

# Erweiterter Bericht

zum Abschlussbericht vom 30.11.2012

## Entscheidungshilfedorhaben

„Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

BMELV – Förderkennzeichen 09HS023

25.02.2014

Carl Gremse, Dipl. Forstwirt

Prof. Dr. Siegfried Rieger

## Inhalt

1	Einleitung.....	4
1.1	Veranlassung .....	4
1.2	Vorhaben .....	5
1.3	Ziel .....	5
1.4	Kooperationspartner .....	6
1.5	Voruntersuchungen .....	6
1.6	Grundlagen .....	7
1.6.1	Tierschutz und Geschosseinsatz im Rahmen ordnungsgemäßer Jagd .....	7
1.6.2	Belange der jagdpraktischen Eignung von Geschossen .....	7
1.7	Gesetzliche Rahmenbedingungen .....	8
1.7.1	Jagd im Tierschutzgesetz .....	8
1.7.2	Tierschutz im Jagdgesetz .....	9
2	Material und Methoden .....	10
2.1	Untersuchungsansatz .....	10
2.2	Auswahl und Begründung der abhängigen Variablen .....	11
2.3	Felderhebungen.....	12
2.4	Laborerhebungen .....	12
2.4.1	Geschossenergie und Zielwirkung/ Wirksamkeit.....	12
2.4.2	Messung der Geschosswirksamkeit .....	13
2.4.3	Geschossauswahl für Laborversuche (Ballistische Datenerhebung) .....	16
2.4.4	Bestimmung der Auftreffgeschwindigkeit .....	16
2.4.5	Ballistische Datenerhebung im Laborversuch.....	19
2.5	Vergleichende Analyse der Feld- und Labordaten.....	21
2.5.1	Ansatz .....	21
2.5.2	Erhebung an Jagdbüchsen zur Mündungsgeschwindigkeit (2013) .....	22
2.6	Datenverarbeitung und statistische Prüfungen.....	24
3	Ergebnisse .....	25
3.1	Übersicht der Auswertungen.....	25
3.2	Ergebnisse der Felderhebungen .....	27
3.2.1	Datengrundlage .....	27
3.2.2	Flächenverteilung der Abschüsse aus dem Bundesmonitoring .....	28
3.2.3	Wildarten und Wildkörpermassen.....	29
3.2.4	Verwendete Kaliber .....	32
3.2.5	Geschosse .....	34
3.2.6	Geschossmaterial.....	35
3.2.7	Geschossmasse .....	36
3.2.8	Geschossgeschwindigkeiten .....	36
3.2.9	Schussentfernung .....	38
3.2.10	Trefferlage .....	40
3.2.11	Fluchtstrecke.....	42
3.2.12	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Materialgruppe .....	42
3.2.13	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart .....	43
3.2.14	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildmasse, aufgebrochen .....	44
3.2.15	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage .....	44
3.2.16	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart und Trefferlage .....	46
3.2.17	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie .....	49
3.2.18	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie und Wildart .....	51
3.2.19	Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage, Auftreffenergie und Wildart .....	52
3.2.20	Rotwild .....	54
3.2.21	Damwild .....	56
3.2.22	Schwarzwild .....	58
3.2.23	Rehwild .....	60

3.2.24	Einflüsse auf die Fluchtstrecke.....	62
3.2.25	Ausschuss und Pirschzeichen.....	63
3.2.26	Nachsuchen.....	66
3.2.27	Bewertung der Erlegung durch die Jäger.....	67
3.2.28	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart.....	68
3.2.29	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildart.....	69
3.2.30	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildmasse, aufgebrochen.....	70
3.2.31	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Schussentfernung.....	71
3.2.32	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage.....	72
3.2.33	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Fluchtstrecke.....	73
3.2.34	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Schweißmenge.....	75
3.2.35	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit vom Geschosstyp.....	76
3.3	Ergebnisse Laborversuche.....	80
3.3.1	Eindringtiefe.....	80
3.3.2	Energieabgabe.....	81
3.3.3	Grenzgeschwindigkeiten Geschossverhalten.....	86
3.4	Ergebnisse zu Mündungsgeschwindigkeit und Lauflänge.....	88
3.5	Zusammenführung der Feld- und Labordaten.....	91
3.6	Analysen der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Energieabgabe je Segment.....	94
3.6.1	Einfluss der Energieabgabe je Segment auf die Länge der Fluchtstrecke.....	94
3.6.2	Einfluss der Energieabgabe im Segment 1-3.....	96
3.6.3	Einfluss der Energieabgabe im Segment 4-6.....	98
3.6.4	Verteilung der Fluchtstrecken nach Grenzleistung Wirksamkeit.....	100
3.6.5	Ableitung der Einsatzentfernung.....	101
4	Diskussion.....	102
5	Zusammenfassung.....	113
6	Summary (english).....	115
7	Schlussfolgerungen.....	116
8	Literaturverzeichnis.....	117
9	Abbildungsverzeichnis.....	119
10	Tabellenverzeichnis.....	121
11	Statistik.....	122
12	Formular Abschussbericht.....	132
13	Ableitung Einsatzentfernungen.....	133

## 1 Einleitung

Der vorliegende Bericht ergänzt den Abschlussbericht des Fachgebietes Wildbiologie, Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde (FWWJ) der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) vom 30.11.2012 zum Entscheidungshilfedorhaben „Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Der Bericht wurde vom BMELV veröffentlicht<sup>1</sup> und vom FWWJ auf dem Symposium „Alle(s) Wild?“ des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) im März 2013 vorgestellt<sup>2</sup>. Das Vorhaben beschränkt sich auf Büchsenchosse für den Einsatz zur Erlegung von Schalenwild. Mit diesem Begriff werden die, dem Jagdrecht unterliegenden, paarhufigen Säugetiere bezeichnet. Die aktuelle Arbeit untersucht den Einsatz von Büchsenchossen zur Erlegung von Wild der Arten Rotwild (*Cervus elaphus*), Damwild (*Dama dama*), Schwarzwild (*Sus scrofa*) und Rehwild (*Capreolus capreolus*) im Rahmen ordnungsgemäßer Jagdausübung.

Gegenüber dem Abschlussbericht vom 30.11.2012 wurde zusätzlich den folgenden Fragestellungen in Zusammenarbeit mit Dr. Dr. h.c. Beat P. Kneubuehl, dem Leiter des Zentrums Forensische Physik / Ballistik am Institut für Rechtsmedizin der Universität Bern, nachgegangen:

- 1) Vergleich der Datensätze aus dem Monitoring Brandenburg und dem Bundesmonitoring mit dem Ziel einer gemeinsamen Auswertung
- 2) Auswertungen der Felddaten zu den Kriterien „Fluchtstrecke“ und „Bewertung des Erlegungsgeschehens durch die Jäger“ unter Berücksichtigung der Schussdistanz (Auftreffenergie), Wildart und Masse, Trefferlage, Tiefenleistung mit dem Ziel der Prüfung einer feinen Charakterisierung einzelner Geschosse
- 3) Abgleich der Bewertung der Geschosse durch die Jäger und der Auswertung der zielballistischen Eigenschaften

### 1.1 Veranlassung

Am 16. und 17.04.2009 fand in Berlin ein internationales Fachgespräch des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) und der Forschungsstelle, jetzt Forschungszentrum, für Umweltpolitik (FFU) der Freien Universität Berlin zum Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse zu Bleivergiftungen von Seeadlern statt. Anwesend waren Vertreter der Bundes- und Landespolitik, der Forstbehörden von Bund und Ländern, der Jagdverbände, der Naturschutzverbände, der Munitions- und Waffenindustrie und wissenschaftlicher Einrichtungen. Es wurde erörtert, wie Bleieinträge in die

---

<sup>1</sup> [www.bmelv.de/SharedDocs/Download/Landwirtschaft/Wald-Jagd/BLE-Forschungsbericht-Jagdmunition.pdf](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Download/Landwirtschaft/Wald-Jagd/BLE-Forschungsbericht-Jagdmunition.pdf)

<sup>2</sup> Der Tagungsband zum BfR-Symposium „Alle(s) Wild?“ zum Download unter [www.bfr-bund.de/cm/350/alles-wild-bfr-symposium-zu-forschungsvorhaben-zum-thema-wildbret-tagungsband.pdf](http://www.bfr-bund.de/cm/350/alles-wild-bfr-symposium-zu-forschungsvorhaben-zum-thema-wildbret-tagungsband.pdf)

Nahrungskette des Seeadlers, verursacht durch Verwendung bleihaltiger Geschosse im Jagdbetrieb, verringert werden können. Vorgeschlagen wurde gänzlich auf Blei in Jagdgeschossen zu verzichten und auf die verfügbaren bleifreien Geschosskonstruktionen umzusteigen.

Dem entgegen standen Befürchtungen zur mangelhaften Tötungswirkung und zur Eignung der Alternativgeschosse im Jagdbetrieb. In der Abschlusserklärung verständigte man sich, die Forschung zu den Aspekten „Tötungswirkung bleifreier Geschosse“ und „Eignung bleifreier Geschosse im Jagdbetrieb“ weiterzuführen. Gremse und Rieger führten 2010 am FWWJ hierzu bereits erste Untersuchungen in den Ländern Brandenburg, Schleswig–Holstein und Bayern durch.

## **1.2 Vorhaben**

Um den Fragestellungen nachzugehen, prüfte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Durchführung eines Entscheidungshilfedorhabens. Beratend waren das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Johann Heinrich von Thünen-Institut Eberswalde (vTI), jetzt Thünen-Institut, die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Sparte Bundesforsten, die Deutsche Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen e.V. (DEVA e.V.) und das FWWJ tätig.

Es wurde entschieden, dass das FWWJ, in Kooperation mit den Bundesforsten, die für eine Bewertung der Gesamtheit der bundesdeutschen Verhältnisse notwendige Datenbasis, insbesondere bleifreier Geschosse, mit Bezug auf Schussentfernungen und Wildmassen, ausarbeiten sollte. Die Kooperation wurde für die Jagdjahre 2010/2011 und 2011/2012 festgesetzt. Durch die Erhebungen sollten die, in den Jagdjahren 2006/2007 bis 2008/2009 im Land Brandenburg und Partnerrevieren in Schleswig-Holstein und Bayern (im Folgenden „Monitoring Brandenburg“ genannt), gesammelten Daten für bleihaltige und bleifreie Geschosse entsprechend erweitert werden. Bislang fehlten hierzu Daten zu Erlegungen schweren Wildes (> 75 kg) und zu weiten Schussentfernungen (GREMSE & RIEGER, 2010).

## **1.3 Ziel**

Die Untersuchungen hatten das Ziel einen Wirkungszusammenhang zwischen Messwerten zur Geschossleistung („Wirksamkeit“) und Beobachtungen zur Schusswirkung („Tötungswirkung“) im Jagdbetrieb zu prüfen. Hieraus sollten objektive Aussagen mit Bezug auf Messwerte zur Geschossleistung, zur Tierschutzgerechtigkeit des Einsatzes von insbesondere bleifreien Geschossen und deren Eignung für den jagdlichen Einsatz getroffen werden.

## **1.4 Kooperationspartner**

Das FWWJ und die Bundesforsten schlossen im Rahmen der Durchführung des Entscheidungshilfedorhabens eine Kooperationsvereinbarung für die Erhebung von Daten im Jagdbetrieb ab.

Das FWWJ schloss mit der Schwedischen Universität für Landnutzung, Abteilung Wild-, Fisch und allgemeine Ökologie, Dr. John P. Ball (Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö, Dr. John P. Ball) eine Kooperationsvereinbarung für die statistischen Analysen ab.

Mit den Datenerhebungen zur Zielballistik wurde die DEVA e. V. durch das FWWJ beauftragt.

## **1.5 Voruntersuchungen**

Das FWWJ hatte bereits im Monitoring Brandenburg Daten zum Einsatz von Geschossen unterschiedlicher Materialien im Jagdbetrieb mittels Abschussberichten (n= 6469) erhoben und ausgewertet. Unterschiede zwischen bleifreien und bleihaltigen Geschossen im jagdlichen Einsatz (insbesondere auch zur Fluchtstrecke) ließen sich jedoch nicht mit der Gruppierung nach Geschossmaterial begründen (GREMSE & RIEGER, 2010).

Bei der Auswertung der Daten des Monitorings Brandenburg zeigte sich, dass:

- die Verteilung der Wildstärkeklassen stark rechtsschief zu schwachem Wild war. Aussagen zu Wild höherer Stärkeklassen konnten nicht abschließend getroffen werden, da hierzu keine Daten vorlagen.
- die Verteilung der Schussentfernungen stark rechtsschief zu kurzen Schussentfernungen war. Aussagen zu weiten Schüssen konnten aus oben genanntem Grund ebenfalls nicht abschließend getroffen werden.

Im Ergebnis ließen die erhobenen Daten keine auf bundesdeutsche Verhältnisse übertragbaren Schlüsse hinsichtlich Schussentfernungen und Stärkeklassen des erlegten Wildes zu. Die Daten der Erhebungen des Monitorings Brandenburg bilden zusammen mit den Daten der Jagdjahre 2010/2011 und 2011/2012 von den Flächen der Bundesforsten (im Folgenden „Bundesmonitoring“ genannt) die Grundlage für den vorliegenden Bericht.

## **1.6 Grundlagen**

### **1.6.1 Tierschutz und Geschosseinsatz im Rahmen ordnungsgemäßer Jagd**

In Deutschland werden jährlich im Durchschnitt rund 1,7 Mio. Stück Schalenwild (Deutscher Jagdverband (im Folgendem „DJV“ genannt), 2012) im Rahmen ordnungsgemäßer Jagdausübung erlegt. Der Einsatz von Geschossen aus Jagdgewehren ist das gesetzlich nicht verbotene und praktisch geeignete Mittel zur Erlegung von Schalenwild (siehe 1.7.2). Damit stehen Geschosswahl und Tierschutz im Jagdbetrieb in einem direkten Zusammenhang. Für eine Bewertung der jagdpraktischen Eignung und der tierschutzgerechten Anwendbarkeit von Jagdgeschossen gibt es bislang keine Grenzwerte oder Verfahren (KRONE, 2008). Der Einsatz von Jagdgeschossen wird dabei grundsätzlich als tierschutzkonform betrachtet (DJV, 2012).

### **1.6.2 Belange der jagdpraktischen Eignung von Geschossen**

Die Anforderungen an Büchsen- und Gewehrpatronen für den Einsatz zur Erlegung der jährlich rund 1,7 Mio. Stück Schalenwild sind vielfältig. In vorangegangenen Untersuchungen (GREMSE & RIEGER, 2010) wurden genannt:

1. Preis der Munition
2. Waffenverträglichkeit der Munition
3. Verfügbarkeit der Munition im Handelsnetz und über die Kaliberpalette
4. Verwertbarkeit des Wildbrets
5. schnellstmögliches Verenden des Wildes
6. kurze Fluchtstrecke
7. deutlich erkennbare, verlässliche Spuren des Besusses (Pirschzeichen)

Dabei stehen die Punkte 1., 2., 3. und 4. nicht im Zusammenhang mit der Tötungswirkung der Geschosse. Diese Belange der „jagdpraktischen Eignung“ wurden im Rahmen vorhergehender Untersuchungen (GREMSE & RIEGER, 2010) analysiert. Zwar wurden die Fragen auch den Beteiligten des Bundesmonitorings im Jagdbetrieb gestellt, jedoch waren sie nicht Gegenstand weiterer Untersuchungen. Erkenntnisse zum Preis und zur Verfügbarkeit von bleifreier und bleihaltiger Munition, die im Laufe der Untersuchungen „Monitoring Brandenburg“ und „Bundesmonitoring“ gewonnen wurden, wurden dem Kooperationspartner begleitend zur Verfügung gestellt. Die Anforderungen 5., 6. und 7. sind dagegen sowohl jagdpraxis- als auch tierschutzrelevant. Diese Belange („schnellstmögliches Verenden des Wildes“, „kurze Fluchtstrecke“ und „deutlich erkennbare, verlässliche Spuren des Besusses (Pirschzeichen)“) und ihre Abhängigkeit von der Wahl des

Geschossmaterials und insbesondere den in der Praxis realisierten Geschosswirksamkeiten sind Gegenstand dieses Berichtes.

## **1.7 Gesetzliche Rahmenbedingungen**

### **1.7.1 Jagd im Tierschutzgesetz**

In § 1 des Tierschutzgesetzes (nach BGBl., 2006, I, S. 1206) wird dessen Zweck umrissen:

„Zweck dieses Gesetzes ist es, aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen. Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen.“

Ist nach § 4 (1) Tierschutzgesetz „die Tötung eines Wirbeltieres ohne Betäubung im Rahmen weidgerechter Ausübung der Jagd oder auf Grund anderer Rechtsvorschriften zulässig oder erfolgt sie im Rahmen zulässiger Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen, so darf die Tötung nur vorgenommen werden, wenn hierbei nicht mehr als unvermeidbare Schmerzen entstehen. Ein Wirbeltier töten darf nur, wer die dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten hat.“

Für die vorliegende Untersuchung leitet sich daraus ab:

- 1) Die Jagdausübung auf Schalenwild erfüllt, in Einklang mit allen relevanten Rechtsvorschriften, den Gegenstand des „vernünftigen Grundes“ zur Tötung eines Wirbeltieres.
- 2) Die Beurteilung der Einsetzeignung von Geschossen muss die Trennung von nicht ausreichend wirksamen Geschossen und ausreichend wirksamen Geschossen zum Ziel haben. Die Verwendung von nicht ausreichend wirksamen Geschossen ist dann vermeidbar.

Nach KRONE (2008) liegt eine solche Möglichkeit der Trennung und Identifikation von Einsatzbereichen und Leistungsniveaus von Jagdgeschossen bisher noch nicht vor.



## 1.7.2 Tierschutz im Jagdgesetz

§ 19 (Sachliche Verbote) des Bundesjagdgesetzes (nach BGBl. 1976, I, S. 2849) schränkt den Einsatz von Geschossen zur Jagd auf Schalenwild ein:

„(1) Verboten ist

- 1 mit Schrot, Posten, gehacktem Blei, Bolzen oder Pfeilen, auch als Fangschuß, auf Schalenwild und Seehunde zu schießen;
2.
  - a) auf Rehwild und Seehunde mit Büchsenpatronen zu schießen, deren Auftreffenergie auf 100 m (E 100) weniger als 1 000 Joule beträgt;
  - b) auf alles übrige Schalenwild mit Büchsenpatronen unter einem Kaliber von 6,5 mm zu schießen; im Kaliber 6,5 mm und darüber müssen die Büchsenpatronen eine Auftreffenergie auf 100 m (E 100) von mindestens 2 000 Joule haben; [...]“

Darüber hinaus gilt nach § 19 (3): „Die in Absatz 1 Nr. 2 Buchstaben a und b vorgeschriebenen Energiewerte können unterschritten werden, wenn von einem staatlichen oder staatlich anerkannten Fachinstitut die Verwendbarkeit der Munition für bestimmte jagdliche Zwecke bestätigt wird.“

§ 22 a erläutert die Verhinderung vermeidbarer Schmerzen und Leiden nach dem Krankschießen eines Stückes:

„(1) Um krankgeschossenes Wild vor vermeidbaren Schmerzen oder Leiden zu bewahren, ist dieses unverzüglich zu erlegen; das gleiche gilt für schwerkrankes Wild, es sei denn, daß es genügt und möglich ist, es zu fangen und zu versorgen.

(2) Krankgeschossenes oder schwerkrankes Wild, das in einen fremden Jagdbezirk wechselt, darf nur verfolgt werden (Wildfolge), wenn mit dem Jagdausübungsberechtigten dieses Jagdbezirkes eine schriftliche Vereinbarung über die Wildfolge abgeschlossen worden ist. Die Länder erlassen nähere Bestimmungen, insbesondere über die Verpflichtung der Jagdausübungsberechtigten benachbarter Jagdbezirke, Vereinbarungen über die Wildfolge zu treffen; sie können darüber hinaus die Vorschriften über die Wildfolge ergänzen oder erweitern.“

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsansatz

Im Rahmen ordnungsgemäßer Jagdausübung darf Schalenwild nur unter Zufügung von unvermeidbaren Schmerzen erlegt werden (siehe 1.7.1). Der Kugelschuss ist das in Deutschland gesetzlich nicht verbotene und praktisch gebräuchliche Mittel.

Jeder einzelne Erlegungsvorgang ist aus Sicht des Tierschutzes relevant – das heißt einerseits, dass dem Tier in jedem Einzelfall vermeidbare Schmerzen zu ersparen sind und andererseits, dass das Einzelereignis des Beschusses Grundlage für die Bewertung der Eignung von Geschossen sein muss.

Die „Schusswirkung“ ist die Summe der an das Einzelereignis gekoppelten, beobachtbaren Reaktionen des beschossenen Stückes als Folge des Beschusses. Sie kann damit immer erst nach einem Beschuss beurteilt werden (KNEUBUEHL, 2008). Die Schusswirkung resultiert aus:

- 1) der Lage des Treffers
- 2) der Wirksamkeit des Geschosses
- 3) den psychologischen/ physiologischen Zuständen des zu erlegenden Stückes.

Mittels eines standardisierten Abschussberichtprotokolls (siehe Punkt 12) wurden im Jagdbetrieb Beobachtungen zum Einsatz von Geschossen erhoben (Projekte „Monitoring Brandenburg“ und „Bundesmonitoring“, n=11.371).

Die Trefferlage ist unabhängig vom Geschossmaterial (GREMSE & RIEGER, 2010) und auch der psychologische/ physiologische Zustand des zu erlegenden Stückes (z.B. Erregungszustand, Körpermasse) bleibt von der Materialwahl unbeeinflusst. Die Wirksamkeit des Geschosses hingegen kann nach KNEUBUEHL (2008) in standardisierten Testverfahren ermittelt werden und ist konstruktiv steuerbar.

Aussagen zu den Auswirkungen von Beschränkungen der Wahl von Geschossmaterialien auf den Jagdbetrieb müssen daher auf die Geschosswirksamkeit bezogen werden (GREMSE & RIEGER, 2010).

Der Einfluss der Wahl des Geschossmaterials auf die Geschosswirksamkeit wurde im Rahmen des ergänzenden Berichtes ausgewertet. Zusätzlich sollte ein Zusammenhang zwischen Geschosswirksamkeit und beobachteter Wirkung geprüft werden.

Des Weiteren wurde die Zufriedenheit der Jäger im Zusammenhang mit Ausschuss, Pirschzeichen und Nachsuche untersucht.

## 2.2 Auswahl und Begründung der abhängigen Variablen

Als abhängige Variable werden folgende, tierschutzrelevante Aspekte der jagdpraktischen Eignung der Geschosse gesehen:

- schnellstmögliches Verenden des Wildes
- kurze Fluchtstrecke
- Spuren des Beschusses

Eine Erfassung des zeitlichen Zusammenhangs zwischen Beschuss und Verenden des Wildes im praktischen Jagdbetrieb ist nicht umsetzbar.

Der Parameter „kurze Fluchtstrecke“ hingegen kann durch Jägerinnen und Jäger (Im Folgenden Jäger genannt) geschätzt werden. Die Fluchtstrecke ergibt sich aus der Aneinanderreihung folgender Ereignisse: Beschuss – Trefferlage – Wundausdehnung – Blutverlust – Abnahme der Handlungsfähigkeit des getroffenen Stückes – Verenden. Aus dieser Abfolge ergibt sich der Bezug der Länge der Fluchtstrecke zur Tötung des Stückes.

