kun i begrænset omfang, men

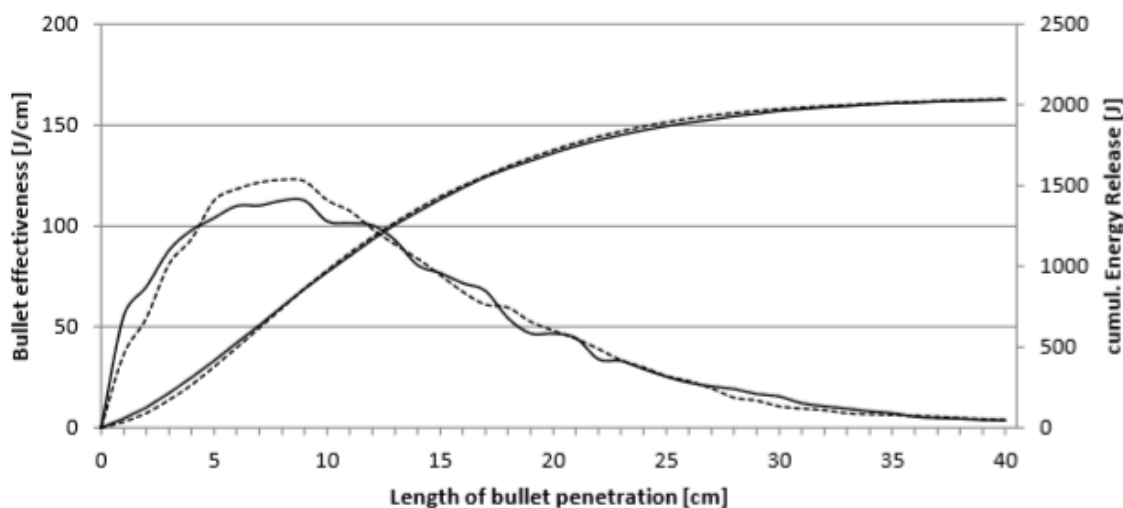
der er ingen indikation af, at det ikke også i de mindre kalibre er projektillets evne til at overføre energien og ikke anslagsenergien som sådan, der er afgørende for dræbeevnen.

(Gremse m.fl. 2014):

Bygger på skydning i ballistisk sæbe kombineret med CT-scanning af sårkanaler. Studiet viste tilsvarende, at blyfri ammunition afgiver energien på en måde, der sikrer samme terminalballistik og dermed samme effektivitet som ækvivalente blyholdige typer. Undersøgelsen bygger på test af kaliber 7,62 mm og tager derfor forbehold for ukritisk at overføre resultaterne til andre (særligt mindre) kalibre.

(Gremse & Rieger 2014):

Dette arbejde blev bestilt af det svenske jægerforbund med henblik på at opnå en videnskabelig vurdering af muligheden for og forsvarligheden af at lovliggøre blyfri projektiler i kaliber 6,5x55 til jagt på klasse 1-arter (samme krav som i Danmark). Undersøgelsen blev gennemført ved skydning på ballistisk sæbe med 3 forskellige serieproducerede patroner med blyfri projektiler (Hornady GMX (7,8 g/120 gr), Barnes TTSX (7,8 g/120 gr), og Lapua Naturalis (9,1g /140 gr)) og til sammenligning 2 typer af blyholdig ammunition (Lapua Mega og Norma Oryx, begge 10,1 g/156 gr). Kun de blyholdige typer overholdt de gældende krav til jagt på klasse 1-arter. Studiet bedømmer projektillets effektivitet ud fra dets energifrigivelse per cm (J/cm) i forskellige dybder af mediet. Det samlede resultat fremgår af Figur 4, der viser gennemsnitsværdierne for de afgivne skud med hhv. blyholdig og blyfri ammunition dels som energifrigivelsen i J/cm og dels den kumulerede energifrigivelse. Fælles for alle 5 afprøvede typer er, at den maksimale lokale energifrigivelse finder sted i de forreste 10 cm af mediet, og at projektilet 20-25 cm inde i mediet kun har en begrænset del af sin energi tilbage. Dette er uafhængigt af anslagsenergien. Der viser sig ingen tydelig forskel mellem blyholdige og blyfri typer, og studiet konkluderer, at de afprøvede blyfri typer, hvoraf ingen lever op til de gældende danske lovkrav til jagt på klasse 1-arter, har samme effektivitet som de blyholdige typer, der begge lever op til kravene.