Die Länge der Fluchtstrecke wurde daher, weil beobachtbar und in Zusammenhang zum zeitlichen Verenden des beschossenen Stückes stehend, als abhängige Variable festgesetzt. Daraufhin wurde der Einfluss des Geschossmaterials, der Wildart (Rotwild, Damwild, Schwarzwild, Rehwild), der Wildmasse (aufgebrochen), der Trefferlage allgemein sowie der Trefferlage bei den jeweiligen Wildarten (Rotwild, Damwild, Schwarzwild, Rehwild) und der Auftreffenergie allgemein sowie der Auftreffenergie bei den jeweiligen Wildarten (Rotwild, Damwild, Schwarzwild, Rehwild) auf die Länge der Fluchtstrecke ermittelt. Anschließend wurde die Abhängigkeit der Länge der Fluchtstrecke von der Kombination der Parameter „Trefferlage“, „Auftreffenergie“ und „Wildart“ untersucht.

Die „deutlich erkennbaren, verlässlichen Spuren des Beschusses (Pirschzeichen)“ (siehe 3.2.25) übermitteln dem Jäger im Jagdbetrieb wichtige Informationen über den erfolgten Beschuss. Im Falle des Verwundens eines Stückes greift der Tierschutzbelang mit einer ordnungsgemäßen Nachsuche. Irrtümliche Lageeinschätzungen aufgrund fehlender Beschuss Spuren (Pirschzeichen) können zu falschen Einschätzungen, die im ungünstigsten Falle den Erfolg der Nachsuche beeinträchtigen, führen.

## 2.3 Felderhebungen

Im Rahmen des Monitorings Brandenburg wurden 6469 Abschussberichte erhoben. Diese Daten wurden, zusammen mit den verfahrensgleich erhobenen Daten des Bundesmonitorings ausgewertet. Grundprinzip der Erhebung war das Ausfüllen eines Abschussberichtes durch den Jäger nach der Erlegung eines Stückes Schalenwild. Der Abschussbericht erfasst 85 Variable zum Schussgeschehen (siehe Punkt 12). Insgesamt wurden 11.371 Abschussberichte (im Folgenden „Felddaten“ genannt) erfasst und ausgewertet.

## 2.4 Laborerhebungen

### 2.4.1 Geschossenergie und Zielwirkung/ Wirksamkeit

Ein Geschoss in Bewegung verfügt über Bewegungsenergie (SI – Einheit Joule [J]). Sie ist Funktion der Geschossmasse und der Geschossgeschwindigkeit. Die Geschossmasse (SI – Einheit Kilogramm [kg]) bleibt im Flugverlauf konstant, die Geschossgeschwindigkeit (SI – Einheit Meter pro Sekunde [m/s]) dagegen nimmt im Flugverlauf ab. Die Bewegungsenergie des Geschosses („Geschossenergie“) kann für jeden beliebigen Punkt der Geschossflugbahn mit der Formel

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

berechnet werden, wobei

E	die Geschossenergie in Joule [J]
m	die Geschossmasse in Kilogramm [kg]
v	Geschossgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde [m/s]

bezeichnet. Da die Geschossmassen sich in einer Größenordnung von 2,9 bis 31,5 Gramm bewegen (siehe Punkt 3.2.7), wird bei der Berechnung der Geschossenergie für die Geschossmasse die Einheit Gramm verwendet und die Gleichung um einen entsprechenden Umrechnungsfaktor ergänzt.

Kriterium für die Beschreibung der Zielwirkung ist die Energie des Geschosses im Moment des Auftreffens auf das Ziel („Auftreffenergie“). Sie stellt zielballistisch das „gesamte Wirkungspotential“ des Geschosses dar (KNEUBUEHL, 2009) und ist die einzige Energiequelle für Veränderungen im Zielmedium. Nicht in jedem Fall kann die gesamte Auftreffenergie zielballistisch wirksam werden. Nach Eintritt in das Ziel bahnt sich das Geschoss einen Weg durch das Zielmedium. Verlässt es das Ziel, spricht man von einem „Durchschuss“, wobei der Geschosseintritt als „Einschuss“ und der Geschossaustritt als „Ausschuss“ bezeichnet wird. Kommt das Geschoss noch im Ziel zur Ruhe, spricht man von einem „Steckschuss“. Die Wegstrecke (Länge L [m]) zwischen Einschuss und Ausschuss (beim Durchschuss) beziehungsweise Einschuss und Geschosslage (beim Steckschuss) wird als „Eindringtiefe“ bezeichnet. Am Ziel wird das Geschoss stark abgebremst und gibt dadurch

Bewegungsenergie ab. Die entlang der Eindringtiefe („Wegstrecke“) in das Zielmedium abgegebene Energie wird als „ $E_{ab}$ “ abgekürzt. Diese wird berechnet als Differenz zwischen Auftreffenergie und Geschossenergie bei Austritt des Geschosses. Im Fall eines Steckschusses ist die abgegebene Energie gleich der Auftreffenergie. Die Maßzahl für die örtliche Energieabgabe  $E'_{ab}$  (in Joule/cm [J/cm]) entlang der Wegstrecke („Eindringtiefe“) wird als „Wirksamkeit“ beschrieben. Sie ist die für zielballistische Betrachtungen entscheidende Größe (KNEUBUEHL, 2008).

#### **2.4.2 Messung der Geschosswirksamkeit**

Im Rahmen zielballistischer Versuche werden Simulanzmedien verwendet. Als „Simulanz“ dienen Materialien, die gegenüber den relevanten, biologischen Stoffen und Geweben ähnliche Eigenschaften aufweisen. Zum Einsatz kommen dabei im Wesentlichen ballistische Seife und Gelatine. Die Verwendung beider Stoffe geht nach FACKLER (1991) bereits zurück auf Arbeiten von Emil Theodor Kocher, der Ende des 19. Jahrhunderts „Experimentelle Untersuchungen ueber die Wirkungsweise der Modernen Kleingewehr Geschosse“ durchführte. Beide Stoffe erfüllen bei entsprechender Rezeptur und Temperatur die Anforderung, dem Geschoss einen, der menschlichen und tierischen Muskulatur ähnlichen Widerstand zu bieten. Durch die Homogenität des Materials und Kontrolle äußerer Faktoren (z.B. Temperatur) ist eine Vergleichbarkeit und Wiederholbarkeit von Versuchen erreichbar. FACKLER und MALINOSKI (1984, 1985) wiesen einen hohen Grad an Repräsentanz von 10% Gelatine bei 4°C für lebendes tierisches Muskelgewebe nach. Der NATO – Standard sieht 20% Gelatine bei 10 °C vor (KNEUBUEHL, 2008). Das Testverfahren<sup>3</sup> der Deutschen Hochschule der Polizei für Munition der Polizei von Bund und Ländern sieht ebenso wie die Fa. RUAG, Ammotec, Fürth, 20% Gelatine bei 15 °C vor (KNEUBUEHL, 2008). KNEUBUEHL, 2008 beschreibt die Herstellung und Eigenschaften von Seife als Medium für Beschusstests. Abbildung 1 zeigt zielballistische Untersuchungen zur Eindringtiefe einer Stahlkugel bei gleicher Geschwindigkeit in unterschiedliche Medien und Körperabschnitte.

---

<sup>3</sup> Technische Richtlinie "Patrone 9 mm x 19, schadstoffreduziert", Stand: September 2009 ([http://www.pfa.nrw.de/PTI\\_Internet/pti-intern.dhpol.local/WG/Regelungen/Munition/TR\\_Munition\\_mit\\_Anlagen1-13\\_09-09.pdf.html](http://www.pfa.nrw.de/PTI_Internet/pti-intern.dhpol.local/WG/Regelungen/Munition/TR_Munition_mit_Anlagen1-13_09-09.pdf.html))

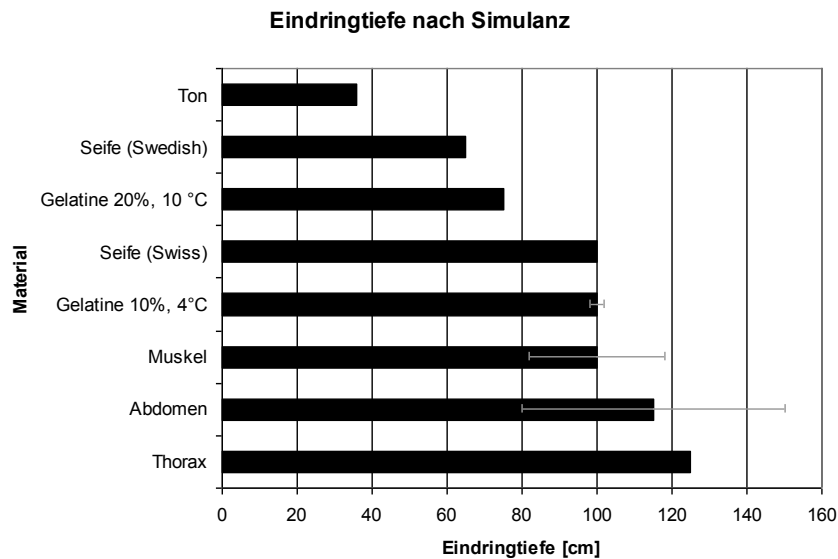


Abbildung 1: Eindringtiefe einer Stahlkugel in verschiedene Medien nach Fackler (nach KNEUBUEHL, 2008)

Durch die Homogenität der Simulanzmedien wird eine Vergleichbarkeit von Beschüssen untereinander erreicht. Durch Umrechnungsfaktoren können Beschüsse unterschiedlicher Medien miteinander verglichen werden. JUSSILLA (2004) wertete die Literatur zur Verwendung von Gelatine als Beschussmedium aus und schlug eine Standardmethode zur Herstellung von Gelatineblöcken vor. Das Grundprinzip der Anwendung von Seife beziehungsweise Gelatine als Medium zur Messung von Geschossleistungen entspricht sich. Ziel ist jeweils die Ermittlung der örtlichen Energieabgabe  $E'_{ab}$  in J/cm.

Gelatine verhält sich im Beschuss dynamisch. Es kommt zur Bildung einer Kaverne, die unter pulsierenden Bewegungen in sich zusammenfällt. Zurück bleiben der Weg des Geschosses und ein Rissmuster um den Geschossweg. GAWLICK UND KNAPPWORST (1971) entwickelten ein Verfahren, mit dem sie durch Auswertung der Risslängen die Energieabgabe entlang des Schusskanals ermittelten. Dazu schnitten sie den Gelatineblock in Scheiben und maßen die nun sternförmig erkennbaren Risslängen aus (Abbildung 2).

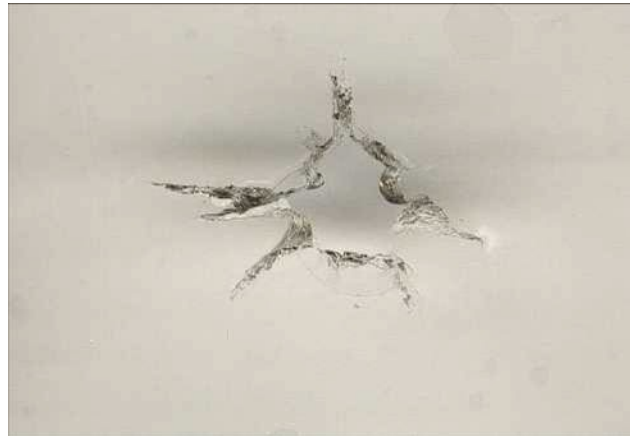


Abbildung 2: Schusskanal mit seitlichen Risslängen in Gelatine in der Draufsicht 90° in den Schusskanal. (Quelle: Deutsche Hochschule der Polizei)

Seife verhält sich im Schuss plastisch. Im Seifenblock bildet sich durch den, im Schuss ursächlichen Energieeintrag eine bleibende Kaverne (Abbildung 3).



Abbildung 3: Schusskanal in Seife, längs aufgetrennt. (Quelle: DEVA e. V.)

Am Computer wird der Durchmesser der Kaverne skaliert vermessen (Abbildung 4) und in Kontext zur Energieabgabe gesetzt (siehe 2.4.2). Dies wurde für die aktuelle Untersuchung nach dem Standardverfahren von KNEUBUEHL (2008) von der DEVA e.V. mit dem Computerprogramm k - Analyzer durchgeführt (Abbildung 4). Über das, durch die Verdrängung von Seifenmaterial entstandene Volumen wird, bezogen auf die Wegstrecke, die Wirksamkeit in [J/cm] ermittelt.



Abbildung 4: Vermessung des Schusskanals am PC von skaliertem Photographie

Für die anstehende Untersuchung wurde als Standardmedium die Verwendung von Seifenblöcken gewählt. Diese wurde vom Unterauftragnehmer, der DEVA e.V. beschafft und zur Erhebung der ballistischen Daten (BDE) gemäß FWWJ – Beschussplan (siehe 2.4.5) eingesetzt.

### 2.4.3 Geschossauswahl für Laborversuche (Ballistische Datenerhebung)

Die Auswertung der Felddaten (siehe 3.2) ergab, dass Wild mit insgesamt 64 Geschosstypen von 12 Kalibergruppen (Geschossdurchmessern) mit 49 unterschiedlichen Kalibern auf sechs unterschiedlichen Entfernungsklassen erlegt wurde. Da auf nur fünf von 64 verwendeten Geschosstypen mehr als 5% der insgesamt getätigten Abschüsse entfielen, wurde aufgrund der häufigen Verwendung dieser Geschosse auf eine generelle Zufriedenheit der Jäger geschlossen. Um ermitteln zu können, wie die messbare Leistung dieser Geschosse mit den Beobachtungen aus der Praxis korreliert, wurden sie von der DEVA e.V. geprüft.

Aus einer geringeren Verwendung bestimmter Geschosse ist jedoch nicht notwendigerweise auf eine Unzufriedenheit der Jäger zu schließen. Negative Bewertungen durch die Testpersonen wurden erfasst. In die Geschossauswahl für die Prüfung durch die DEVA e.V. wurden auch solche, in der Praxis als problematisch erkannte Geschosse, einbezogen. Die Auswahl der getesteten Geschosstypen zeigt Tabelle 1 unter Punkt 2.4.5.

### 2.4.4 Bestimmung der Auftreffgeschwindigkeit

Um die Laborbeschüsse mit Felddaten korrelieren zu können, war es notwendig eine Messgröße zu definieren, die es erlaubt ein Einzelereignis der Erlegung aus den Felddaten mit der entsprechenden Geschossleistung im Messmedium des Laborversuchs zu verknüpfen. Dies sollte über die Auftreffgeschwindigkeit  $V_{\text{AUF}}$  des Geschosses in Meter pro Sekunde [m/s] erfolgen.

Die Auftreffgeschwindigkeit ist eine Funktion der Mündungsgeschwindigkeit, der Schussentfernung und des ballistischen Formwertes des Geschosses (Abbildung 5). Die Mündungsgeschwindigkeit ist



dabei die Geschwindigkeit des Geschosses in Metern pro Sekunde kurz nach Verlassen der Laufmündung. Der ballistische Formwert (G1) beschreibt die äußere Form des Geschosses gegen ein Normalgeschoss. Der Wert wird benötigt um die Auftreffgeschwindigkeit in m/s mittels entsprechender, außenballistischer Programme zu berechnen. Der ballistische Formwert der untersuchten Geschosse lag zwischen 0,5 und 0,1.

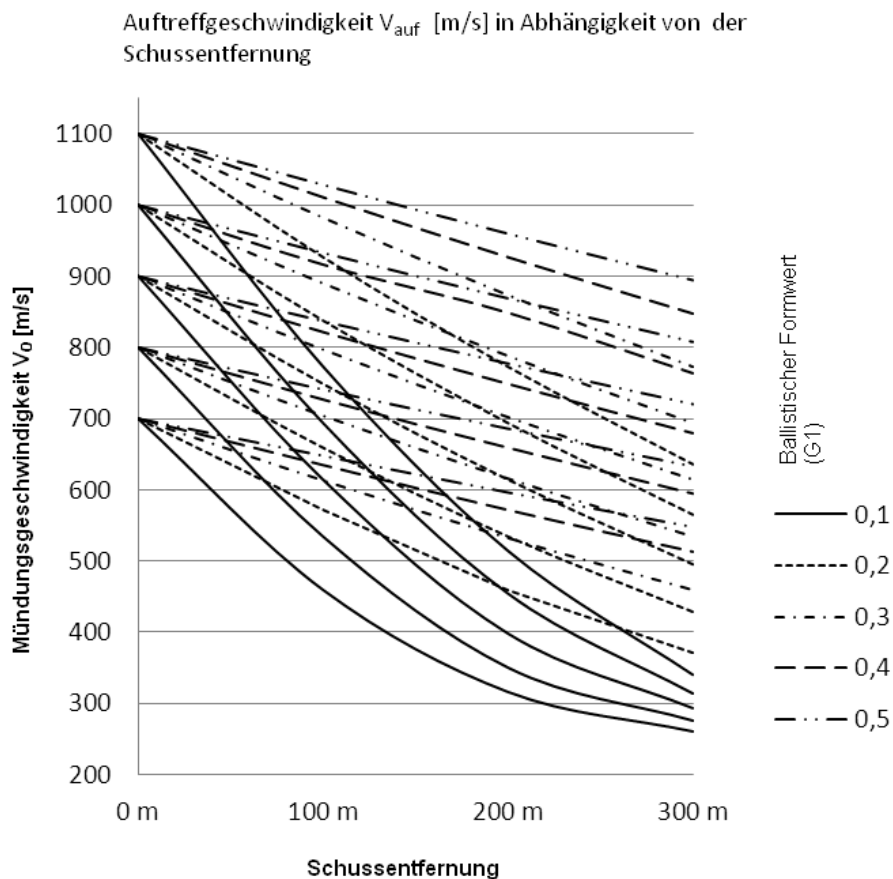


Abbildung 5: Ableitung der Auftreffgeschwindigkeit  $V_{Auf}$  [m/s] in Abhängigkeit von der Mündungsgeschwindigkeit  $V_0$  [m/s], dem ballistischen Formwert (G1) und der Schussentfernung [m].

Die Mündungsgeschwindigkeit ist in erster Linie eine Funktion der Leistung der verwendeten Laborierung des entsprechenden Kalibers mit dem verwendeten Geschoss. Waffenseitige Parameter wie Länge und Beschaffenheit des Laufes beeinflussen die Mündungsgeschwindigkeit in geringerem Maße (siehe 3.4). Die Pulvermenge und -art ist kaliber- und laborierungsspezifisch unterschiedlich und hängt in erster Linie vom Hülsenvolumen ab. Innerhalb einer Kalibergruppe (Geschossdurchmesser) gibt es unterschiedliche Hülsenvolumina. Ein Geschosstyp ist in Laborierungen verschiedener Kaliber am Markt erhältlich. Beispielhaft kann hier das Hornady GMX 10,7 g Geschoss genannt werden. Es ist ab Werk in den Kalibern .308 Winchester, .30-06 Springfield

und .300 Winchester Magnum verfügbar. Entsprechend ihres Hülsenvolumens und der kaliberspezifischen Gasdrucknormen erreichen diese unterschiedliche Leistungen (Mündungsgeschwindigkeiten in m/s). Daher muss die Auftreffgeschwindigkeit laborierungsabhängig errechnet werden, um letztendlich die Auftreffenergie als Gesamtwirksamkeitspotential einzelfallspezifisch errechnen zu können.

Hierzu müssen zwei Eingangsgrößen bekannt sein (siehe 2.4.1):

- die *Auftreffmasse in Gramm [g]* und die
- *Auftreffgeschwindigkeit  $V_{AUF}$  in Meter/Sekunde [m/s]*.

Aus der Auftreffmasse und der Auftreffgeschwindigkeit wird die *Auftreffenergie in Joule [J]* über die Formel  $E_{AUF} = \frac{1}{2} m V_{AUF}^2$  errechnet, wobei

$E_{AUF}$  = Auftreffenergie in Joule [J]

m = Geschossmasse in Gramm [g] vor dem Auftreffen auf das Ziel

$V_{AUF}$  = Auftreffgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde [m/s] ist.<sup>4</sup>

Um einen Vergleich der Auftreffgeschwindigkeit durchführen zu können, wurde für die anstehende Untersuchung ein „Geschwindigkeitsfenster“ für die Laborbeschüsse erstellt (Tabelle 1). Dieses Geschwindigkeitsfenster wurde in der Regel in 100 m/s – Schritten in der Seife geschossen. Dadurch konnte ein sehr genaues Bild der geschwindigkeitsabhängigen Leistung und des Verhaltens des Geschosses dargestellt werden.

Die maximale Auftreffgeschwindigkeit entspricht dabei der höchsten zu erwartenden Auftreffgeschwindigkeit je Geschoss. Diese ist dann zu erwarten, wenn das Geschoss in dem für die Kalibergruppe leistungsstärksten Kaliber auf kurze Entfernung (0-30m) eingesetzt wird.

Die minimale Auftreffgeschwindigkeit ist dann zu erwarten, wenn das Geschoss in dem für die Kalibergruppe leistungsschwächsten Kaliber auf 300 Meter, als im regulären Jagdbetrieb angenommene Höchstschussweite (GREMSE & RIEGER, BfR- Tagungsband 2011), eingesetzt wird.

---

<sup>4</sup> Die Formel für Energie verwendet die SI– Einheit für Masse [kg]. Da die Geschossmassen jagdlich verwendeter Kaliber in der aktuellen Untersuchung zwischen 2,9 und 31,5 Gramm [g] liegen, wird mit dieser Einheit, unter Berücksichtigung des entsprechenden Umrechnungsfaktors, gerechnet.

## 2.4.5 Ballistische Datenerhebung im Laborversuch

Zur ballistischen Datenerhebung werden die in Tabelle 1 genannten Geschosstypen in den angegebenen Geschwindigkeitsstufen in ballistische Seife geschossen. Als Geschosstyp wird stets die Konstruktion mit Name, Kaliber und Masse angegeben.

<b>Beschussplan</b>						
#	Kal.	Geschosskonstruktion	Materialgruppe	Masse [g]	Auftreffgeschwindigkeit [m/s]	Abstufung $V_{Auf}$ [m/s]
1	12_70	Flintenlaufgeschoss	Bleihaltig	31,5	400	
2	7,62	Vollmantelgeschoss	Bleihaltig	9,5	800 - 600	100
3	8	Geco Teilmantel	Bleihaltig	12,7	750 - 550	100
4	7	Hornady GMX	Bleifrei	9,0	950 - 550	100
5	8	Impala KS	Bleifrei	6,5	900 - 300	150
6	7,62	Impala LS	Bleifrei	8,4	950 - 650	100
7	7,62	Brenneke TAG	Bleifrei	10,0	900 - 500	100
8	8	Brenneke TAG	Bleifrei	11,3	850 - 450	100
9	7	Brenneke TIG nat.	Bleifrei	8,3	900 - 700	100
10	7	RWS Teilmantel	Bleihaltig	9,0	950 - 650	100
11	9,3	RWS Teilmantel	Bleihaltig	18,5	650 - 450	100
12	7,62	Barnes TSX	Bleifrei	10,7	900 - 500	100
13	8	Barnes TSX	Bleifrei	11,7	750 - 550	100
14	9,3	Brenneke TUG nat.	Bleifrei	14,2	800 - 700	100
15	7,62	Norma Vulkan	Bleihaltig	11,7	850 - 550	100
16	7,62	RWS Evolution *	Bleihaltig	11,9	* Untersuchung IZW, 2008	
17	7,62	Lapua Naturalis *	Bleifrei	11,7		
18	7,62	Möller KJG *	Bleifrei	8,0		
19	7,62	Barnes TSX *	Bleifrei	11,7		

Tabelle 1: Beschussplan der ballistischen Datenerhebung nach Kaliber, Geschosskonstruktion, Materialgruppe, Masse, Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit und Abstufung der Auftreffgeschwindigkeit

Die Beschüsse wurden von der DEVA e.V. mit Hilfe einer Schiessmaschine durchgeführt (Abbildung 6). In der Raumschiessanlage wurde auf eine Entfernung von 10 Metern in den Seifenblock geschossen (Abbildung 7). Jeweils 250 cm vor und 80 cm hinter dem Block<sup>5</sup> wurde mittels Lichtschranken die Auftreff- beziehungsweise Austrittsgeschwindigkeit ermittelt. Aus dem Block ausgetretene Geschossreste wurden im Wattekasten aufgefangen und standen für die Auswertungen

<sup>5</sup> Abweichend vom Bericht vom 30.11.2012 wird hier die korrekte Position der Lichtschranken im Versuchsaufbau beschrieben. Auf Grund eines Übertragungsfehlers wurde die Position der ersten Lichtschranke zuvor mit 80 cm vor dem Block angegeben.

der Restmassen zur Verfügung. In der Seife entsteht durch den Schuss eine Kaverne (Abbildung 7). Pro Geschwindigkeitsstufe wurden zwei Blöcke beschossen. Zeigten sich Unregelmäßigkeiten, wurde zur Überprüfung ein weiterer Testbeschuss durchgeführt. Insgesamt wurden 117 Blöcke Seife beschossen.



Abbildung 6: Schiessmaschine der DEVA e.V mit Datenerfassung



Abbildung 7: Seifenblock im Versuchsaufbau vor Beschuss und nach Beschuss im Schnittbild

## 2.5 Vergleichende Analyse der Feld- und Labordaten

### 2.5.1 Ansatz

Bei der Felderhebung sollten in jeden Abschussbericht durch den jeweiligen Jäger für die verwendete Laborierung die Herstellerangaben zur Mündungsgeschwindigkeit angegeben werden. Dem Geschosstyp wurde, aus den Angaben der Hersteller, der ballistische Formwert zugeordnet. Mit diesen Angaben zur erwarteten Mündungsgeschwindigkeit und zum ballistischen Formwert wurde in der Folge mit den Angaben des Jägers zur Schussentfernung die im jeweiligen Erlegungsvorgang anliegende Auftreffgeschwindigkeit des Geschosses  $V_{\text{Auf}}$  in Meter pro Sekunde [m/s] errechnet (jbm ballistics). Aus dieser wird mit der Angabe der bekannten Größe der Geschossmasse die Auftreffenergie  $E_{\text{Auf}}$  in Joule [J] errechnet.

Aus den von der DEVA e. V. ermittelten Daten (siehe Tabelle 24) zur Energieabgabe wurde am FWWJ über ein Segmentraster, Schichtdicke 5 cm, ein Vergleichsdatensatz für alle getesteten Geschosse und Auftreffgeschwindigkeiten generiert. Abbildung 8 zeigt das Segmentraster exemplarisch an einem halbierten Seifenblock, beschossen mit einem Vollmantelgeschoss<sup>6</sup>, Kaliber 7,62 mm.



Abbildung 8: Segmentraster zur lagespezifischen Auswertung der Geschosswirksamkeit (Schichtdicke 5 cm, Ordinalskalierung). Einschuss auf der linken Seite des Blockes.

<sup>6</sup> Das Bild zeigt exemplarisch die Skalierung für die Erfassung der Energieabgabe je Segment. Die Wahl eines Schnittblockes nach Beschuss mit einem Vollmantelgeschoss wurde ohne Bezug zur Eignung im Jagdbetrieb zur Illustration getroffen. Die Verdeutlichung hätte auch am nicht beschossenen Block vorgenommen werden können.

Hiermit wurden die Daten zur Geschosswirksamkeit in aufsteigender Reihung vom Einschuss an in den Segmenten (SEG) 1 (0 bis 5 cm) bis 8 (35 cm bis 40 cm) ermittelt. Hierdurch ist es möglich, die Ausprägung der Energieabgabe durch das Geschoss in dem jeweiligen Abschnitt des Seifenblocks festzuhalten.

Die Seifenbeschüsse für die überprüften Geschosse wurden gemäß Beschussplan über einen, die jagdlichen Gegebenheiten repräsentierenden Bereich von Geschwindigkeiten erhoben. Somit konnten 2881 Datensätze zu Erlegungsvorgängen im Feld über die Auftreffgeschwindigkeit geschoss- und geschwindigkeitsspezifischen Daten zur prozentualen Energieabgabe je Segment im Seifenblock gegenübergestellt werden. Die für den Einzelfall einer Erlegung in den Felddaten ermittelte Auftreffenergie wurde so zu einer ihrer Auftreffgeschwindigkeit entsprechenden Energieabgabefunktion im Seifenblock zugeordnet. Auf diese Weise konnten Zusammenhänge zwischen den Energieabgabewerten je Segment im Messmedium und den Fluchtstrecken des Wildes analysiert werden.

## **2.5.2 Erhebung an Jagdbüchsen zur Mündungsgeschwindigkeit (2013)**

Im Abschlussbericht wurden Angaben zur Lauflänge der verwendeten Waffe und zur Mündungsgeschwindigkeit nach Herstellerangabe erfragt. Die Kenntnis dieser Werte ist Voraussetzung zur Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit  $V_{\text{Auf}}$  in Meter pro Sekunde. Diese ist abhängig von Schussentfernung, ballistischen Koeffizienten des Geschosses und der Mündungsgeschwindigkeit  $V_0$  in Meter pro Sekunde.

Die Mündungsgeschwindigkeit  $V_0$  in Meter pro Sekunde ist, neben der Lauflänge und den laborierungsabhängigen Faktoren Pulverart, Pulvermenge und Geschossart, abhängig von verschiedenen waffenseitigen Größen wie Schnitt des Patronenlagers, Innenabmessungen des Laufes und Glätte der Laufwandung. Diese Faktoren können von den Jägern nicht objektiv erfasst und damit für die Untersuchung nicht berücksichtigt werden.

Im Rahmen des ergänzenden Berichtes zum Abschlussbericht vom 30.11.2012 wurden folgende Parameter, exemplarisch an sieben Jagdwaffen, Kaliber -30-06 Springfield, betrachtet:

- 1) Mittelwert der Mündungsgeschwindigkeit je Waffe
- 2) Streuung der Mündungsgeschwindigkeit um den Mittelwert je Waffe
- 3) Höhe der Differenz zwischen dem schnellsten und dem langsamsten Schuss je Waffe
- 4) Mittelwert der Mündungsgeschwindigkeit über alle Waffen
- 5) Streuung der Mündungsgeschwindigkeit um den Mittelwert über alle Waffen
- 6) Höhe der Differenz zwischen dem schnellsten und dem langsamsten Schuss über alle Waffen

7) Ermitteln eines Zusammenhanges zwischen der Lauflänge und der Mündungsgeschwindigkeit über alle Waffen

Dazu wurden jeweils 10 Schuss aus einer Waffe abgegeben und die ermittelten Mündungsgeschwindigkeiten ausgewertet (siehe 3.4). Die Schüsse wurden an einem Tag auf einer Raumschießanlage abgegeben und die Geschwindigkeit der Geschosse 3 Meter vor der Mündung (im Folgenden als „Mündungsgeschwindigkeit  $V_3$ “ bezeichnet) mit einem Messgerät (Lichtschranke Mehls BMC-18<sup>7</sup>) erfasst. Verwendet wurde dazu Munition eines deutschen Herstellers im Kaliber .30-06 Springfield. Diese wurde zuvor von der DEVA e. V. in einem C.I.P. (Commission Internationale Permanente pour l'Épreuve des Armes à Feu Portatives; Ständige Internationale Kommission für die Prüfung von Handfeuerwaffen) – Prüflauf beschossen und Gasdruck und Mündungsgeschwindigkeit vermessen. Ziel dieser Erhebung war die Prüfung der Zulässigkeit der Annahmen zum Einfluss der Lauflänge auf die Mündungsgeschwindigkeit für die „Vergleichende Analyse der Feld- und Labordaten“ zur Mündungsgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde (siehe 2.4.4).

---

<sup>7</sup> Hier sei an dieser Stelle der Fa. Outdoor Marketing International GmbH, Mellichstadt und Herrn A. Schröder für technische Unterstützung gedankt.

## **2.6 Datenverarbeitung und statistische Prüfungen**

Die Felddaten der Abschlussberichte wurden über MS Access in Datenbanken eingegeben. Dabei wurde eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt. Datentransfers mit Prof. Dr. John P. Ball (Schwedischen Universität für Landnutzung (SLU)), dem beauftragten Gutachter für Datenverarbeitung und Statistik, erfolgten mittels MS Excel. Mit Dateikodierungen wurden Datenveränderungen bei Onlinetransfers vermieden. Die statistischen Prüfungen wurden in den Statistikprogrammen JMP 8.1 und SPSS Statistics 20 durchgeführt. Für Verteilungsanalysen wurden nichtparametrische Tests (Kontingenzanalysen und Chi<sup>2</sup> Tests) mit Darstellungen als Mosaikdiagramme gewählt. Für Mittelwertvergleiche der Klassenmitten wurden einfaktorielle Varianzanalysen zur Signifikanzprüfung und für folgende Mittelwertvergleiche Student's t-Tests verwandt. Für alle Test wurde das Signifikanzniveau 5% gewählt.



### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Übersicht der Auswertungen**

Für die Beurteilung der Tötungswirkung, insbesondere bleifreier Geschosse, wurden folgende Daten ausgewertet:

##### Felddaten :

Flächenverteilung der Abschüsse aus dem Bundesmonitoring

Wildarten und Wildkörpermassen

Verwendete Kaliber

Geschosse

Geschossmaterial

Geschossmasse

Geschossgeschwindigkeiten

Schussentfernung

Trefferlage

Fluchtstrecke

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Materialgruppe

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildmasse, aufgebrochen

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart und Trefferlage

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie und Wildart

Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage, Auftreffenergie und Wildart

Einflüsse auf die Fluchtstrecke

Ausschuss und Pirschzeichen

Nachsuchen

Bewertung der Erlegung durch die Jäger

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildart

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildmasse, aufgebrochen

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und der Schussentfernung

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Fluchtstrecke

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Schweißmenge

Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit vom Geschosstyp

Prüfvariable:

Länge der Fluchtstrecken

Labordaten – Erhebung:

Eindringtiefe

Energieabgabe

Grenzgeschwindigkeiten Geschossverhalten

Vergleichende Auswertungen der Felddaten und der Labordaten:

Einfluss der Energieabgabe je Segment auf die Fluchtstrecke

Einfluss der Energieabgabe im Segment 1-3

Einfluss der Energieabgabe im Segment 4-6

Verteilung der Fluchtstrecken nach Grenzleistung Wirksamkeit

Ableitung der Einsatzentfernung

## **3.2 Ergebnisse der Felderhebungen**

### **3.2.1 Datengrundlage**

Aus den Untersuchungen des Monitorings Brandenburg aus den Jagdjahren 2006/2007 bis 2008/2009 lagen 6.469 Abschussberichte vor. Aus den Untersuchungen des Bundesmonitorings aus den Jagdjahren 2010/2011 und 2011/2012 lagen 4.902 Abschussberichte vor. Damit lagen insgesamt 11.371 Abschussberichte zu Erlegungen von Schalenwild in Deutschland vor.

In einigen Fällen weichen die, bei einzelnen Auswertungen angegeben Stichprobenumfänge von diesem Wert ab. Grund dafür ist, dass nicht für jeden Abschussbericht alle Daten zu den einzelnen Variablen durch den Jäger ermittelt werden konnten oder wurden. Fehlte beispielsweise bei einem Datensatz die Angabe zur Schussentfernung, reduzierte sich der Stichprobenumfang bei der Auswertung um den fehlenden Wert.

### 3.2.2 Flächenverteilung der Abschüsse aus dem Bundesmonitoring

Abbildung 9 zeigt die Flächenverteilung der Abschüsse aus dem Bundesmonitoring. Zugrunde liegt der Zuschnitt der Bundesforstbetriebe.

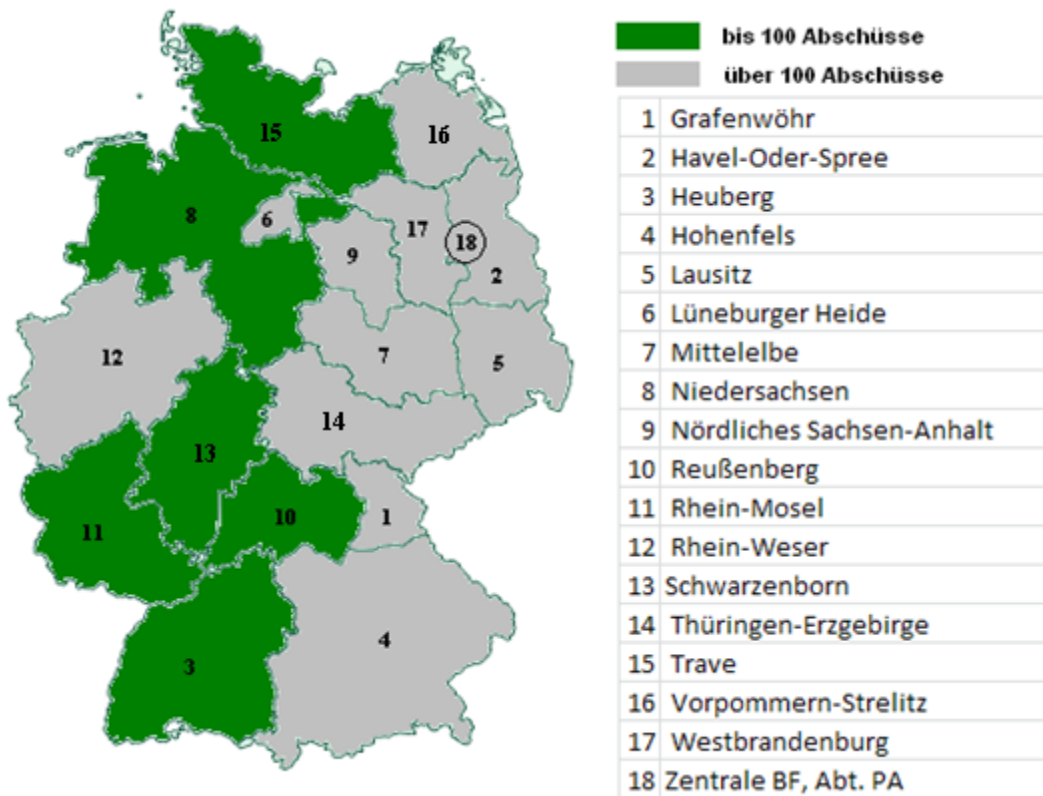


Abbildung 9: Verteilung der Abschüsse von Schalenwild im Rahmen des Bundesmonitorings (im Zuschnitt der Bundesforstbetriebe).

Es wurden in jedem Bundesforstbetrieb deutschlandweit mindestens 100 Stück Schalenwild gestreckt und dokumentiert. In 11 von 17 Bundesforstbetrieben sowie der beteiligten, zentralen Organisationseinheit (entspricht Abbildung 9 Punkt 18: Zentrale Bundesforsten, Abteilung Produktion und Absatz) wurden mehr als 100 Abschüsse erzielt und dokumentiert.

### 3.2.3 Wildarten und Wildkörpermassen

Im Folgenden werden die Wildarten (Abbildung 10) und die Massenverteilungen (Abbildungen 11 und 12) beschrieben.

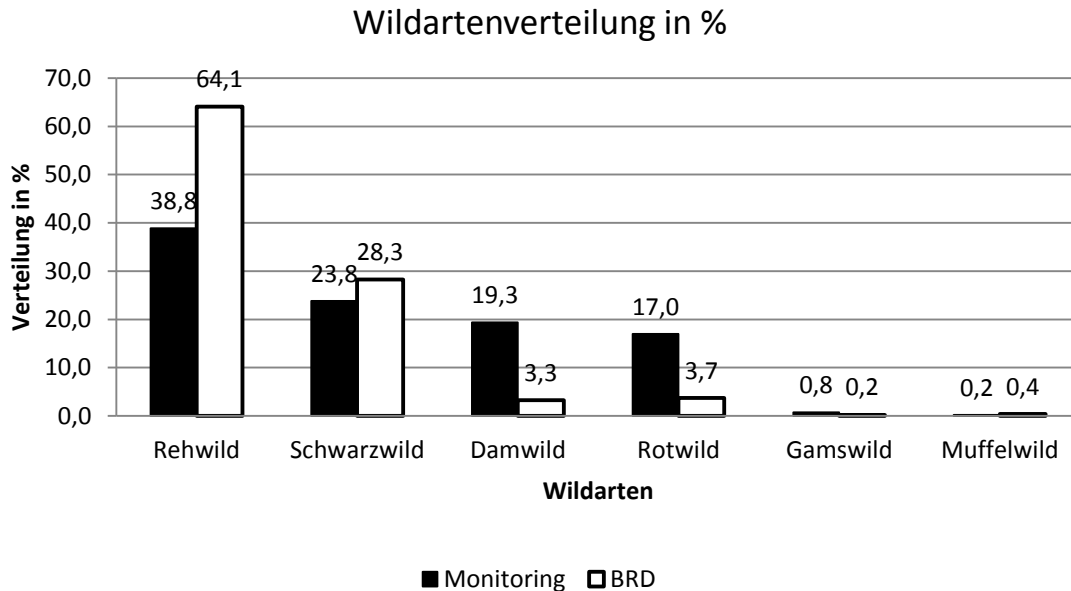


Abbildung 10: Verteilung der Abschüsse der gesammelten Daten aus dem Monitoring (Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring; n= 11.279). Dem gegenübergestellt (n= 8,6 Mio.) die Jahresstrecke der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum der Jagdjahre 2006/2007 bis 2010/2011 (DJV, 2012).

Insgesamt liegen für Auswertungen von Wildart und Massen 11.279 auswertbare Abschussberichte vor. Wie Abbildung 10 zeigt, entfallen 38,8% davon auf Rehwild-, 23,8% auf Schwarzwild-, 19,3% auf Damwild- und 17,0% auf Rotwildabschüsse. 0,8% der Abschüsse entfallen auf Gamswild und 0,2% auf Muffelwild. Zum Vergleich sind die Gesamtanteile nach Wildart an den deutschlandweiten Gesamtstrecken für den Untersuchungszeitraum (exklusive Jagdjahr 2011/2012)<sup>8</sup> aufgeführt. Die Verteilung der Abschüsse nach Wildarten, anteilig nach Masseklassen, zeigt Abbildung 11. Aufgrund der geringen Datenlage sowie geringer Erlegungsanteile für die Wildarten Gamswild und Muffelwild beziehen sich die folgenden Analysen nur auf die Wildarten Rotwild, Damwild, Schwarzwild und Rehwild.

<sup>8</sup> Deutscher Jagdschutzverband (jetzt Deutscher Jagdverband)  
[www.jagdnetz.de/datenundfakten/jahresstrecken](http://www.jagdnetz.de/datenundfakten/jahresstrecken)

### Masseverteilung nach Wildart

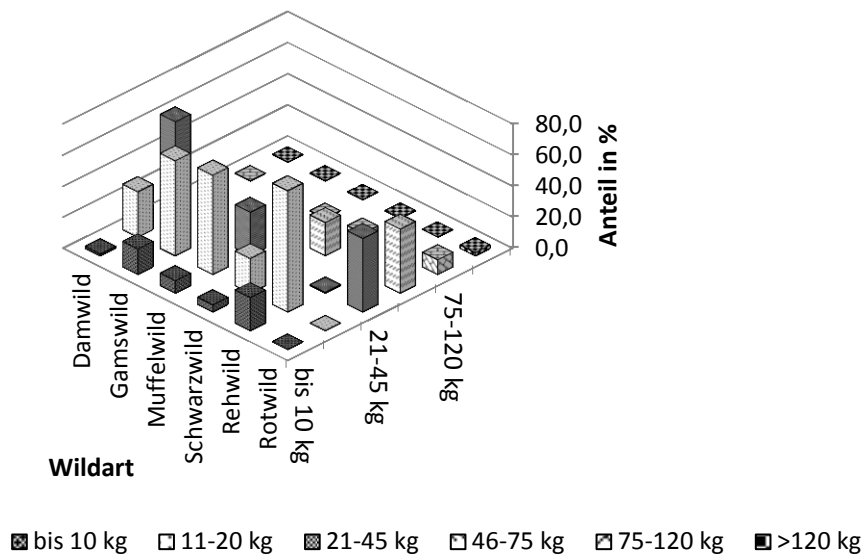


Abbildung 11: Abschüsse (n= 11.278) in Abhängigkeit von der Wildart und der Masseklasse [kg].

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Abschüsse in % über alle Wildarten aus beiden Monitoringverfahren.

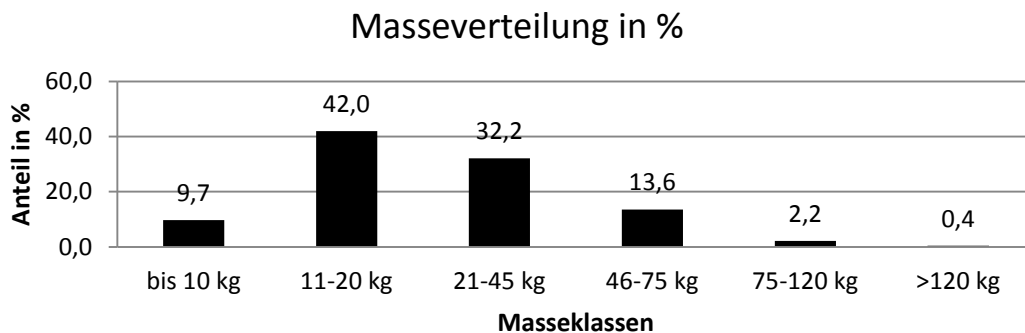


Abbildung 12: Verteilung der Abschüsse (n=11.278) auf sechs Masseklassen [kg].

Ein Ziel des Bundesmonitorings mit Bezug auf die Stärke des Wildes, ausgedrückt durch die Wildmasse, war, die rechtsschiefe Verteilung hin zu schwachem Wild aus dem Monitoring Brandenburg auf Repräsentanz für bundesdeutsche Jagdverhältnisse zu prüfen und gleichzeitig die Anzahl von Abschüssen stärkeren Wildes mengenmäßig so zu erhöhen, so dass eine Aussage auch für dieses ermöglicht wird. Abbildung 13 zeigt die relativen Erlegungshäufigkeiten nach Wildart und Projekt.

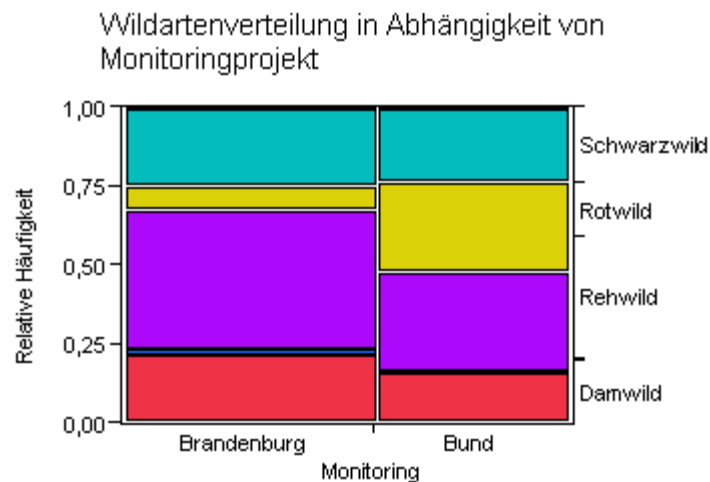


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung Abschüsse in Abhängigkeit von der Wildart und dem Projekt.