Figur 4. Energifrigivelsen i relation til indtrængningsdybden som resultat af forsøg med skud i ballistisk sæbe vist som gennemsnit af 7 skud afgivet med 3 typer af blyfri ammunition (Hornady GMX, Lapua Naturalis og Barnes TTSX, stiplede linjer) og 5 skud med blyholdig ammunition (Norma ORYX og Lapua MEGA, ikke-stiplede linjer). Graferne angiver dels projekteffektiviteten (J/cm, venstre y-akse) og dels den kumulerede energifrigivelse (J, højre y-akse). Efter (Gremse & Rieger 2014).

Studiet viste desuden, at projektilernes vægttab under passage af mediet var betydeligt mindre for blyfri typer (hhv. 0,4, 0,4 og 1,5 %) end for de blyholdige typer (hhv. 6,3 og 16,2 %). De blyfri typer har således højere relativ slutvægt (restvægt), fx havde det blyfri Lapua Naturalis-projektil med en startvægt på 9,1 g (140 gr) en højere slutvægt end det tungere (10,1 g, 150 gr) Lapua Mega-projektil.

Konklusionen på de tyske undersøgelser er:

- Blyfri projektiler har samme dræbeevne som ækvivalente blyholdige projektiler målt såvel i laboratoriet (ved skydning i ballistisk sæbe) som under praktisk jagt (målt på flugtafstand). Det sidste understøttes også af danske undersøgelser (Kanstrup m.fl. 2016).
- Blyfri projektiler på 7,8 (120 gr) og 9,1 g (140 gr) og E_{100} i spektret 2.000 til 2.300 J i kaliber 6,5x55 har samme dræbeevne som blyholdige projektiler på 10,1 g og E_{100} i spektret 2.000 til 2.600 J i samme kaliber.
- Blyfri projektiler bevarer en restvægt og -energi, der svarer til de tungere blyprojektilers og har dermed en tilsvarende kapacitet til gennemskud. Disse resultater støttes af nye danske undersøgelser (Knudsen 2020).

På det grundlag vurderes, at blyfri projektiler på minimum 7,8 g (120 gr) og med en E_{100} på min 2.000 J vil kunne anvendes til jagt på arter i klasse 1, uden at der hermed vil ske en forringelse af dræbeevnen. Lovkrav tilpasset i overensstemmelse hermed vil på samme måde som i dag sikre jagt, der er etisk forsvarlig og lever op til de generelle krav om, at vildt under jagt ikke må påføres for unødige lidelser.

Der foreligger ikke evidens for, at der ved jagt med traditionelle blybaserede projektiler med lavere vægt og anslagsenergi end de gældende krav vil kunne opnås tilstrækkelig dræbeevne. Det foreslås derfor, at de nuværende regler opretholdes, for så vidt angår blybaseret ammunition.

10 Grænseværdier for bly

Der findes ingen internationale standarder for, hvor højt et indhold af bly, der må være i "blyfri" riffelammunition. Californien har fastsat en konkret grænse ($\leq 1\%$ (vægt)) (Thomas m.fl. 2016). Det europæiske miljøagentur (ECHA) har i sit foreløbige arbejde med at gennemføre restriktioner for blyammunition under REACH-forordningen tilsluttet sig denne grænse (ECHA 2018). Undersøgelser har påvist et blyindhold på $1,9\%$ (vægt) i nogle typer af riffelprojektiler (Paulsen m.fl. 2015). Også i de messingtyper (drejemessing), der anvendes til fragmenterende projektiler, kan blyindholdet overstige 2% (Anders Hatting, pers. medd.).