Es zeigt sich deutlich, dass sich im Bundesmonitoring der Anteil des Rotwildes stark erhöhte. Tabelle 2 vergleicht die Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler der Wildmassen nach Wildart und dem jeweiligen Monitoring (Monitoring Brandenburg, BRB; Bundesmonitoring, BUND).

Datensatz	Wildart	n	Mittelwert Wildmasse [kg]	Standard- abweichung	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95%
BRB	Rehwild	2756	13,75	4,59	0,09	13,58	13,92
BRB	Schwarzwild	1498	36,33	19,54	0,50	35,34	37,32
BRB	Rotwild	478	58,55	27,27	1,25	56,10	61,01
BRB	Damwild	1330	30,61	12,24	0,34	29,95	31,27
BUND	Rehwild	1533	13,12	4,58	0,12	12,89	13,35
BUND	Schwarzwild	1131	34,33	19,61	0,58	33,19	35,47
BUND	Rotwild	1406	50,57	24,24	0,65	49,30	51,84
BUND	Damwild	772	28,24	12,07	0,43	27,39	29,10

Tabelle 2: Wildmassen in Abhängigkeit von der Wildart und dem dazugehörigen Monitoring.

Tabelle 3 zeigt Mittelwerte und Standardabweichung und Standardfehler nach Wildart für den gesamten Datensatz.

Wildart	n	Mittelwert Wildmasse [kg]	Standard- abweichung	Standard- fehler	Untere 95%	Obere 95%
Rehwild	4289	13,52	4,6	0,07	13,39	13,66
Schwarzwild	2629	35,47	19,59	0,382	34,72	36,22
Rotwild	1884	52,59	25,27	0,582	51,45	53,73
Damwild	2102	29,74	12,22	0,267	29,22	30,27
Brandenburg	6062	26,40	19,30	0,245	25,92	26,88
Bund	4842	31,45	22,75	0,325	30,737	32,01

Tabelle 3: Wildmassen nach Wildart im gesamten Datensatz aus den Monitoring Brandenburg und dem Bundesmonitoring

### 3.2.4 Verwendete Kaliber

Im aktuellen Bericht wird zwischen den Bezeichnungen Kalibergruppe, Kaliber, Laborierung und Patrone unterschieden. Bei der zu bearbeitenden Fragestellung geht es um Geschosse und ihre zielballistische Leistung. „Kalibergruppe“ bezeichnet die Kaliber eines Geschossdurchmessers. „Kaliber“ ist die Sammelbezeichnung für Patronen gleicher Außenmaße. „Patrone“ bezeichnet die einzelne Gesamtheit aus Hülse, Zündsatz, Pulverladung und Geschoss, auf Maß laboriert. „Laborierung“ differenziert innerhalb der Kaliber nach unterschiedlichen Treibladungen, Geschosstypen und Massen.

Insgesamt wurden Geschosse aus 12 Kalibergruppen verwendet, dabei erreichten aber nur vier Kalibergruppen (7 mm, 7,62 mm, 8 mm und 9,3 mm) einen Anteil über 5%. 94% der Abschüsse wurden mit diesen vier Kalibergruppen getätigt (Abbildung 14).

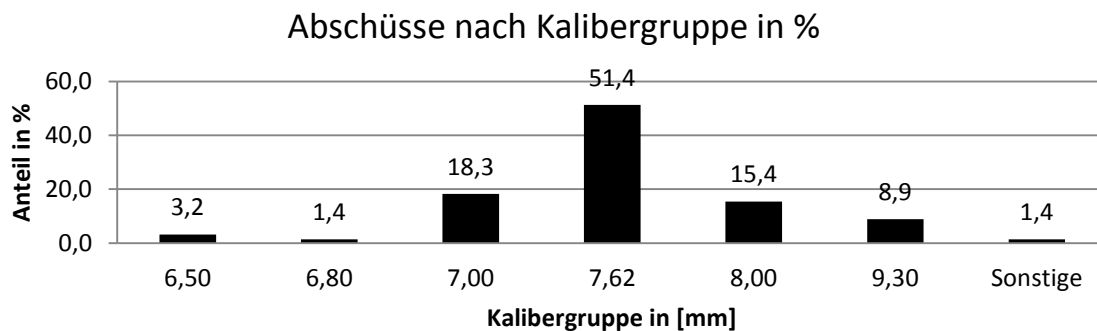


Abbildung 14: Verteilung getätigter Abschüsse in Abhängigkeit von der Kalibergruppe in %.

In den Kalibergruppen werden die Geschosse in verschiedenen Kalibern (Abbildung 15) verladen. 95,82% der Abschüsse verteilen sich auf 15 Kaliber.

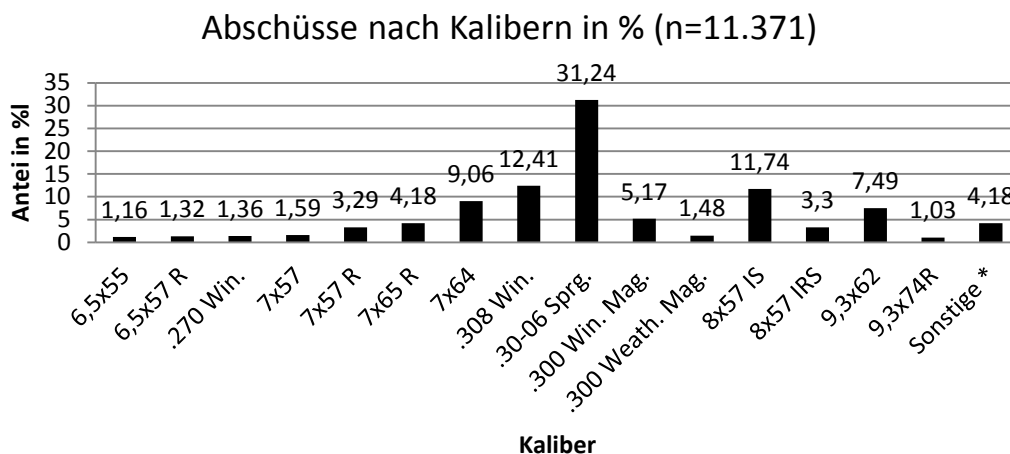




Abbildung 15: Verteilung der getätigten Abschüsse auf die verschiedenen Kaliber in %; n= 11.371.

Allerdings erreichten nur sechs Kaliber in der Verwendung einen Gesamtanteil von über 5%.

Da die Verknüpfung der Felddaten mit den Messdaten der Laborbeschüsse über die Auftreffgeschwindigkeit erfolgt, sind die Informationen zum verwendeten Kaliber und der Laborierung entscheidende Eingangsvariable.

### 3.2.5 Geschosse

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der realisierten Abschüsse je Geschoss (n= 11.371).

#	Typ	%	#	Typ	%
1	Lapua Naturalis	15,32	16	TMS, misc. Pb	1,51
2	Brenneke TAG	14,13	17	Kieferle RS	1,48
3	Barnes TSX	9,51	18	Hornady GMX	1,15
4	Barnes XLC	9,26	19	Brenneke TIG Pb	1,01
5	TMR, misc. Pb	8,5	20	Barnes TTSX	0,96
6	RWS Bionic Yellow	4,41	21	RWS HMKS Pb	0,95
7	Brenneke TIG nature	3,99	22	Sauvestre FIP TJ	0,92
8	Impala LS	3,94	23	Blaser CDP Pb	0,88
9	Reichenberg HDB	3,09	24	Brenneke TUG nat.	0,69
10	RWS Bionic Black	2,85	25	Brenneke TUG Pb	0,46
11	Jaguar Classic	2,6	26	RWS Evolution Pb	0,38
12	Lapua Naturalis LR	2,11	27	Trophy Bonded Bear Claw Pb	0,22
13	Norma Vulkan Pb	2,02	28	Trophy Bonded Tip Pb	0,06
14	Möller KJG	1,94	29	Brenneke Torpedo Optimal Pb	0,03
15	RWS Kegelspitz Pb	1,9	30	Sonstige	3,73

Tabelle 4: Verteilung der Abschüsse auf die verwendeten Geschosse. Konstruktionen, die Blei enthalten, sind mit „Pb“ gekennzeichnet.

Abbildung 16 verdeutlicht graphisch die starke Differenzierung der in Tabelle 4 aufgezeigten Verteilung der Abschüsse je Geschoss.

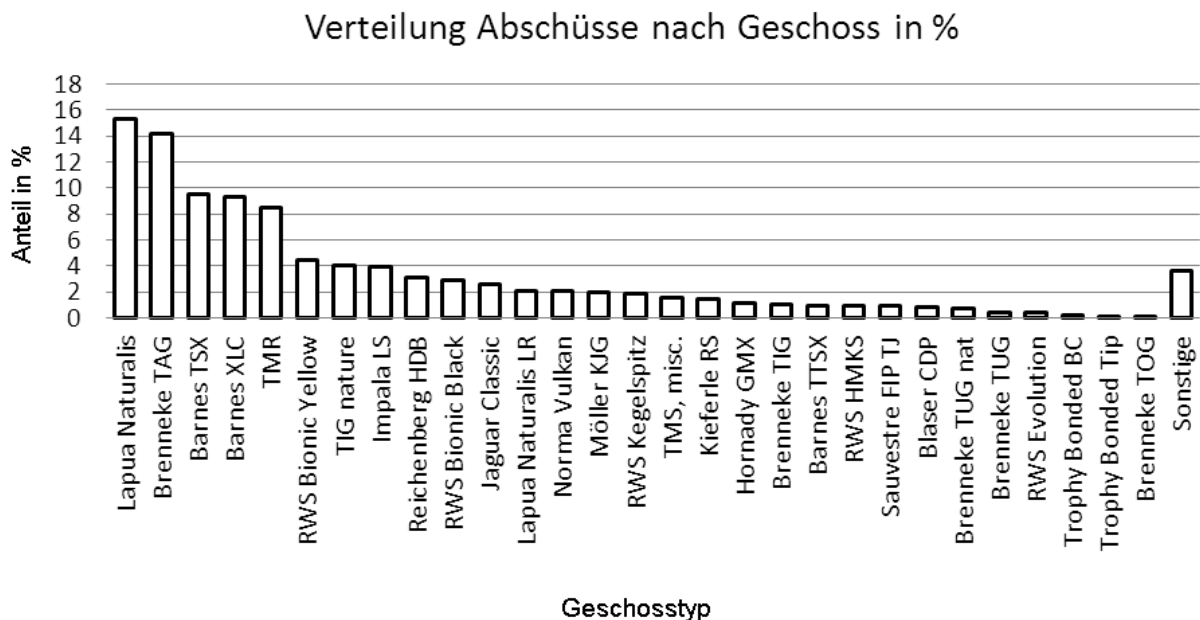


Abbildung 16: Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit vom Geschoss in %.

Um 90% der Erlegungen zu realisieren, kamen 20 unterschiedliche Geschosstypen zum Einsatz. Ein vergleichbarer Anteil (94%) wurde mit vier Kalibergruppen erreicht.

### 3.2.6 Geschossmaterial

Abbildung 17 zeigt die Verteilung der Abschüsse nach Materialgruppe „Bleihaltig“ und „Bleifrei“.

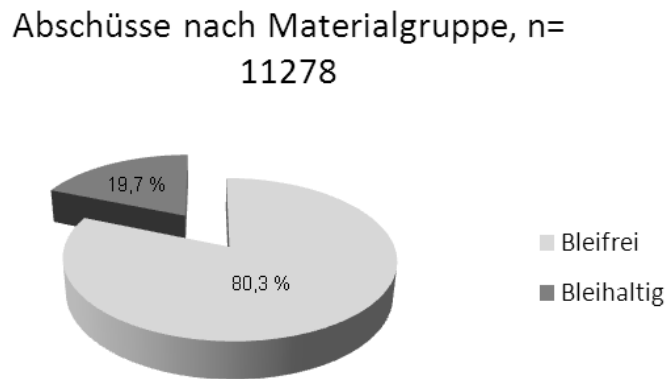


Abbildung 17: Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Materialgruppe „Bleihaltig“ und „Bleifrei“

2016 Abschüsse wurden mit bleihaltigen Geschossen im Monitoring Brandenburg, 113 im Bundesmonitoring erfasst. Dagegen fielen 4717 Abschüsse mit bleifreien Geschossen im Bundesmonitoring, 3980 im Rahmen des Monitorings Brandenburg an (Abbildung 18).

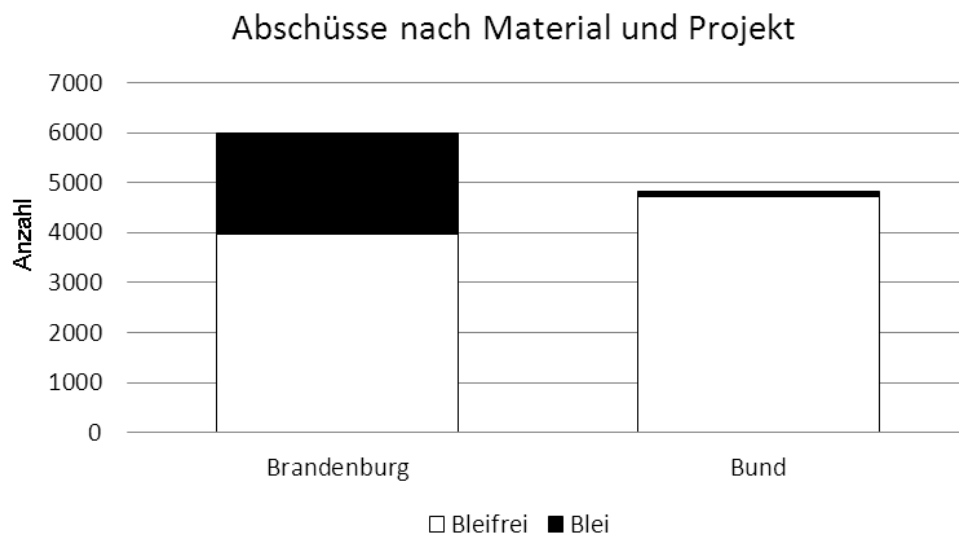


Abbildung 18: Darstellung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Materialgruppe und dem Monitoringprojekt.

### 3.2.7 Geschossmasse

Die Geschossmasse ist, neben der Geschossgeschwindigkeit, eine der beiden Einflussgrößen auf die Auftreffenergie des Geschosses. Sie beeinflusst damit die Tötungswirkung des Geschosses. Entgegen der Geschossgeschwindigkeit bleibt die Geschossmasse während des Flugverlaufs konstant. Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Geschossmasse in der durchgeführten Studie nach Materialgruppe „Bleifrei“ und „Bleihaltig“. Dabei liegt der Mittelwert für bleifreie Geschosse bei 10,7 g (Standardabweichung 2,2 g) und für bleihaltige bei 11,8 g (Standardabweichung 2,7 g). Es liegen 8659 Datensätze für „Bleifrei“ und 2128 für „Bleihaltig“ vor.

Quartile und Momente Geschossmasse in Gramm [g]	Bleifrei	Bleihaltig
Maximum	19,4	31,5
75% (Quartil)	11,7	12,7
50% (Median)	10,7	11,7
Mittelwert (arithmetisch)	10,7	11,8
Standardabweichung	2,2	2,7
25% (Quartil)	10,0	10,7
Minimum	2,9	3,2
Anzahl n	8659	2128

Tabelle 5: Quartile und Momente Geschossmasse [g] nach Materialgruppe

Die kleinste verwendete Geschossmasse (Minimum) liegt in der Gruppe „Bleifrei“ bei 2,9 g, bei „Bleihaltig“ bei 3,2 g und unterscheidet sich damit nur geringfügig. Die größte verwendete Geschossmasse der Gruppe „Bleifrei“ liegt mit 19,4 g dagegen deutlich unter dem Maximum der Gruppe „Bleihaltig“ von 31,5 g.

### 3.2.8 Geschossgeschwindigkeiten

Die Geschossgeschwindigkeit ist, neben der Geschossmasse, eine der beiden Einflussgrößen für die Bewegungsenergie des Geschosses. Sie beeinflusst damit die Tötungswirkung des Geschosses. Im Gegensatz zur Geschossmasse nimmt die Geschossgeschwindigkeit im Flugverlauf ab. Tabelle 6 zeigt die Verteilung der Geschwindigkeiten an der Laufmündung (basierend auf den Herstellerangaben) in Abhängigkeit vom Geschossmaterial.

Quartile und Momente Mündungsgeschwindigkeit [m/s]	Bleifrei	Bleihaltig
Maximum	1170,0	1070,0
75% (Quartil)	900,0	840,0
50% (Median)	850,0	800,0
Mittelwert (arithmetisch)	855,8	807,1
Standardabweichung	75,3	65,0
25% (Quartil)	800,0	770,0
Minimum	518,0	400,0
Anzahl n	8047	1787

Tabelle 6: Quartile und Momente Mündungsgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Materialgruppe

Die mittlere Mündungsgeschwindigkeit der Gruppe „Bleifrei“ liegt bei 855,8 m/s (Standardabweichung 75,3 m/s), der Median bei 850,0 m/s, das Minimum bei 518,0 m/s und das Maximum bei 1170,0 m/s.

Die mittlere Mündungsgeschwindigkeit der Gruppe „Bleihaltig“ liegt bei 807,1 m/s (Standardabweichung 65,0 m/s), der Median bei 800,0 m/s, das Minimum bei 400,0 m/s und das Maximum bei 1070,0 m/s.

Nach dem Verlassen der Laufmündung nimmt die Geschossgeschwindigkeit im Flugverlauf durch die Einwirkung des Luftwiderstandes ab. Je größer die Schussentfernung, desto länger kann der Luftwiderstand auf das Geschoss einwirken und desto stärker wird es abgebremst. Zur Beurteilung der Geschossleistung im Zielkörper ist daher die Kenntnis der Auftreffgeschwindigkeit (basierend auf den Herstellerangaben) von Bedeutung, um die Auftreffenergie berechnen zu können (siehe Punkt 2.4.4).

Tabelle 7 zeigt die Verteilung der Auftreffgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Geschossmaterial. Die Auftreffgeschwindigkeiten wurden für Abschüsse ermittelt, bei denen Geschosse der ballistischen Datenerhebung (BDE, siehe. 2.4.5) verwendet wurden.

Quartile und Momente Auftreffgeschwindigkeit [m/s]	Bleifrei	Bleihaltig
Maximum	1039,0	821,0
75% (Quartil)	836,0	742,0
50% (Median)	764,0	685,0
Mittelwert (arithmetisch)	777,4	698,5
Standardabweichung	86,5	57,6
25% (Quartil)	714,4	677,1
Minimum	495,0	322,9
Anzahl n	2530	326

Tabelle 7: Quartile und Momente Auftreffgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Materialgruppe.

Der Unterschied zur Mündungsgeschwindigkeit ist deutlich erkennbar. Die Auftreffgeschwindigkeit liegt bei einem Mittelwert von 777,4 m/s (Standardabweichung 86,5 m/s) für „Bleifrei“ und bei 698,5 m/s (Standardabweichung 57,6 m/s) für „Bleihaltig“. Der Median der Gruppe „Bleifrei“ liegt bei 764,0 m/s, das Minimum bei 495,0 m/s und das Maximum bei 1039,0 m/s. Der Median der Gruppe „Bleihaltig“ liegt bei 685,0 m/s, das Minimum bei 322,9 m/s und das Maximum bei 821,0 m/s. Zur Auswertung lagen für bleifreie Geschosse 2530 und für bleihaltige Geschosse 326 Datensätze zur Auftreffgeschwindigkeit vor.

### 3.2.9 Schussentfernung

Abbildung 19 zeigt die Verteilung der Schussentfernungen (Abschussberichte des Monitorings Brandenburg und des Bundesmonitorings). Die Daten wurden von den Jägern geschätzt. Der Anteil der Schussentfernungen unter 100 Metern liegt kumulativ bei 79,6%; der eines Abschusses unter 150 m kumulativ bei 94,5%. Der Anteil der Schussentfernungen unter 200 Metern liegt kumulativ bei 98,3% und bei über 200 m bei 1,7%.

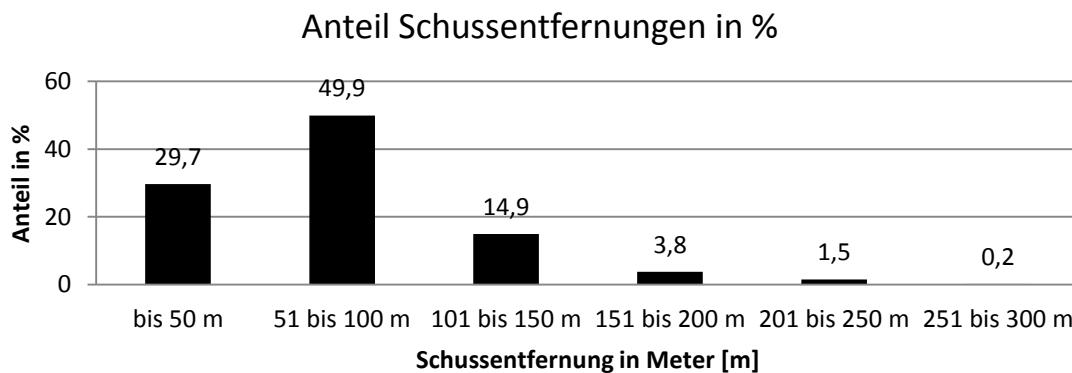


Abbildung 19: Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Schussentfernung [m] im Feld (Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring) in %.

Abbildung 20 zeigt die Verteilung der Schussentfernungen im Monitoring Brandenburg und im Bundesmonitoring. Ein Ziel des Bundesmonitorings war es, die Anzahl weiter Schussentfernungen im Vergleich zum Monitoring Brandenburg zu erhöhen sowie eine belastbare Aussage zum Aufkommen weiter Schussentfernungen unter bundesdeutschen Jagdverhältnissen zu ermöglichen. Der Anteil in den Klassen 151-200 m und 201 bis 250 m wurde gegenüber den Daten aus dem Monitoring Brandenburg deutlich erhöht. Es bleibt auch unter bundesdeutschen Jagdverhältnissen eine rechtsschiefe Verteilung zu kurzen Schussentfernungen.

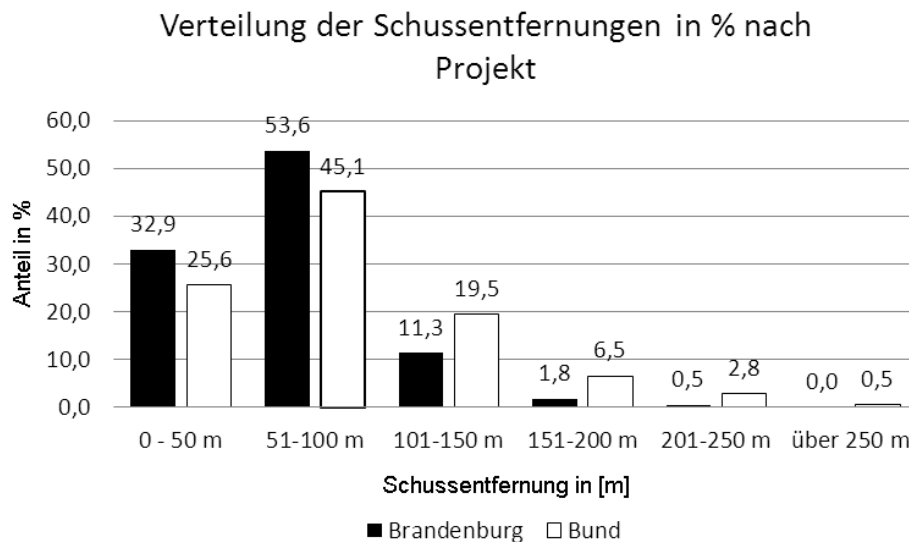


Abbildung 20: Verteilungen der Schussentfernungen [m] nach Projekten.

Der Vergleich der arithmetischen Mittelwerte aus den Klassenmitten der Schussentfernungen verdeutlicht den Trend zu kurzen Schussentfernungen, aber auch die hohe Streuung der Daten (Tabelle 8). Der Unterschied der Mittelwerte der Klassenmitten ist dabei signifikant ( $p < 0,05$ ).

Schussentfernung in Metern [m] nach Projekt	Arithmetische Mittelwerte der Klassenmitten	Standardabweichung
Monitoring Brandenburg	66,7	36,31
Bundesmonitoring	83,6	50,29

Tabelle 8: Arithmetische Mittelwerte (Klassenmitten) für Schussentfernungen in Metern.

Im Erfassungsbogen für Abschüsse von Schalenwild (Abschussbericht) wurde nicht nach den Revierverhältnissen gefragt. In einer Befragung des FWWJ unter den Teilnehmern des Bundesmonitorings (n= 219 Jäger) wurde ermittelt, für welche Revierverhältnisse sich Jäger ausrüsten (Tabelle 9) und mit welchen Schussentfernungen sie dort rechnen (Abbildung 21).

Ausrüstung für:	Anteil in %
Wald	54,7
Offenland	18,2
Gebirge	0,01
Alle Verhältnisse	25,5

Tabelle 9: Vorbereitung der Jäger auf Revierverhältnisse Wald, Offenland, Gebirge. Anteile in %. Umfrage unter den Teilnehmern des Bundesmonitorings.

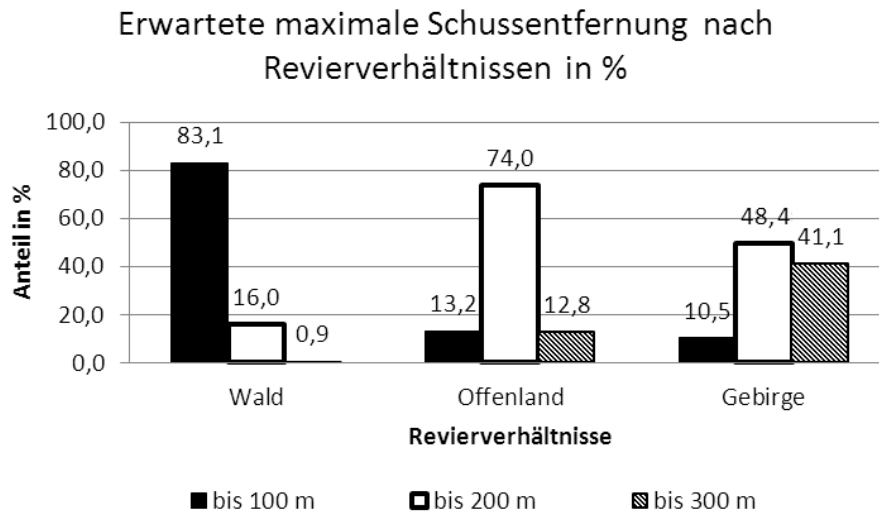


Abbildung 21: Erwartete maximale Schussentfernung [m] nach Reviervhältnissen. Anteile in %. Rücklauf von 219 Jägern.

Die von den Jägern erwarteten Schussentfernungen unterscheiden sich offensichtlich je nach Reviervhältnis. Erwartungsgemäß wird im Offenland und im Gebirge mit höheren Schussentfernungen gerechnet. Gleichzeitig rüsten sich nur wenige Jäger (0,01%) speziell für die Jagd im Gebirge aus. Gut ein Viertel (25,5%) der Jäger versuchen durch die Wahl des Kalibers und des Geschosses für alle Eventualitäten gerüstet zu sein.

### 3.2.10 Trefferlage

Die Lage des Treffers ist ein wichtiger Parameter für das schnelle und tierschutzgerechte Erlegen von Wild. Abbildung 22 zeigt die Verteilung der Trefferlagen. Es liegen 11.097 Datensätze vor. Die Trefferlage wurde vom Jäger im Abschussbericht markiert und am FWWJ bei der Dateneingabe in die entsprechende Kategorie eingeordnet. Die „Kammer“, mit den Vitalorganen Herz und Lunge wird in 80,3% der Fälle (davon „hoch“ 52,1% und „tief“ 28,2%) getroffen. Quantitativ folgen Schüsse in das „große Gescheide“ (Leber, Pansen) mit 9,3% und „Haupt“- und „Träger“- Schüsse (Kopf- und Halsschüsse) mit 2,7% und 5,2%. Schüsse in das „kleine Gescheide“ (Niere, Darm), „Keule“, „Vorderlauf“ und „Hinterlauf“ sind mit 1,3%, 0,9%, 0,3% und 0,1% selten.



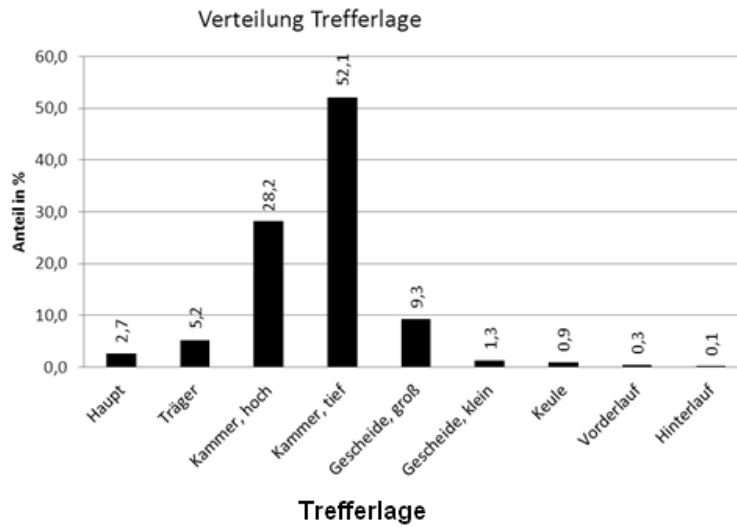


Abbildung 22: Verteilung der Trefferlage, n= 11.097.

### 3.2.11 Fluchtstrecke

Die Fluchtstrecke wurde für die durchgeführte Untersuchung als abhängige Variable gewählt, um die tierschutzgerechte Tötungswirkung zu untersuchen. Die Fluchtstrecke wurde vom Jäger in sechs Klassen (50 Meter Breite, außer Klasse 6 > 150 m) geschätzt und im Bericht angegeben. Die Verteilung der Fluchtstrecke (n= 11.244) zeigt Abbildung 23. In 46% der Fälle (n= 5177) flüchtete das getroffene Stück nicht mehr. 17,6% verendeten unter 15 Meter vom Anschuss entfernt (n= 1977). Weitere 19,3% flüchteten zwischen 16 und 40 Meter (n= 2166) weit; 9,8% (n= 1100) 41 bis 75 m. 4,3% (n= 487) flüchteten 76 bis 150 Meter weit; 3% (n= 337) weiter als 150 m.

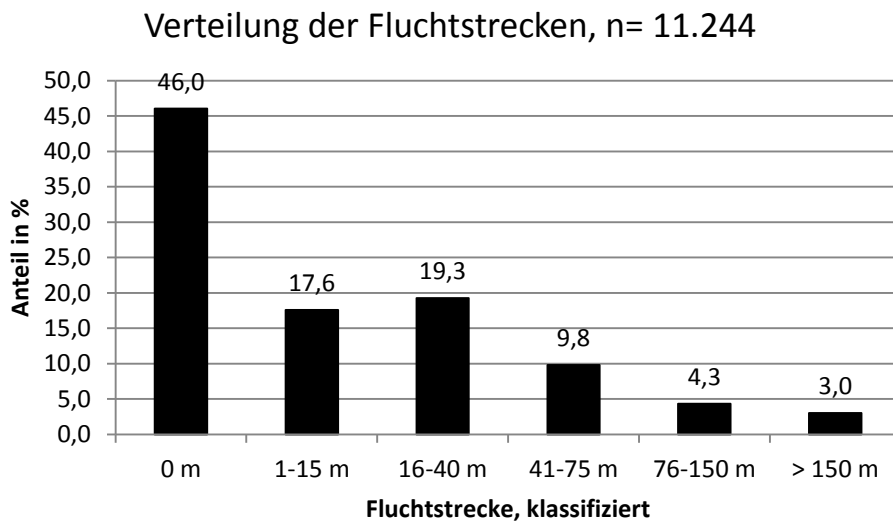


Abbildung 23: Verteilung der Fluchtstrecke [m] (n=11.244)

### 3.2.12 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Materialgruppe

Die Verteilungen der Fluchtstrecken nach Materialgruppen sind in Abbildung 24 dargestellt. Für „Bleifrei“ lagen 8633 Datensätze vor; für „Bleihaltig“ 2097. Die kumulativen Verteilungen der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Materialgruppe unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ) (siehe Punkt 11, S.127).

### Verteilung der Fluchtstrecken nach Materialgruppe

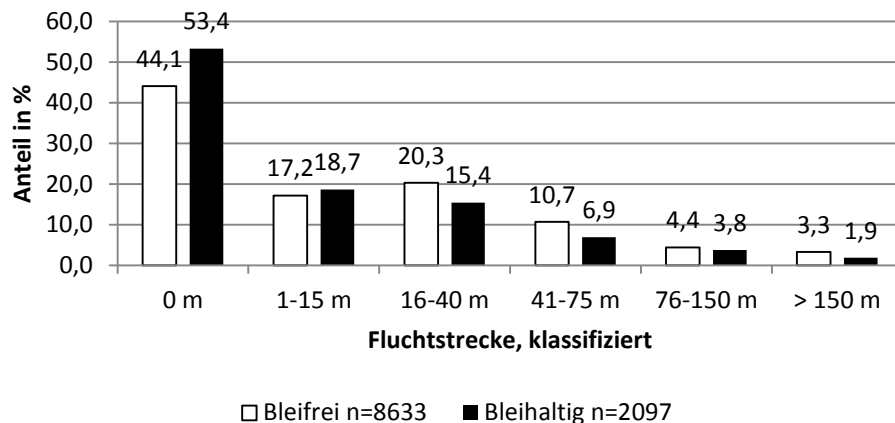


Abbildung 24: Verteilung der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8633, n „Bleihaltig“= 2097).

In der Kategorie „0 m“ lagen für „Bleifrei“ 44,1% und für „Bleihaltig“ 53,4% der Abschüsse. In der Kategorie „1-15 m“ lagen für „Bleifrei“ 17,2% und für „Bleihaltig“ 18,7% der Abschüsse. In der Kategorie „16-40 m“ lagen für „Bleifrei“ 20,3% und für „Bleihaltig“ 15,4%, in der Kategorie „41-75m“ „Bleifrei“ 10,7% und „Bleihaltig“ 6,9% der Abschüsse. In der Kategorie „76-150 m“ lagen für „Bleifrei“ 4,4% und für „Bleihaltig“ 3,8%, in der Kategorie „über 150 m“ „Bleifrei“ 3,3% und „Bleihaltig“ 1,9% der Abschüsse.

#### 3.2.13 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart

Um den Einfluss der Physiologie auf die Länge der Fluchtstrecke zu untersuchen, wurde die Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Wildart ausgewertet. Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Länge der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Wildart.

Für Rotwild lagen 1910 Datensätze vor, für Damwild 2158, für Schwarzwild 2658 und für Rehwild 4341.

Wildart	n	Fluchtstrecke, klassifiziert, Anteil in %					
		0 m	1-15 m	16-40 m	41-75 m	76-150 m	> 150 m
Rotwild	1910	27	19	27	17	5	5
Damwild	2158	42	19	23	9	5	3
Schwarzwild	2658	52	13	16	9	6	4
Rehwild	4341	53	19	17	7	3	1

Tabelle 10: Verteilung der Fluchtstreckenlänge, klassifiziert nach Wildart in %.

Die Wahrscheinlichkeit keiner Flucht ist bei Rotwild und Damwild geringer als bei Schwarzwild und Rehwild. Rotwild zeigt dabei prozentual im Vergleich zu den anderen Wildarten die höchsten Fluchtstrecken.

### 3.2.14 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildmasse, aufgebrochen

Nach der Analyse der Abhängigkeit der Fluchtstrecke von der Wildart wurde die Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Masse des Wildes untersucht. Diese wurde von den Jägern klassifiziert im Abschussbericht erhoben (siehe Abbildung 12). Abbildung 25 stellt das Ergebnis graphisch dar. Aufgrund der hohen Streuung der Daten (Standardabweichung ist größer als der Mittelwert) ergeben sich für diese negative Werte. Aus Übersichtsgründen sind diese jedoch in dieser und den nachfolgenden Graphiken angegeben.

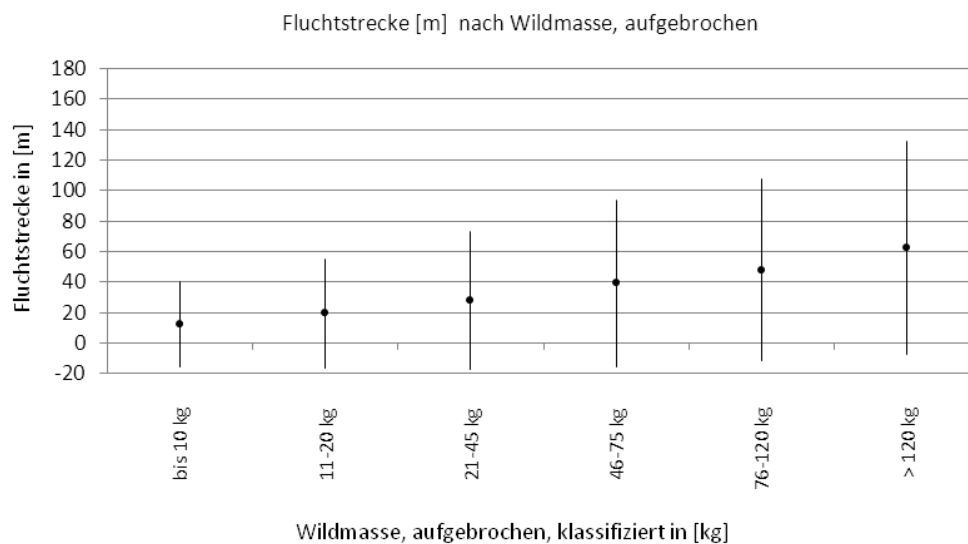


Abbildung 25: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Wildmasse [kg], aufgebrochen.

Der Zusammenhang „Geringe Masse/kurze Flucht; hohe Masse/längere Flucht“ ist deutlich erkennbar.

### 3.2.15 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage

Um den Einfluss der biologischen Struktur des Wildkörpers (Lage der Vitalorgane bei der jeweiligen Wildart) auf die Länge der Fluchtstrecke zu untersuchen, wurde die Lage des Treffers im Abschussbericht erhoben. Mit der Lage des Treffers wird der Bezug zur verletzten Region des Wildkörpers hergestellt. Dabei ist bei Schüssen auf das Haupt (Kopf) und den Träger (Hals) das Zentralnervensystem mit Hirn und Rückenmark die Zielstruktur. Schüsse in die Kammer (Brustraum innerhalb des Rippenfells; gegen den Bauchraum abgegrenzt durch das Zwerchfell) werden in „hoch“ und „tief“ unterteilt. Bei Schüssen in die Kammer ist die Zerstörung von Herz, Herzkranzgefäßen und/

oder Lunge das Ziel. Treffer des großen Gescheides (Leber, Pansen) werden von Jägern in der Regel vermieden, da die Zerstörung der Leber zwar in der Regel tödlich ist, jedoch das Risiko einer Verunreinigung des Wildkörpers mit Mageninhalt besteht.

Ebenso werden Schüsse in das kleine Gescheide (Niere, Darm) nach Möglichkeit vermieden, da bei diesen Schüssen nicht unmittelbar lebenswichtige Organe geschädigt werden. Schüsse auf die Keule zerstören verwertbares Wildbret und führen ebenso wenig wie Schüsse auf Vorder- und Hinterläufe zu einem schnellstmöglichen Verenden des Wildes. Abbildung 26 zeigt die Länge der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Lage des Treffers.

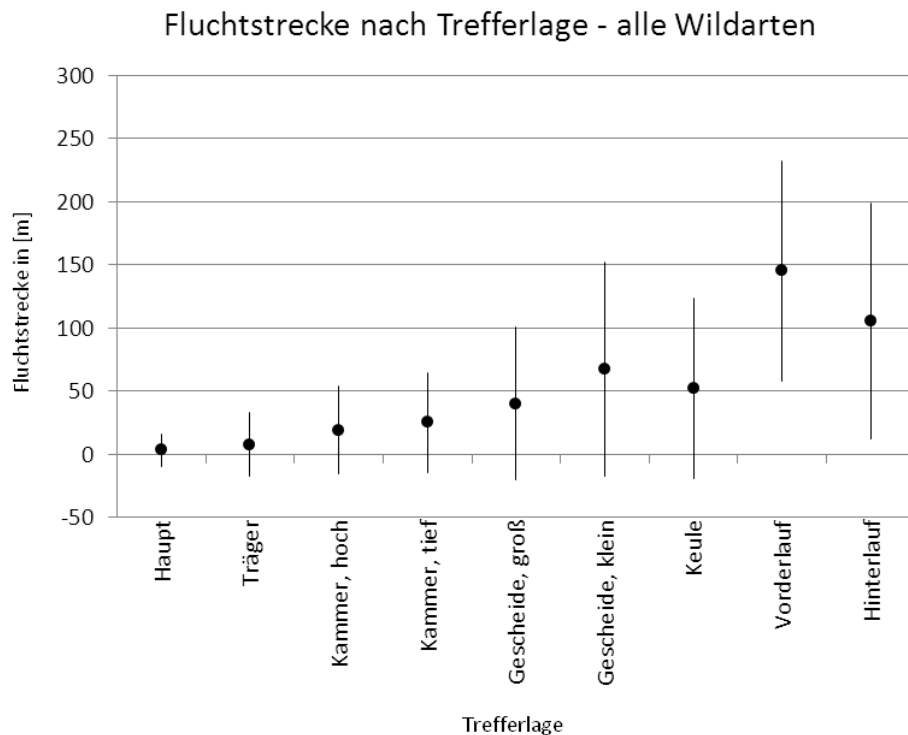


Abbildung 26: Zusammenhang Trefferlage und Fluchtstrecke [m] unabhängig vom Geschossmaterial.

Die Verteilung der Trefferlagen zeigt einen generellen Trend. Haupt- und Trägerschüsse werden, obwohl augenscheinlich hoch wirkungsvoll mit kurzen Fluchten (Mittelwerte von 3,4 m und 7,7 m), verhältnismäßig selten angetragen (294 Fälle und 570 Fälle). Bei Kammertreffern liegt der Mittelwert der Fluchtstrecke bei 19,5 m (Kammer, hoch) beziehungsweise 25,4 m (Kammer, tief). Die hohe Standardabweichung von 35,2 m respektive 39,7 m spiegelt dabei die hohe Variabilität der Fluchtstreckenlänge bezogen auf die Lage des Treffers wider. Für die Trefferlage „Kammer, hoch“ standen 3103 Datensätze, für „Kammer, tief“ 5739 Datensätze zur Verfügung. Tabelle 11 fasst die Auswertung des Einflusses der Trefferlage auf die Fluchtstrecke zusammen.

Trefferlage	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95%
Haupt	294	3,395	13,1788	0,769	1,88	4,91
Träger	570	7,696	25,2255	1,057	5,62	9,77
Kammer, hoch	3103	19,499	35,1523	0,631	18,26	20,74
Kammer, tief	5739	25,395	39,6856	0,524	24,37	26,42
Gescheide, groß	1025	40,336	60,5594	1,892	36,62	44,05
Gescheide, klein	134	67,321	84,8222	7,328	52,83	81,81
Keule	93	52,172	71,4244	7,406	37,46	66,88
Vorderlauf	35	145,286	87,3292	14,761	115,29	175,28
Hinterlauf	6	105,5	93,1531	38,03	7,74	203,26

Tabelle 11: Zusammenfassung Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage

### 3.2.16 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Wildart und Trefferlage

Nach der Einzelauswertung des Einflusses von Wildart beziehungsweise Trefferlage auf die Fluchtstrecke, wurde der Einfluss der Trefferlage auf die Fluchtstrecke in Abhängigkeit von den einzelnen Wildarten untersucht. Tabelle 12 fasst das Ergebnis zusammen.

Trefferlage	Rotwild			Damwild			Schwarzwild			Rehwild		
	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl (n)	Mittelwert	Standardabw.
Haupt	8	5,25	9,19	12	2	0	222	3,62	14,97	48	2,54	3,75
Träger	76	9,5	35,34	97	9,6	27,36	149	7,07	25,78	235	6,88	20,3
Kammer, hoch	510	29,3	43,45	632	17	27,6	651	20,95	38,92	1269	16,07	32,11
Kammer, tief	1103	38,39	48,68	1108	23,74	35,12	1186	28,25	45,06	2259	18,58	31,47
Gescheide, groß	150	49,06	62,18	201	61,32	74,16	278	47,36	67,06	373	21,07	37,93
Gescheide, klein	8	83,375	90,35	33	71,12	86,41	49	92,43	93,95	42	34,33	61,05
Keule	9	93,444	99,02	17	34,7	59,76	52	50,36	72,24	14	56,714	58,59
Vorderlauf	5	180	84,97	4	97,75	92,08	5	176	57,24	20	144,3	91,24
Hinterlauf	1	28		1	218		4	96,75	90,21			3,75

Tabelle 12: Fluchtstrecke (Mittelwert der Klassenmitten in Meter) in Abhängigkeit von der Trefferlage und Wildart.

Die Abbildungen 27 (Rotwild), 28 (Damwild), 29 (Schwarzwild) und 30 (Rehwild) zeigen dabei, dass der zuvor dargestellte Zusammenhang „Fluchtstrecke nach Trefferlage“ über die Wildarten hinweg Bestand hat. So zeigen sich für alle Wildarten die kürzesten zu erwartende Fluchten bei Haupt- und

Trägerschüssen. Bei hohen und tiefen Kammerschüssen sind in der Regel kurze Fluchten (unter 50 Metern) zu erwarten. Abweichend hiervon ergeben sich längere Fluchtstrecken bei Rotwild, insbesondere bei tiefen Kammertreffern. Bei Schüssen in das große Gescheide muss mit längeren Fluchtstrecken gerechnet werden – Rotwild und Schwarzwild bis etwa 50 Meter, Damwild bis etwa 60 Meter. Rehwild zeigt auch hier eine Tendenz zu kürzeren Fluchtstrecken mit einem Mittelwert von etwa 20 Metern. Schüsse in das kleine Gescheide erhöhen die mittlere Fluchtstrecke bei Rotwild auf etwa 83 Meter, bei Schwarzwild auf etwa 92 m, bei Damwild auf etwa 71 Meter und bei Rehwild auf etwa 35 Meter. Für Keulen-, Vorderlauf- und Hinterlaufschüsse ist im Allgemeinen bei allen Wildarten mit längeren Fluchten zu rechnen.