De gældende danske regler vedrørende riffelammunition skelner ikke imellem "blyholdig" og "blyfri" ammunition. Forbuddet mod at forhandle, medtage og anvende blyhagl til jagt eller regulering er formuleret som "haglpatroner med hagl af bly etc...". Våbenlovens bestemmelser om besiddelse af ammunition anvender begrebet "blyhaglpatroner". "Hagl af bly" og "blyhaglpatroner" er ikke nærmere defineret, som det fx er tilfældet med stoffer omfattet af blybekendtgørelsen, fx fiskeredskaber, hvor der ved produkter, der indeholder bly, forstås produkter, hvori bly indgår med >100 ppm (mg/kg) i produktets homogene enkeltdele. Det synes ikke praktisk muligt at opnå tilsvarende renhed i ammunitionsmetaller. Samtidig synes der ikke at være et miljøfaglig behov herfor, da de blyfri projektiltyper bevarer meget høj restvægt, og at et blyindhold på $2-3\%$ derfor vil give meget begrænset blyeksponering af ådselædere og konsumenter.

11 Anvendelse af terminologi

Ammunition, der er fremstillet som alternativ til traditionel blyammunition, betegnes ofte populært "blyfri ammunition", (EN: "non-lead" eller "lead-free"), som det også er tilfældet i denne udredning. Dette er imidlertid ikke retvisende jf. ovenstående.

Blyfri projektiler benævnes også: "homogene", "monometalliske", "solide", "monolitiske", hvilket henviser til, at projektilerne består af et homogent metal og ikke som traditionelle blykugler af en konstruktion med komponenter fremstillet af forskellige metaller, typisk en blykerne i en tombakkappe. De fleste eksisterende "blyfri" projektiler har kobber som hovedbestanddel. Det gælder også messingprojektiler, da kobber er hovedbestanddelen i messing. De er samtidig altovervejende homogene, selv om der kan være indsat fx plastikkomponenter til sikring af ekspansion. Der findes dog enkelte produkter, der har tin som hovedbestanddel, og det kan ikke udelukkes, at der kommer nye produkter, fx med en kerne af et metal med høj vægtylde (fx wolfram), og sådanne projektiler vil ikke være at opfatte som homogene.

En retvisende betegnelse for de fleste eksisterende blyfri projektiler synes således at være "kobberbaserede" projektiler - parallelt til "blybaserede" projektiler. Tilføjelse af "homogene" styrker den intuitive forståelse af begrebet og samordner det med den internationale terminologi, men her må tages det forbehold, at der allerede findes blyfri projektiler, der ikke er fuldstændig homogene, og at flere formentligt vil blive udviklet.

Disse aspekter bør tages i betragtning ved affatning af regelsættets ordlyd, og det anbefales, at begreberne "blyholdig" og "blyfri" ammunition anvendes.

De gældende regler om riffelammunition til jagt på arter i klasse 1 fastsætter, at projektilet skal være "ekspanderende" (§ 3, stk. 2). Dette har afløst tidligere forskrifter, hvor der var forbud mod "fuldkappet" riffelammunition. Blyfri ammunition er foreløbigt udviklet til enten at ekspandere i stil med blyammunition, med bevarelse af meget høj restvægt (dvs. at projektilet forbliver i et stykke) eller fragmentere, hvilket i modsætning til fragmentering af blyprojektiler, der resulterer i en delvis pulverisering af blykernen, sker kontrolleret, så projektilet deles typisk i en hoveddel og tre "vinger". Der er mellemformer. Enkelte blyfri produkter er designet til at pulverisere (fx wolframprojektilet fra DRT, der betegnes "frangibel").

Også dette bør inddrages i affatningen af regelsættet. Selv om der kan blive udviklet nye typer, vurderes det, at en formulering, der fastsætter, at projektiler til jagt på arter i klasse 1 skal være "ekspanderende eller fragmenterende" vil være fremtidssikret.

Vælges det at anføre en given grænseværdi for blyindhold i homogene kobberbaserede projektiler, skønnes det forsvarligt at sætte dette til < 3 % (vægt). Dette vil evt. skulle revideres senere afhængigt af udfaldet af REACH-restrictionerne (ECHA 2018).