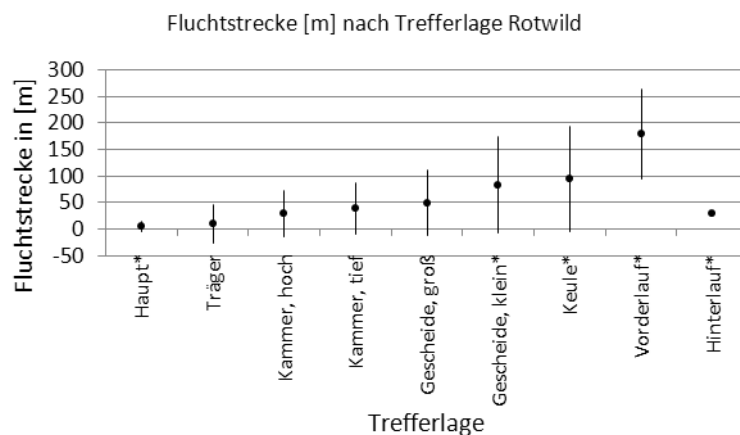


Abbildung 27: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Rotwild, \* kennzeichnet das Vorhandensein von weniger als 15 Datensätzen.

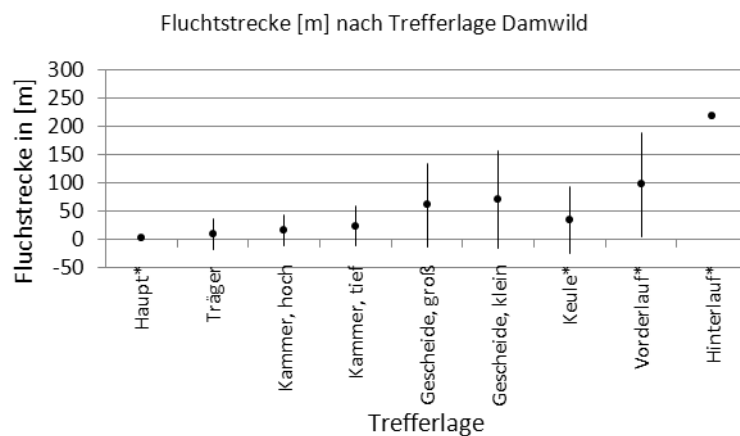


Abbildung 28: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Damwild

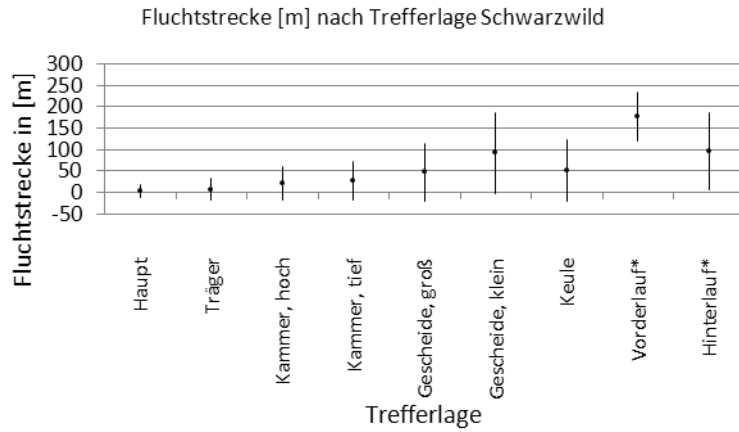


Abbildung 29: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Schwarzwild

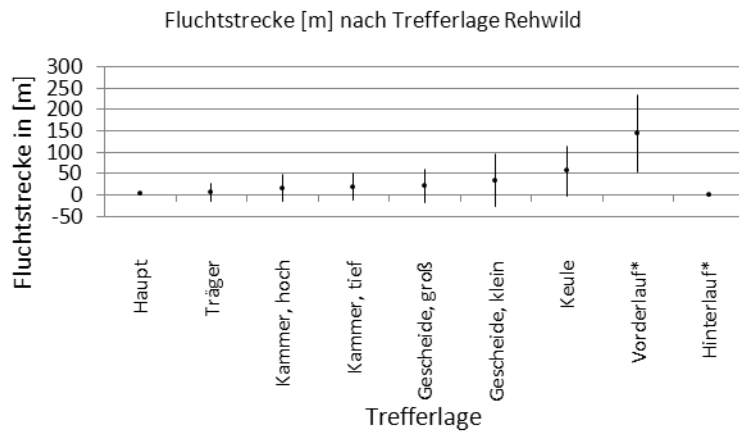


Abbildung 30: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Rehwild



### 3.2.17 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie

Die Auftreffenergie eines Geschosses ist abhängig von seiner Masse und seiner Geschwindigkeit im Moment des Auftreffens. Im aktuellen Vorhaben wurde die Auftreffenergie in den Felddaten für später im Labor getestete Geschosstypen unter Einbeziehung der Angaben zur Mündungsgeschwindigkeit und Schussentfernung sowie des ballistischen Koeffizienten (G1) nach Herstellerangaben berechnet (n= 2.881 Berichte) (siehe 3.5). Abbildung 31 zeigt die Verteilung der Auftreffenergie bei den Felddaten. 0,9% der Abschüsse entfallen auf die Klasse 1000-1500 Joule; 4,2% auf 1501 -2000 Joule und 12,6% auf 2001-2500 Joule. 40,5% der Abschüsse wurden in der Klasse 2501-3000 Joule, 17,8% in der Klasse 3001-3500 Joule und 19,2% in der Klasse 3501- 4000 Joule getätigt. In 4,8% der Fälle erreichte die Auftreffenergie über 4000 Joule (Maximum: 4642 Joule).

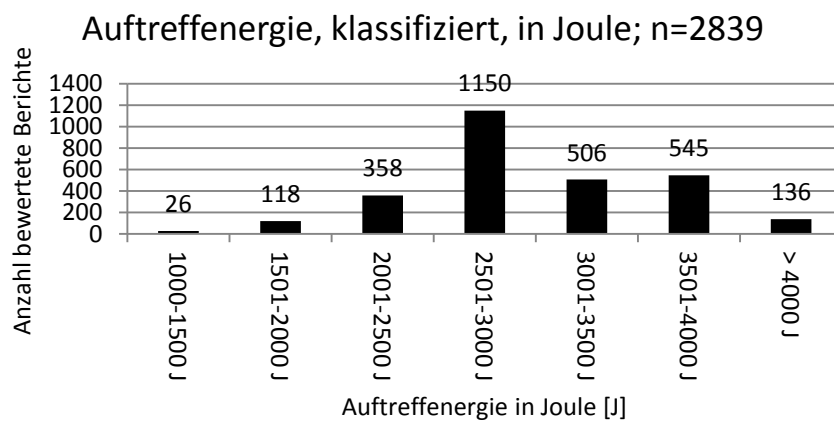


Abbildung 31: Verteilung Auftreffenergie in Joule [J] klassifiziert (n= 2839).

In Tabelle 13 wird der Zusammenhang zwischen der Auftreffenergie und der Länge der Fluchtstrecke dargestellt. Bei einer Auftreffenergie zwischen 1000 und 1500 Joule liegt die Länge der Fluchtstrecke bei einem Mittelwert von rund 59 Metern und zwischen 1501 und 2000 Joule bei rund 32 Metern. Zwischen 2001 Joule und 4000 Joule liegt die mittlere Fluchtstrecke zwischen 28 und 21 Metern, über 4000 Joule bei rund 34 Metern. Abbildung 32 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar.

Auftreffenergie $E_{Auf}$ [J]	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95%
1000-1500 J	26	58,5769	68,1312	13,362	31,058	86,096
1501-2000 J	118	32,4661	55,1834	5,080	22,405	42,527
2001-2500 J	358	25,1313	41,2559	2,180	20,843	29,419
2501-3000 J	1150	27,6061	43,3105	1,277	25,100	30,112
3001-3500 J	506	24,7767	45,5082	2,023	20,802	28,751
3501-4000 J	545	21,1394	39,7223	1,702	17,797	24,482
> 4000 J	136	33,6912	53,5441	4,591	24,611	42,771

Tabelle 13: Länge der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J].

Eine niedrige Auftreffenergie scheint in eher längeren Fluchtstrecken zu resultieren. Ab einem bestimmten Bereich (2001-2500 J) scheint die Fluchtstrecke nicht weiter abzunehmen. Bei > 4000 Joule ist in den Daten ein Anstieg des Mittelwertes der Fluchtstrecke zu verzeichnen. Die Variabilität ist auch in diesem Datensatz sehr hoch.

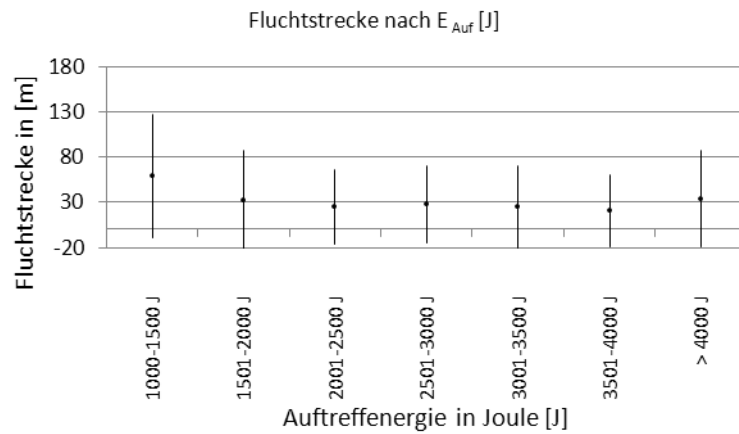


Abbildung 32: Fluchtstrecke in Metern [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie E<sub>Auf</sub>, klassifiziert, in Joule [J], n= 2839

### 3.2.18 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Auftreffenergie und Wildart

Nach der Auswertung des Einflusses der Auftreffenergie auf die Fluchtstrecke, unabhängig von der Wildart, wurde untersucht, wie die Wildart das Ergebnis beeinflusst (Tabelle 14). Für die Klasse 1000 bis 1500 Joule liegen je Wildart nur wenige Werte vor. Es ist ein Trend zu längeren Fluchten zu erkennen. Rehwild und Damwild liegen über dem Mittelwert von rund 59 Metern. Zwischen 1501 und 2000 Joule liegen Damwild-, Schwarzwild- und Rehwildfluchten unter dem Mittelwert von rund 32 Metern; Rotwild hingegen darüber. Ab 2000 Joule bis etwa 4000 Joule liegen Schwarz- und Rotwildfluchten über dem Mittelwert, Damwild und Rehwild darunter. Bei über 4000 Joule Auftreffenergie liegen Rot-, Dam- und Rehwildfluchten unter dem Mittelwert von rund 34 Metern und Schwarzwildfluchten liegen darüber. Dabei streuen die Werte aller Klassen erheblich, wie die hohe Standardabweichung verdeutlicht.

Auftreffenergie [J]	Rotwild			Damwild			Schwarzwild			Rehwild		
	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung
1000-1500 J	7	50	76,472	4	64,25	35,444	5	36	21,68	9	81,556	89,557
1501-2000 J	41	46,39	55,462	31	29,581	55,041	11	28,727	63,895	30	19,933	54,247
2001-2500 J	93	32,452	47,973	72	23,667	33,641	56	34,875	51,315	134	16,702	33,663
2501-3000 J	291	36,344	48,202	180	21,617	32,263	277	37,036	56,567	394	17,424	28,294
3001-3500 J	114	34,816	56,983	45	13,978	21,571	155	29,058	54,337	188	18,09	30,524
3501-4000 J	134	25,985	39,219	46	19,13	44,579	158	25,728	51,488	200	14,16	21,422
> 4000 J	48	31,75	46,685	18	25,889	51,351	43	44,977	71,435	27	24,37	25,079

Tabelle 14: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J] und der Wildart.

Abbildung 33 verdeutlicht das Ergebnis graphisch.

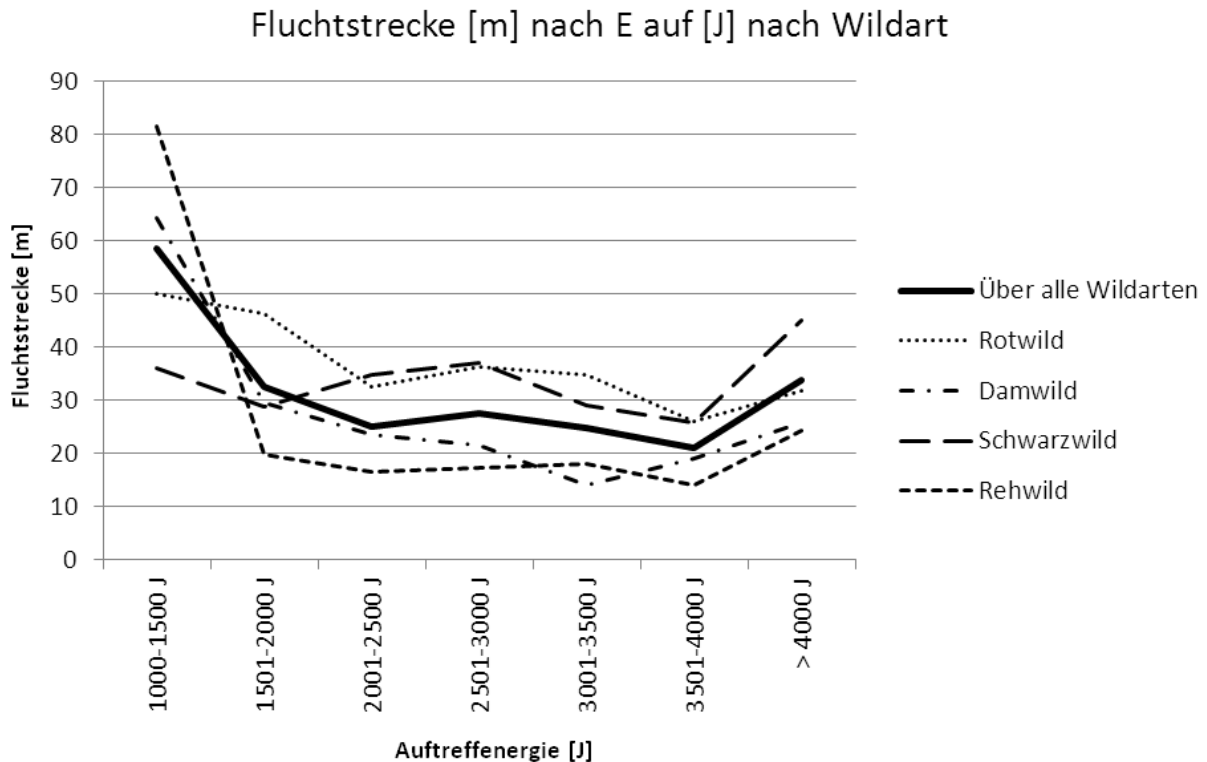


Abbildung 33: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J] im Wildartenvergleich.

### 3.2.19 Fluchtstrecke in Abhängigkeit von Trefferlage, Auftreffenergie und Wildart

Nach der Analyse der Länge der Fluchtstrecken in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart wurde die Lage des Treffers, bereits als Einflussgröße identifiziert (siehe Tabelle 11), mit in die Auswertung einbezogen. Tabelle 15 zeigt die Verfügbarkeit von Datensätzen mit diesen Parametern. Es zeigte sich, dass lediglich für die Trefferlagen „Kammer, hoch“, „Kammer, tief“ und „Gescheide, groß“ in der Kombination Trefferlage/Auftreffenergie/Wildart ausreichend umfangreiche Datensätze für die Erstellung belastbarer Aussagen zur Verfügung standen. Lagen Merkmalskombinationen bei diesen drei Klassen unterhalb der dafür nötigen 15 Abschussberichte, wurde dies im Diagramm mit (\*) gekennzeichnet.

Erweiterter Bericht vom 25.02.2014 zum Abschlussbericht vom 30.11.2012  
 BMEL-Entscheidungshilfsvorhaben „Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“

Trefferlage	Auftreffenergie, klassifiziert	Rotwild	Damwild	Schwarz- wild	Rehwild	Daten Trefferlage/ alle Wildarten
Haupt	2001-2500 J	0	0	2	1	
Haupt	2501-3000 J	0	0	25	1	
Haupt	3001-3500 J	2	0	22	5	
Haupt	3501-4000 J	1	0	21	8	
Haupt	> 4000 J	0	0	8	0	
Daten Haupt/E <sub>Auf</sub> /Wildart		3	0	78	15	96
Träger	1000-1500 J	0	0	0	1	
Träger	1501-2000 J	0	0	2	0	
Träger	2001-2500 J	1	1	4	6	
Träger	2501-3000 J	7	7	6	15	
Träger	3001-3500 J	2	7	14	6	
Träger	3501-4000 J	4	1	9	13	
Träger	> 4000 J	2	0	0	0	
Daten Träger/E <sub>Auf</sub> /Wildart		16	16	35	41	108
Kammer, hoch	1000-1500 J	5	2	1	3	
Kammer, hoch	1501-2000 J	18	9	2	21	
Kammer, hoch	2001-2500 J	37	40	21	60	
Kammer, hoch	2501-3000 J	91	80	91	159	
Kammer, hoch	3001-3500 J	30	17	28	55	
Kammer, hoch	3501-4000 J	33	15	41	62	
Kammer, hoch	> 4000 J	5	4	11	4	
Daten Kammer, hoch/E <sub>Auf</sub> /Wildart		219	167	195	364	945
Kammer, tief	1000-1500 J	2	2	3	4	
Kammer, tief	1501-2000 J	16	14	5	8	
Kammer, tief	2001-2500 J	47	22	22	46	
Kammer, tief	2501-3000 J	166	78	109	179	
Kammer, tief	3001-3500 J	71	19	67	104	
Kammer, tief	3501-4000 J	81	25	70	95	
Kammer, tief	> 4000 J	33	11	16	19	
Daten Kammer, tief/E <sub>Auf</sub> /Wildart		416	171	292	455	1334
Gescheide, groß	1501-2000 J	4	2	2	2	
Gescheide, groß	2001-2500 J	4	2	3	15	
Gescheide, groß	2501-3000 J	21	7	30	34	
Gescheide, groß	3001-3500 J	4	1	14	15	
Gescheide, groß	3501-4000 J	12	5	10	19	
Gescheide, groß	> 4000 J	8	1	5	1	
Daten Gescheide, groß/E <sub>Auf</sub> /Wildart		53	18*	64	86	221
Gescheide, klein	1501-2000 J	0	1	0	0	
Gescheide, klein	2001-2500 J	1	1	1	0	
Gescheide, klein	2501-3000 J	0	2	5	2	
Gescheide, klein	3001-3500 J	0	0	2	1	
Gescheide, klein	3501-4000 J	1	0	1	3	
Gescheide, klein	4001-4500 J	0	1	0	0	
Daten Gescheide, klein/E <sub>Auf</sub> /Wildart		2	5	9	6	22
Keule	2001-2500 J	0	2	2	0	
Keule	2501-3000 J	0	1	7	1	
Keule	3001-3500 J	1	1	3	0	
Keule	3501-4000 J	2	0	4	1	
Keule	> 4000 J	0	1	1	1	
Daten Keule/E <sub>Auf</sub> /Wildart		3	5	17	3	28
Vorderlauf	1501-2000 J	1	1	0	0	
Vorderlauf	2001-2500 J	0	1	0	1	
Vorderlauf	2501-3000 J	1	0	0	2	
Vorderlauf	3001-3500 J	0	0	3	3	
Daten Vorderlauf/E <sub>Auf</sub> /Wildart		2	2	3	6	13
Hinterlauf	2501-3000 J	0	0	1	0	
Daten Hinterlauf/E <sub>Auf</sub> /Wildart		0	0	1	0	1
Summe Daten alle Trefferlagen und E <sub>Auf</sub> /Wildart		714	384	694	976	2768

Tabelle 15: Datenverfügbarkeit zu Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von Trefferlage, Auftreffenergie und Wildart

### 3.2.20 Rotwild

Die Auswertung für Fluchten von Rotwild bei hohen Kammertreffern in Abhängigkeit von der Auftreffenergie zeigt Abbildung 34. Der Mittelwert der Fluchtstrecke liegt unabhängig von der Auftreffenergie zwischen 20 und 40 Metern.

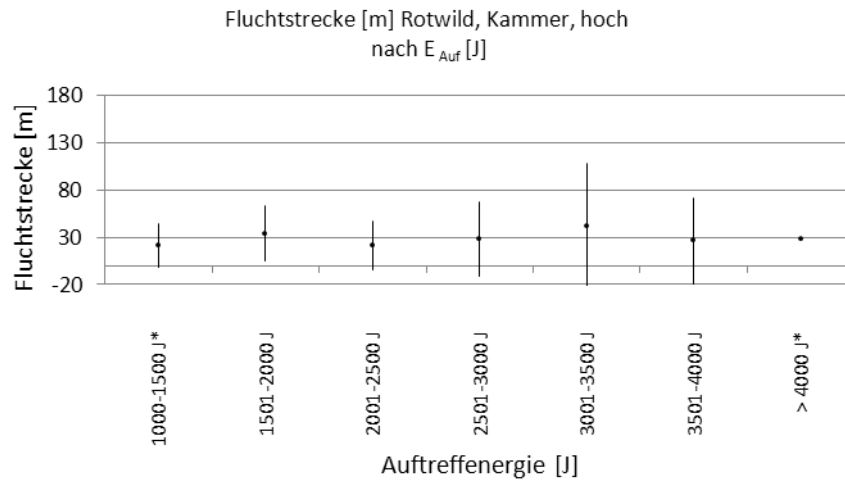


Abbildung 34: Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch

Abbildung 35 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Rotwild bei tiefen Kammertreffern in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Hier liegt die Fluchtstrecke, im Gegensatz zu hohen Kammertreffern, erst ab 2001 Joule bei einem Mittelwert von  $\leq 40$  Metern.

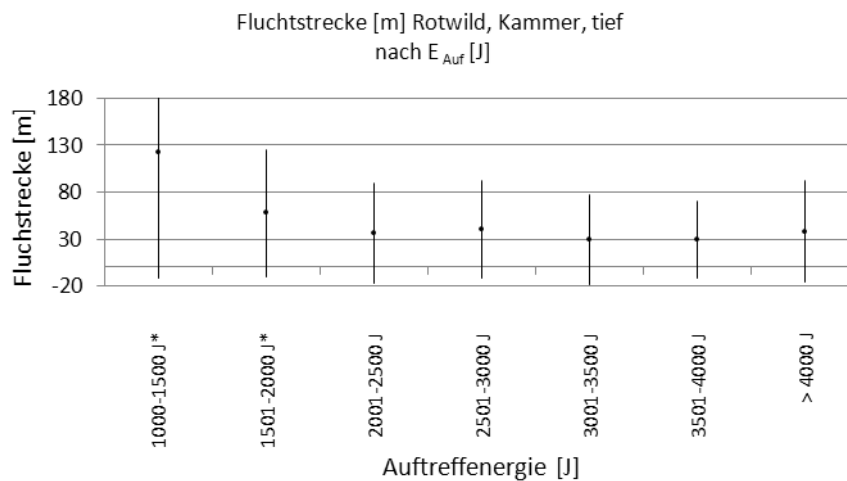


Abbildung 35: Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief

Abbildung 36 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Rotwild bei Treffern in das große Gescheide in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Hier liegt die Fluchtstrecke, im Gegensatz zu hohen und tiefen Kammertreffern, erst ab 2501 Joule bei einem Mittelwert von  $\leq 40$  Metern.