12 Konklusion

På baggrund af ovenstående foreslås ændringer i bekendtgørelse om våben og ammunition der må anvendes til jagt mv., hvor ændringerne er angivet med fed skrift:

§ 3 Stk 1: klasse 1-arter: Der indføres en skelnen mellem blyholdig og blyfri ammunition, hvor **der ved blyholdig ammunition forstås traditionelle projektiltyper med en blykerne indlejret i en tombakkappe. Ved blyfri ammunition forstås projektiler af kobber, messing e.l. med et maksimalt vægtindhold af 3 % bly.**

Kravene til blyholdig ammunition bør være uændrede og kravene til blyfri ammunition bør sættes til **kuglevægt mindst 7,8 g (120 gr) og anlagsenergi E100 mindst 2000 J.**

§3 Stk. 2. Kravene til projektilerne skal præciseres således at projektilet skal være ekspanderende **eller fragmenterende.**

Der vurderes ikke for nuværende at være behov for at ændre kravene til ammunition til jagt på arter i andre klasser end 1. Gennemførelse af et egentligt forbud, fx i konsekvens af europæiske regler, vil formentlig udløse et behov for en revurdering af reglerne for de øvrige klasser, hvilket også skal ses i lyset af den stadige udvikling af nye produkter. En lovmæssig regulering af blyholdig riffelammunition vil yderligere stimulere denne udvikling.

13 Referencer

ECHA. 2018. A review of the available information on lead in shot used in terrestrial environments, in ammunition and in fishing tackle vol Version 1.4. https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/lead_ammunition_investigation_report_en.pdf/efdc0ae4-c7be-ee71-48a3-bb8abe20374a

Green, R.E. & Pain D.J. 2019. Risks to human health from ammunition-derived lead in Europe *Ambio* doi:10.1007/s13280-019-01194-x

Gremse, C. & Rieger, S. 2012. Erweiterter Bericht vom 25.02.2014 zum Abschlussbericht vom 30.11.2012 BMEL-Entscheidungshilfedorhaben „Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“ HNE Eberswalde https://www.hnee.de/_obj/85DD11C1-35B5-4435-B044-4F6B7B6975F0/inline/FWWJ_Endbericht_09HS023_25.02.14.pdf

Gremse, C. & Rieger, S. 2014. 6, 5 x 55 SE (C. I. P.) A comparison of rifle bullet terminal performance in ballistic simulant material for big game hunting purposes. HNE Eberswalde. https://jagareforbundet.se/contentassets/7099893fd13b45b98e1900d2ea165fee/65x55_se.pdf

Gremse, F., Krone, O., Thamm, M., Kiessling, F., Tolba, R.H., Rieger, S. & Gremse, C. 2014. Performance of lead-free versus lead-based hunting ammunition in ballistic soap. *PloS one* 9:e102015-e102015 doi:10.1371/journal.pone.0102015

Kanstrup, N. 2015. Blyfri riffelammunition – udbud i danske jagtforretninger. Dansk Jagtakademi. Rapportnummer 1508-02. 8 s.

Kanstrup, N., Balsby, T.J.S & Thomas, V.G. 2016. Efficacy of non-lead rifle ammunition for hunting in Denmark *European Journal of Wildlife Research* 62:333-340 doi:10.1007/s10344-016-1006-0

Kanstrup, N., Hansen, H.P., Balsby, T.J.S. & Møllerup, K.A. 2020. Bly i riffelammunition – danske jægeres kendskab og holdning. Videnskabelig rapport. DCE. In prep.

Knudsen, N.V. 2020. Blyfri Riffelammunition: Den store test *Jæger* 4/2020:118-127

Pain, D.J., Mateo, R. & Green, R.E. 2019. Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update *Ambio* doi:10.1007/s13280-019-01159-0

Paulsen, P., Bauer, F., Sager, M. & Schuhmann-Irschik, I. 2015. Model studies for the release of metals from embedded rifle bullet fragments during simulated meat storage and food ingestion *European Journal of Wildlife Research* 61:629-633 doi:10.1007/s10344-015-0926-4

Thomas, V.G., Gremse, C. & Kanstrup, N. 2016. Non-lead rifle hunting ammunition: issues of availability and performance in Europe *European Journal of Wildlife Research* 62:633-641 doi:10.1007/s10344-016-1044-7