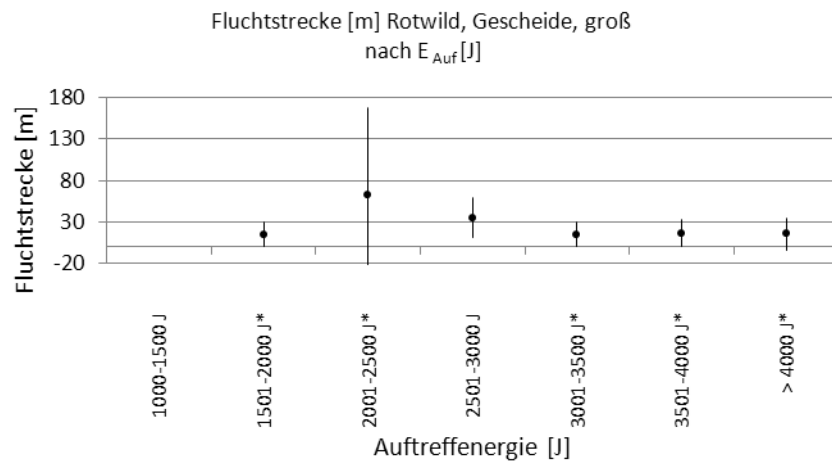


Abbildung 36: Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß

### 3.2.21 Damwild

Die Auswertung der Fluchtstrecken von Damwild bei hohen Kammerschüssen in Abhängigkeit von der Auftreffenergie zeigt Abbildung 37. Die Fluchtstrecke liegt ab 1500 Joule Auftreffenergie bei einem Mittelwert zwischen 0 und 20 Metern.

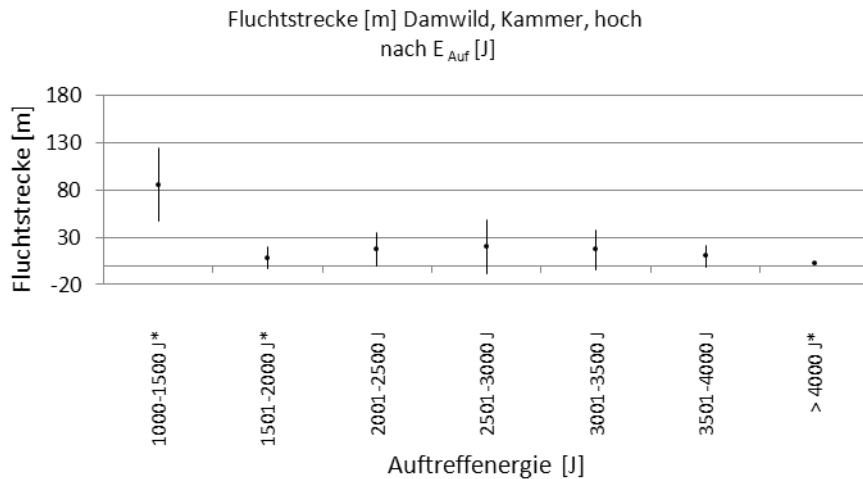


Abbildung 37: Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch

Abbildung 38 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Damwild bei tiefen Kammertreffern in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Die Fluchtstrecke liegt bereits ab 1000 Joule bei einem Mittelwert von etwa 40 Metern, ab 1501 Joule von etwa 20 Metern.

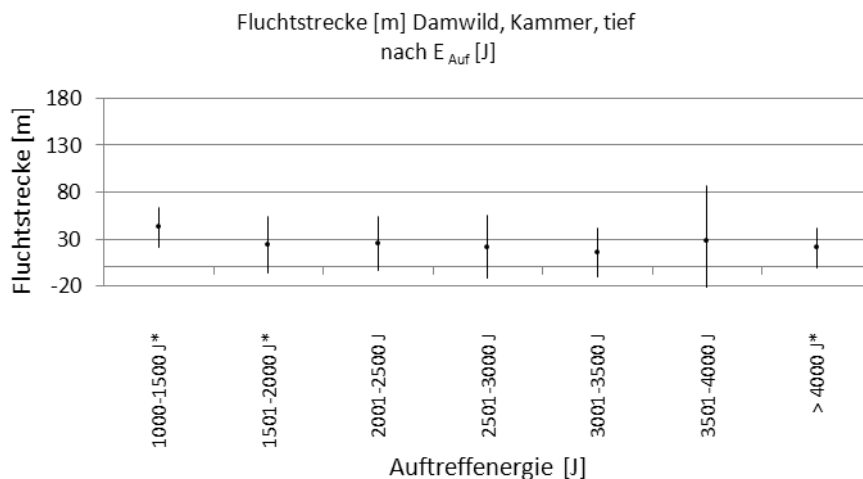


Abbildung 38: Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief



Abbildung 39 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Damwild bei Schüssen in das große Gescheide in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Für Damwild liegen 18 Datensätze dieser Merkmalskombination vor. Die Graphik wird nur der Vollständigkeit halber angeführt.

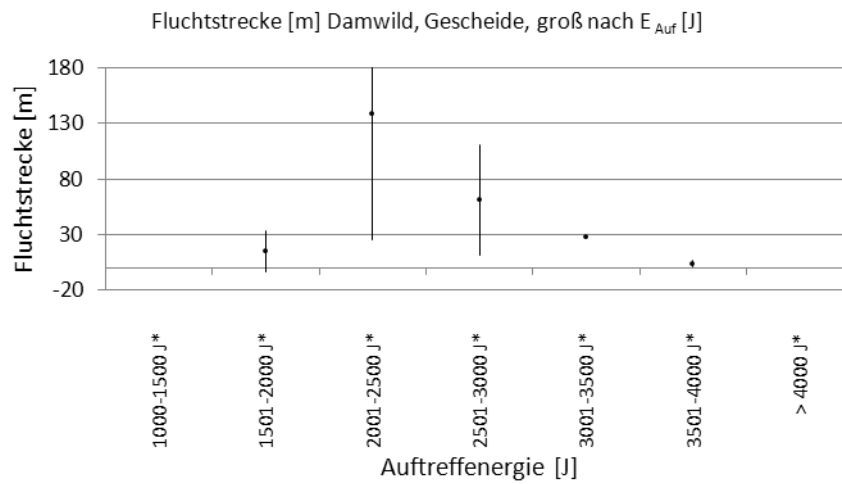


Abbildung 39: Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß

### 3.2.22 Schwarzwild

Die Auswertung der Fluchtstrecken von Schwarzwild bei hohen Kammerschüssen in Abhängigkeit von der Auftreffenergie zeigt Abbildung 40. Zwischen 2001 und 4000 Joule liegt die Fluchtstrecke bei einem Mittelwert zwischen 0 und 30 Metern.

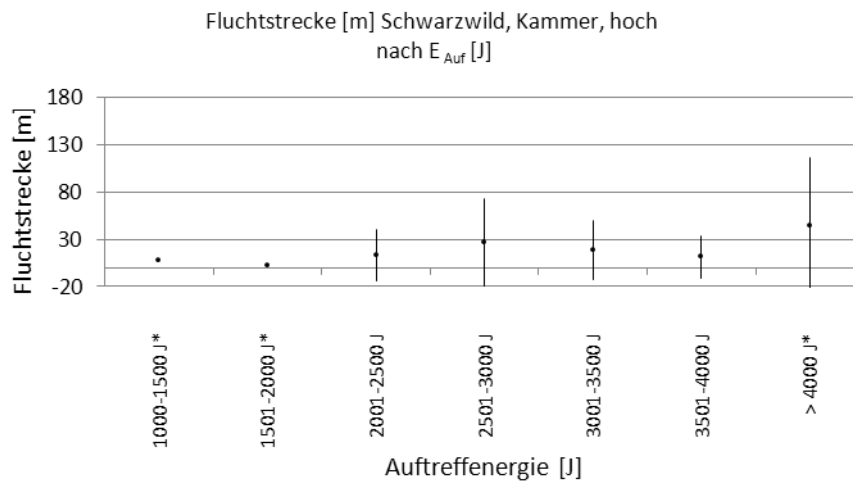


Abbildung 40: Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch

Abbildung 41 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Schwarzwild bei tiefen Kammerschüssen in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Die Fluchtstrecke liegt zwischen 2001 und 2500 Joule bei einem Mittelwert von rund 60 Metern, ab 2501 Joule von rund 40 Metern.

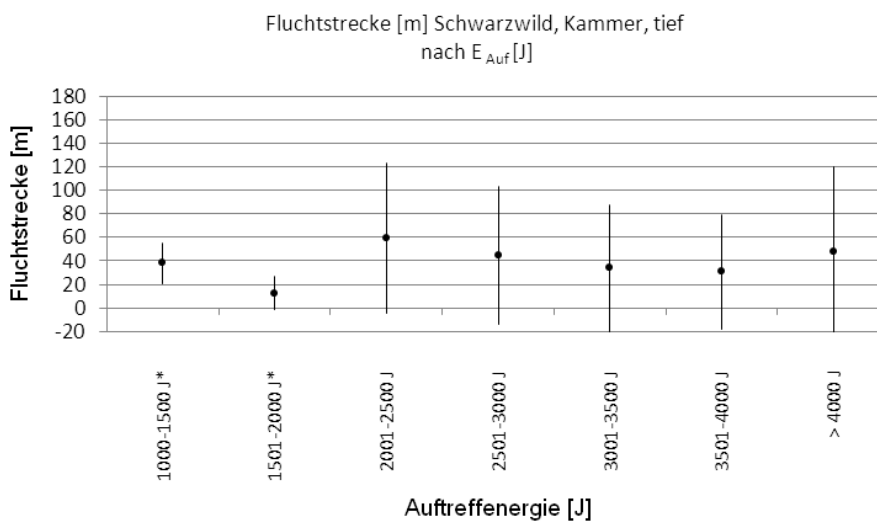


Abbildung 41: Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief

Abbildung 42 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Schwarzwild bei Schüssen in das große Gescheide in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Bis auf die Klasse 2501 -3000 Joule liegen für alle Klassen unter 15 Berichte vor. Die mittlere Fluchtstrecke für diese Klasse liegt zwischen 20 und 30 Metern.

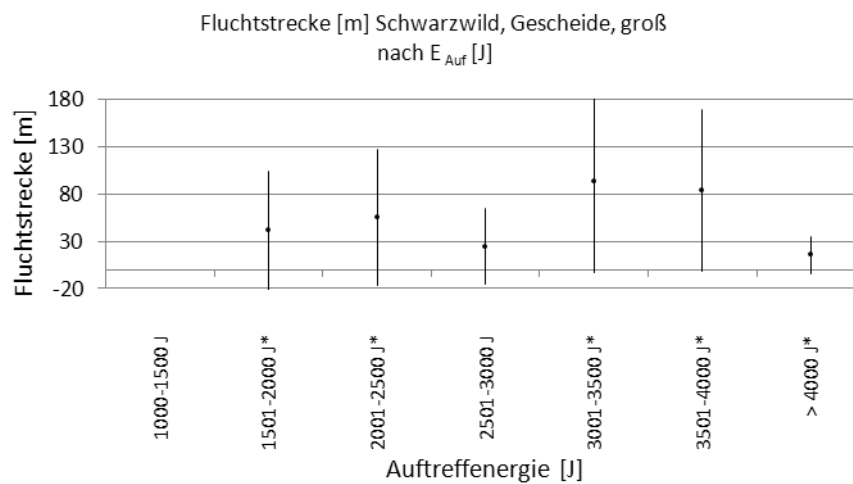


Abbildung 42: Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß

### 3.2.23 Rehwild

Die Auswertung der Fluchtstrecken von Rehwild bei hohen Kammerschüssen in Abhängigkeit von der Auftreffenergie zeigt Abbildung 43. Die mittlere Fluchtstrecke liegt unabhängig von der Auftreffenergie bei  $\leq 20$  Metern.

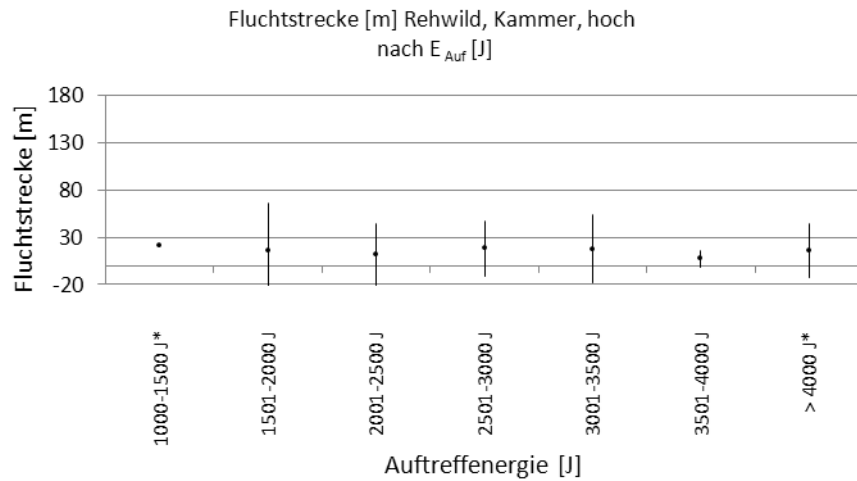


Abbildung 43: Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch

Abbildung 44 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Rehwild bei tiefen Kammerschüssen in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Die Fluchtstrecke liegt zwischen 2001 und 4000 Joule bei einem Mittelwert von etwa 20 Metern. Über 4000 Joule steigt der Wert leicht an.

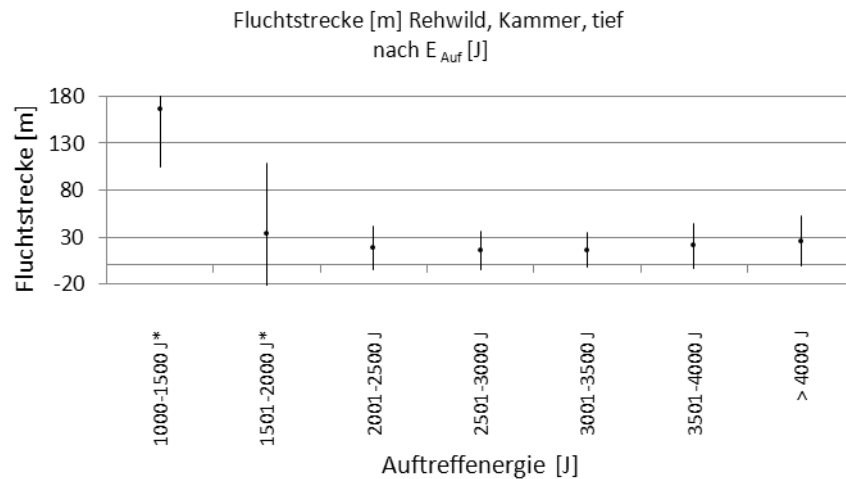


Abbildung 44: Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief

Abbildung 45 zeigt die Auswertung der Fluchtstrecken von Rehwild bei Schüssen in das große Gescheide in Abhängigkeit von der Auftreffenergie. Bis auf die Klasse 2501 -3000 Joule liegen für alle Klassen unter 15 Berichte vor. Die mittlere Fluchtstrecke für diese Klasse liegt zwischen 20 und 30 Metern.

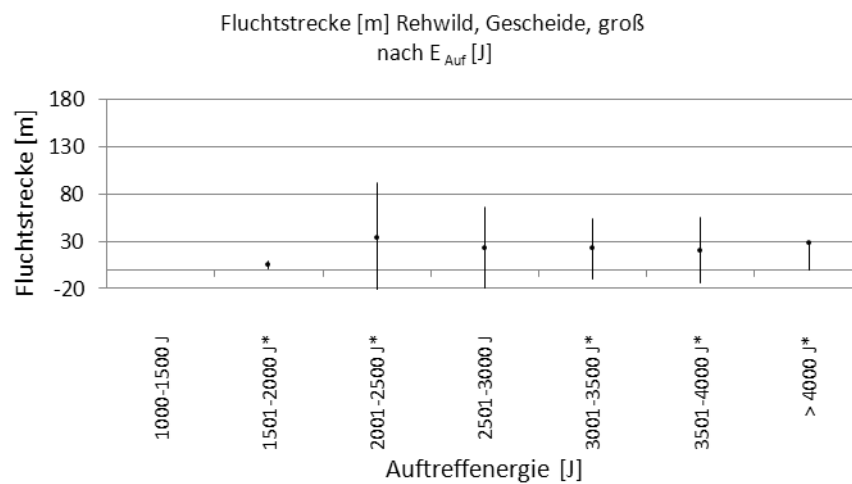


Abbildung 45: Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß

### 3.2.24 Einflüsse auf die Fluchtstrecke

Die Länge der Fluchtstrecke ist die entscheidende, beobachtbare und schätzbare Prüfgröße für die Bewertung der Schusswirkung nach dem Schuss. Anhand statistischer Verfahren wurde der Einfluss verschiedener einzelner Variablen auf die Länge der Fluchtstrecke getestet (Projektbericht 30.11.2012). Tabelle 16 fasst die Ergebnisse zusammen (Weitere Angaben siehe Punkt 11).

#	Fluchtstrecke nach Eingangsgröße:	Testverfahren	Ergebnis	p
1	Trefferlage	Kontingenzanalyse, nicht parametrisch und Varianzanalyse	Verteilung unterschiedlich (hoch signifikant)	< 0,001
2	Materialgruppe Geschosse	Kontingenzanalyse, nicht parametrisch	Verteilung unterschiedlich (hoch signifikant)	< 0,001
3	Auftreffenergie	Varianzanalyse, einfaktoriell	Mittelwerte nicht unterschiedlich (hoch signifikant)	< 0,008

Tabelle 16: Ergebnisse Testverfahren zur Abhängigkeit der Prüfvariablen „Fluchtstrecke“ von relevanten Eingangsgrößen.

Dabei bedeutet das Ergebnis der Analyse zum Einfluss der Trefferlage auf die Fluchtstrecke, dass der Unterschied der Verteilungen der Häufigkeiten in den Fluchtstreckenklassen nach den Trefferlagekategorien mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,001$  signifikant ist.

Ähnlich ist das Ergebnis der Analyse zum Einfluss der Materialgruppe auf die Fluchtstrecke. Der Unterschied der Verteilungen der Häufigkeiten in den Fluchtstreckenklassen nach den Materialgruppenkategorien ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,001$  signifikant.

Das Ergebnis der Analyse zum Einfluss der Auftreffenergie auf die Fluchtstrecke bedeutet, dass sich die Mittelwerte der Klassenmitten in den Fluchtstreckenklassen nach der Auftreffenergie mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,008$  nicht unterscheiden. Die Berechnungen finden sich im Punkt 11.

### 3.2.25 Ausschuss und Pirschzeichen

Unter Pirschzeichen verstehen Jäger die Gesamtheit der Zeichen (Blut, Haare des Tieres, Knochensplitter, Wildbretfetzen, Bodenverwundungen durch die Läufe der Tiere, eventuell auch Zähne oder Geweihteile), die dem Jäger nach dem Schuss zur Verfügung stehen, um das Schussresultat zu bewerten und das weitere Handeln zu planen. Gebräuchlichstes Merkmal ist sichtbares Blut (Schweiß). Im Jagdbetrieb ist das Vorhandensein ausreichender Pirschzeichen ein wichtiges Kriterium für die Bewertung der Geschossleistung, da sie dem Jäger helfen, die Situation in Bezug auf die Lage des Treffers richtig einzuschätzen und die nachfolgenden Handlungen (Bergen oder Nachsuche) korrekt zu planen. Es wurde zunächst untersucht, wie die subjektiv wahrgenommene Schweißmenge mit dem Vorhandensein eines Ausschusses am Wild zusammenhängt (Abbildung 46).

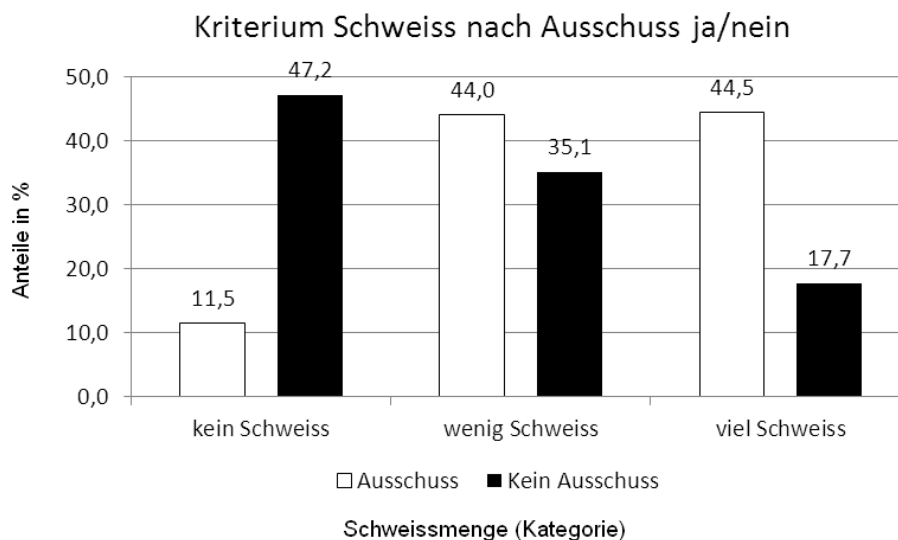


Abbildung 46: Schweißmenge in Abhängigkeit vom Vorhandensein eines Ausschusses (n=7607).

Der Zusammenhang ist erwartungsgemäß gegensätzlich. Wurde „mit Ausschuss“ (n=7325) in 11,5% der Fälle kein Schweiß gefunden, waren es „ohne Ausschuss“ (n=282) 47,2% (. Dagegen stehen bei „viel Schweiß“ 44,5% (mit Ausschuss) respektive 17,7% (ohne Ausschuss) gegenüber. Bei „wenig Schweiß“ stehen 44,0% (mit Ausschuss) 35,1% (ohne Ausschuss) gegenüber. Nach Analyse des Zusammenhanges „Ausschuss/Pirschzeichen“ wurden die Häufigkeit von Ausschüssen und die Verteilung der Größe der Ausschüsse in Abhängigkeit von der Materialgruppe analysiert (Abbildung 47).

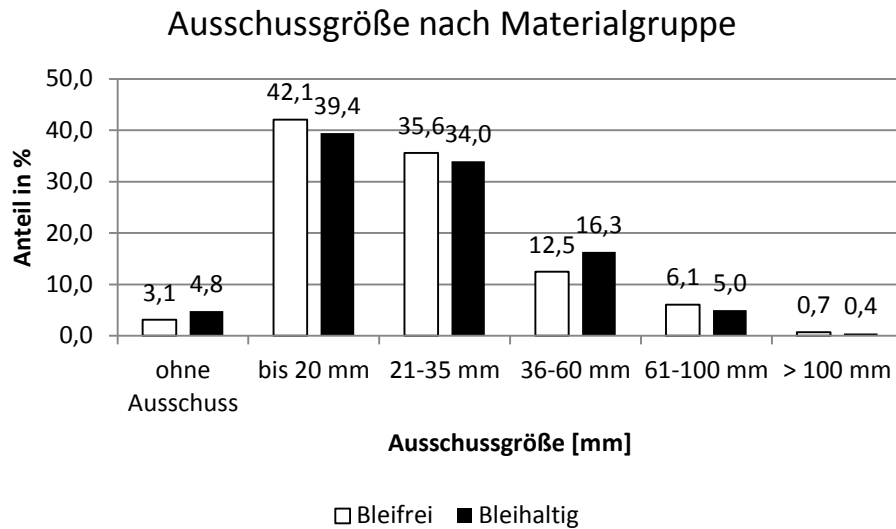


Abbildung 47: Ausschussgröße in [mm] in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8552; n „Bleihaltig“= 2049).

Zugrunde liegen 8552 bleifreie Abschüsse und 2049 bleihaltige Abschüsse. Ohne Ausschuss blieben 3,1% der bleifreien und 4,1% der bleihaltigen Abschüsse. Ausschussgrößen von bis zu 20 mm und 21 bis 35 mm überwiegen bei vergleichbaren Anteilen bei beiden Materialgruppen. Große Ausschüsse von 36 bis 60 mm (12,5% „Bleifrei“; 16,5% „Bleihaltig“) und 61 -100 mm (6,1% und 5,0%) kommen anteilig eher bei bleihaltigen Geschossen vor (18,6% zu 21,5%); Ausschüsse über 100 mm bilden in beiden Materialgruppen die Ausnahme (0,7% „Bleifrei“; 0,4% „Bleihaltig“).

Nach der Analyse des Zusammenhanges „Ausschussgröße / Materialgruppe“ wurde untersucht, wie die subjektiv durch den Jäger wahrgenommene Schweißmenge von den Angaben zur Ausschussgröße abhängt (Abbildung 48).

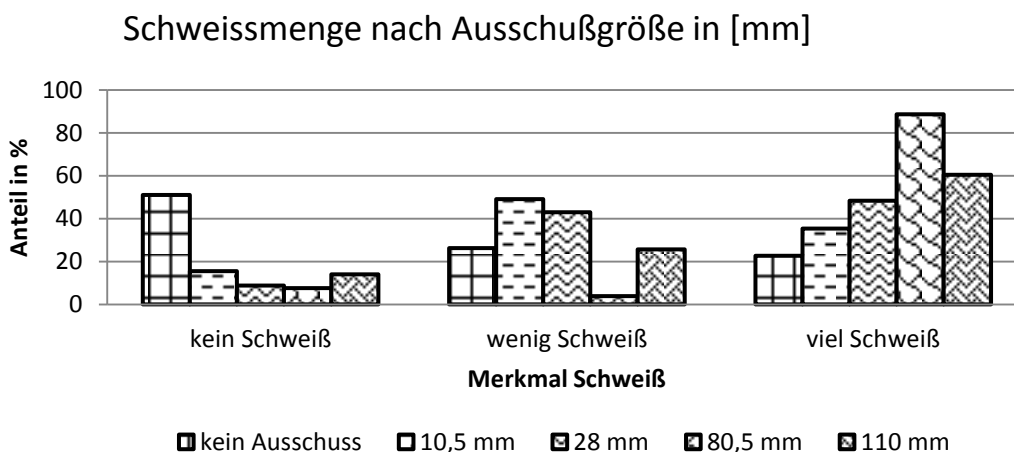


Abbildung 48: Schweißmenge in Abhängigkeit von der subjektiven Wahrnehmung der Jäger und Ausschussgröße [mm].



Nach der Analyse der Zusammenhänge „Ausschusshäufigkeit und -größe in Abhängigkeit von Materialgruppe“ und „Schweißmenge in Abhängigkeit von Ausschussgröße“ wurde noch der Zusammenhang „Schweißmenge in Abhängigkeit von Materialgruppe“ untersucht (Abbildung 49). „Kein Schweiß“ fand sich bei 13,35% der bleifreien Abschüsse gegenüber 10,56% bei bleihaltigen Abschüssen. „Wenig Schweiß“ dagegen in 46,10% der Fälle bleifreier gegenüber 35,42% bleihaltiger Erlegungen. „Viel Schweiß“ wurde in 40,55% der Fälle bleifreier und 54,02% der Fälle bleihaltiger Erlegungen beobachtet.

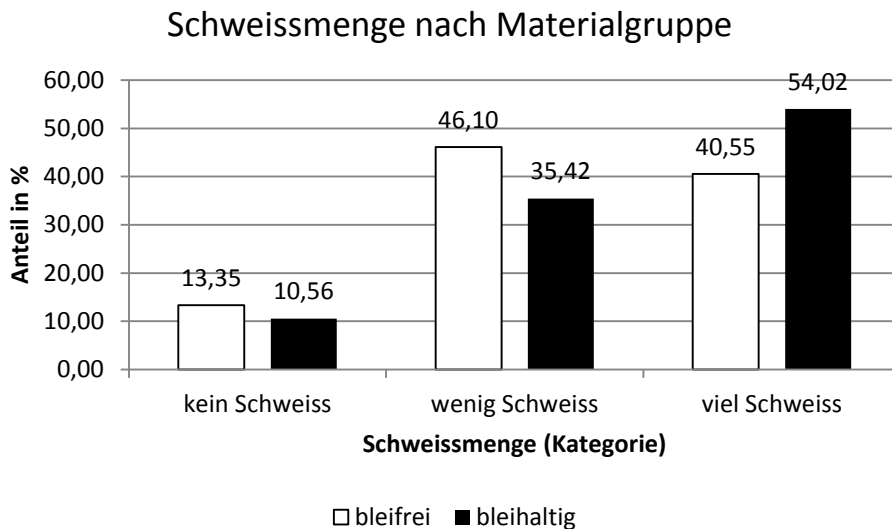


Abbildung 49: Schweißmenge in Abhängigkeit von der Geschossmaterialgruppe (n „Bleifrei“= 8552; n „Bleihaltig“= 2049).

### 3.2.26 Nachsuchen

Nach Analyse des Zusammenhanges „Ausschuss und Pirschzeichen in Abhängigkeit von der Materialgruppe“ wurde die Häufigkeit von Nachsuchen (Abbildung 50) und die Erfolgsabhängigkeit von der Menge des vorhandenen Schweißes, aufgeteilt nach bleifreier und bleihaltiger Munition, untersucht (Abbildung 51).

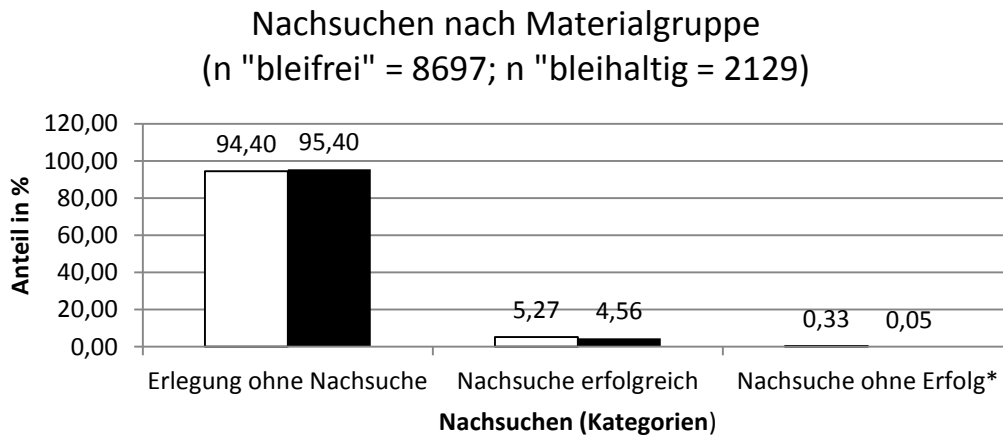


Abbildung 50: Häufigkeit und Erfolg von Nachsuchen in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8697, n „Bleihaltig“= 2129).

Bleifreie Erlegungen waren zu 94,4%, bleihaltige zu 95,40 % ohne Nachsuche erfolgreich. Waren Nachsuchen notwendig, wurden diese bei bleifreien Geschossen zu 5,27% und bei bleihaltigen zu 4,56% erfolgreich abgeschlossen. Bei 0,33% der bleifreien Erlegungen (n= 29) respektive 0,05% der bleihaltigen Erlegungen (n= 1) blieb die Nachsuche ohne Erfolg.

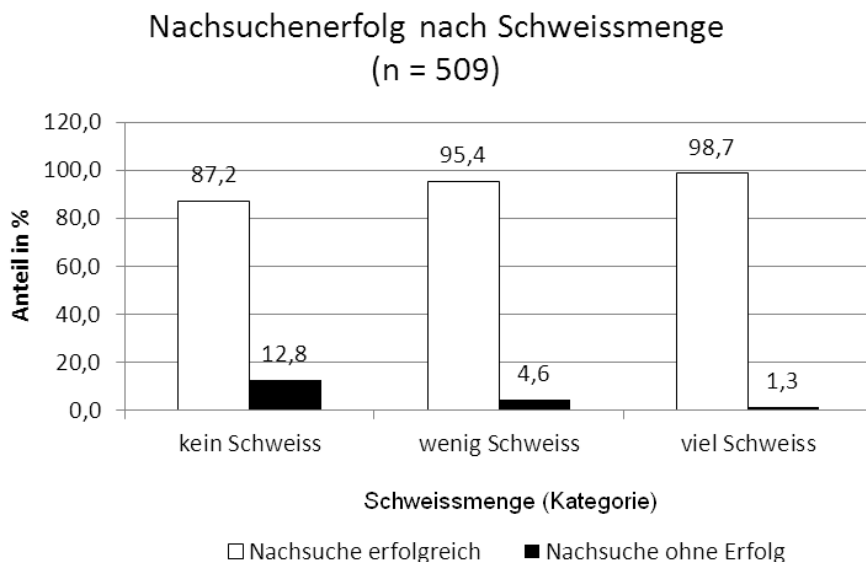


Abbildung 51: Erfolg von Nachsuchen in Abhängigkeit von der Schweißmenge, n= 509.

Abschließend wurde der Erfolg von Nachsuchen in Abhängigkeit von der Schweißmenge untersucht. Während bei „kein Schweiß“ 12,8 % der Nachsuchen ohne Erfolg blieben, waren es bei „viel Schweiß“ nur 1,3%.

### 3.2.27 Bewertung der Erlegung durch die Jäger

Die Jäger hatten beim Abschussbericht die Möglichkeit das Erlegungsgeschehen nach folgendem Schema zu bewerten: 2 Punkte= positive Bewertung, 1 Punkt= neutrale Bewertung, 0 Punkte= negative Bewertung. Es lagen für diese Auswertung 11.132 Berichte vor. Abbildung 52 zeigt die Verteilung der Angaben.

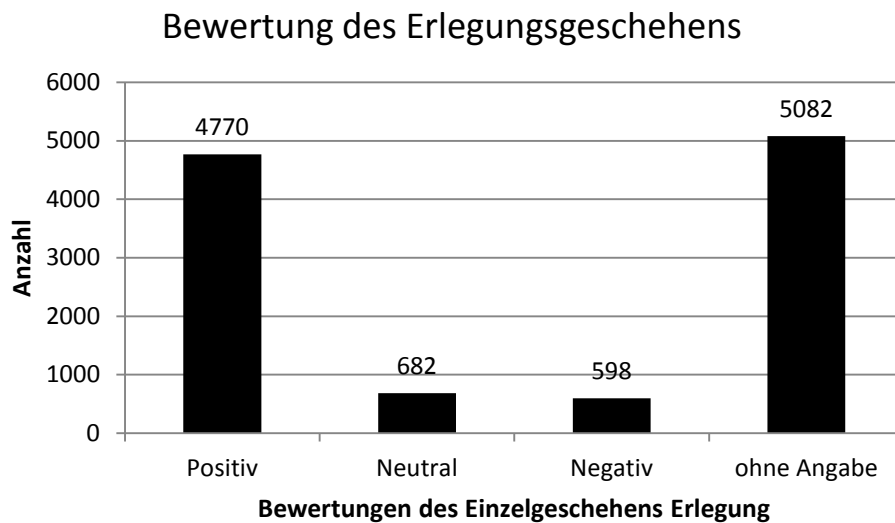


Abbildung 52: Bewertung des Erlegungsgeschehens durch die Jäger (n= 11.132).

In 4770 von 11.132 Fällen (42,8%) wurde das Erlegungsgeschehen positiv bewertet. In 682 Fällen (6,1%) neutral und in 598 Fällen (5,4%) negativ. In 5082 Fällen (45,7%) wurde keine Angabe gemacht. Untersucht wurden die Abhängigkeit der Bewertung der Erlegung von der Auftreffenergie und Wildart; Materialgruppe und Wildart; Materialgruppe und Wildmasse (aufgebrochen); Trefferlage; Fluchtstrecke; Schweißmenge sowie vom Geschosstyp.

### 3.2.28 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart

Analog zu den Auswertungen zur Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart (siehe 3.2.18) wurde der Zusammenhang zwischen der Bewertung (positiv- 2 Punkte, neutral- 1 Punkt, negativ- 0 Punkte) des Erlegungsgeschehens durch die Jäger in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und der Wildart ermittelt. Tabelle 17 fasst das Ergebnis zusammen.

Auftreffenergie [J]	Alle Wildarten			Rotwild			Damwild			Schwarzwild			Rehwild		
	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard-abweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard-abweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard-abweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard-abweichung	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard-abweichung
1000-1500 J	17	1,1	1,0	3	2,0	0,0	2	1,0	1,4	2	2,0	0,0	9	0,6	0,9
1501-2000 J	87	1,6	0,8	28	1,7	0,7	17	1,6	0,8	9	1,4	0,9	28	1,5	0,8
2001-2500 J	246	1,7	0,7	57	1,8	0,6	48	1,8	0,6	36	1,6	0,8	102	1,7	0,7
2501-3000 J	746	1,7	0,6	165	1,7	0,6	125	1,8	0,5	198	1,7	0,7	252	1,8	0,6
3001-3500 J	302	1,7	0,7	64	1,8	0,5	29	1,6	0,8	92	1,7	0,7	116	1,6	0,7
3501-4000 J	340	1,7	0,6	73	1,7	0,7	19	1,9	0,5	97	1,8	0,6	146	1,7	0,7
> 4000 J	85	1,7	0,7	23	1,8	0,6	11	1,6	0,8	34	1,7	0,7	17	1,5	0,9

Tabelle 17: Bewertung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart (n= 1823).

In der Klasse 1000–1500 Joule liegen nur sehr wenige Abschussberichte dieser Merkmalskombination vor. Erlegungen von Rot- und Schwarzwild werden positiv, Dam- und Rehwild eher negativ bewertet. Ab 1501 Joule Auftreffenergie wird unabhängig von der Wildart bereits eher positiv, ab 2001 Joule überwiegend positiv bewertet. Abbildung 53 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar.

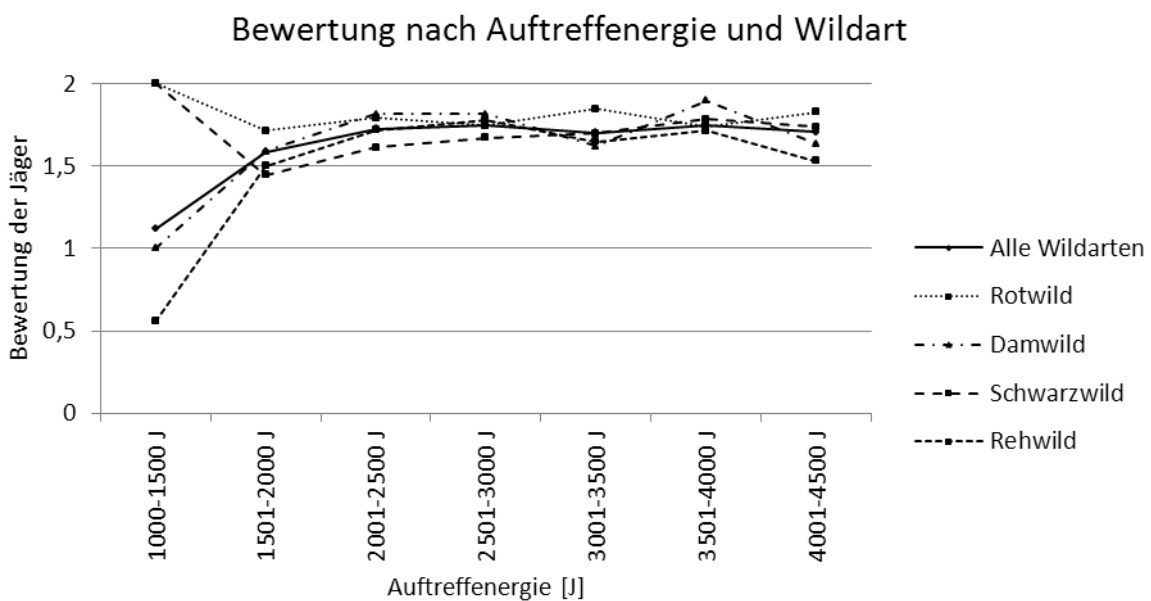


Abbildung 53: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und der Wildart (Mittelwerte aus Tabelle 17)

### 3.2.29 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildart

Nach der Auswertung der Bewertung der Erlegung durch die Jäger in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und der Wildart wurde die Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart untersucht. Tabelle 18 fasst das Ergebnis zusammen.

Wildart	Materialgruppe	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95%
Alle Wildarten	Bleifrei	4995	1,6	0,7	0,01019	1,6065	1,6464
	Bleihaltig	903	1,7	0,6	0,02044	1,6343	1,7145
Rotwild	Bleifrei	919	1,7	0,7	0,02406	1,6122	1,7066
	Bleihaltig	95	1,5	0,7	0,07608	1,3753	1,6774
Damwild	Bleifrei	787	1,6	0,7	0,02444	1,5823	1,6782
	Bleihaltig	129	1,7	0,6	0,05682	1,5387	1,7636
Schwarzwild	Bleifrei	1198	1,6	0,7	0,02119	1,5795	1,6626
	Bleihaltig	244	1,7	0,6	0,03825	1,6296	1,7803
Rehwild	Bleifrei	1989	1,6*	0,7	0,01624	1,5785	1,6422
	Bleihaltig	424	1,7*	0,6	0,02831	1,6401	1,7514

Tabelle 18: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart. Mit \* gekennzeichnete Mittelwerte unterscheiden sich signifikant.

Abbildung 54 stellt das Ergebnis graphisch dar.

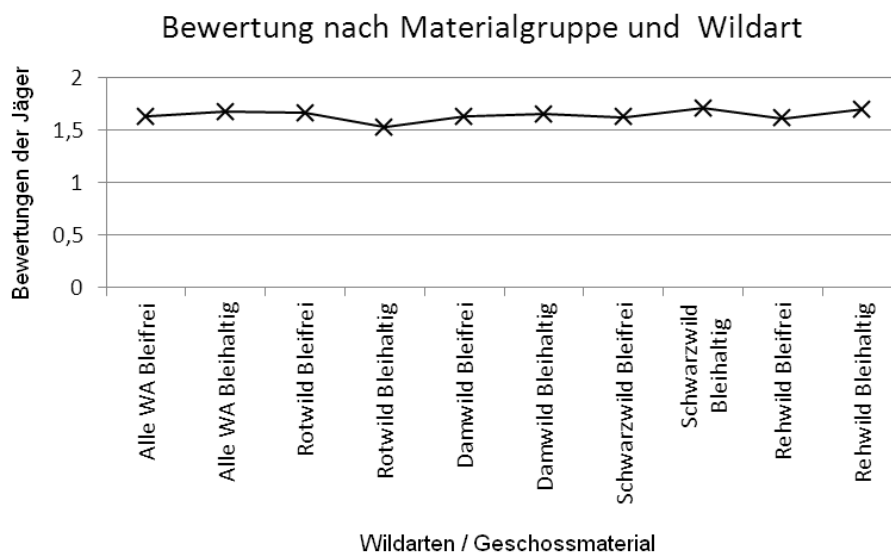


Abbildung 54: Bewertung der Erlegungen in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart.

Über alle Wildarten ist eine vergleichbare, gleichermaßen positive Bewertung von Erlegungen mit bleifreien als auch bleihaltigen Geschossen zu verzeichnen. Die Mittelwertunterschiede sind dabei lediglich zwischen Rehwild, bleifrei und Rehwild, bleihaltig signifikant ( $p < 0,05$ ), bei den restlichen Wildarten sind die Mittelwertunterschiede bei der Benutzung von bleifreien oder bleihaltigen Geschossen dagegen nicht signifikant.

### 3.2.30 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Wildmasse, aufgebrochen

Neben den Auswertungen der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart wurde die Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Wildmasse (in Kilogramm, aufgebrochen) untersucht. Tabelle 19 fasst das Ergebnis zusammen.

Wildmasse [kg]	Bleifrei			Bleihaltig		
	Anzahl (n)	Mittelwert	Standard-abweichung	Anzahl (n)	Mittelwert	Standard-abweichung
bis 10 kg	448	1,64509	0,699263	84	1,64	0,594003
11-20 kg	2141	1,63615	0,705639	442	1,74	0,538981
21-45 kg	1540	1,62143	0,728289	214	1,61	0,701469
46-75 kg	693	1,62049	0,746077	111	1,57	0,668098
76-120 kg	107	1,66355	0,699648	21	1,61	0,669043
> 120 kg	13	1,23077	0,926809	15	1,6	0,828079

Tabelle 19: Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildmasse, aufgebrochen (n= 4942).

Über alle Massenklassen bis 120 kg werden Erlegungen mit bleifreien und bleihaltigen Geschossen gleichermaßen positiv bewertet. Über 120 kg liegen die Bewertungen bleifreier Erlegungen unter dem für bleihaltige Erlegungen erreichten Wert. Allerdings liegen in dieser Kombination nur 13 beziehungsweise 15 Bewertungen vor. Abbildung 55 verdeutlicht diesen Zusammenhang graphisch.

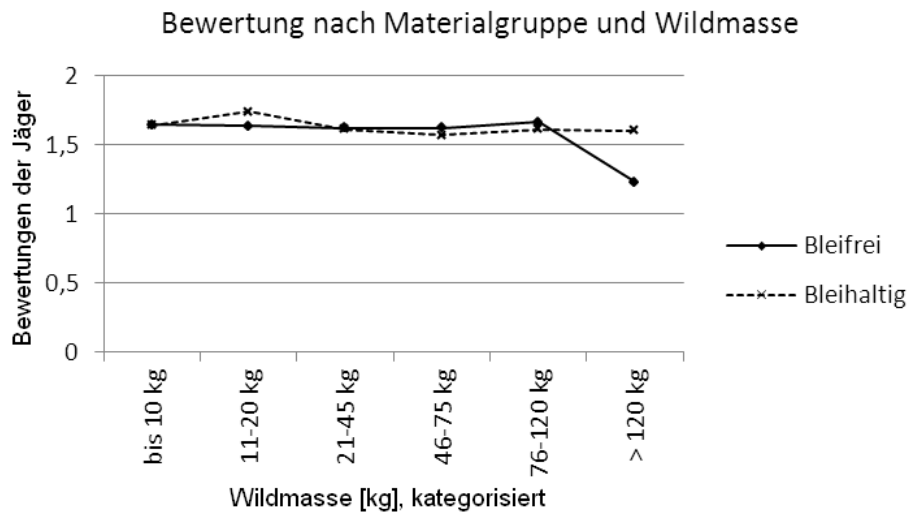


Abbildung 55: Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildmasse.

### 3.2.31 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von Materialgruppe und Schussentfernung

Neben den Auswertungen der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildmasse (in Kilogramm, aufgebrochen) wurde die Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Schussentfernung untersucht. Tabelle 20 fasst das Ergebnis zusammen.

Materialgruppe "Bleifrei"						
Schussentfernung	Anzahl (n)	Mittelwert (arithm.)	Standardabw.	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95 %
unter 50 m	1524	1,6371	0,6991	0,0179	1,6020	1,6723
51-100 m	2356	1,6129	0,7277	0,0150	1,5835	1,6423
101-150 m	778	1,6671	0,7000	0,0251	1,6178	1,7164
151-200 m	230	1,6000	0,7852	0,0518	1,4980	1,7020
201-250 m	76	1,5921	0,8030	0,0921	1,4086	1,7756
über 250 m	13	1,8462	0,5547	0,1539	1,5110	2,1814
Materialgruppe "Bleihaltig"						
Schussentfernung	Anzahl (n)	Mittelwert (arithm.)	Standardabw.	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95 %
unter 50 m	265	1,6113	0,6483	0,0398	1,5329	1,6897
51-100 m	482	1,7095	0,5898	0,0269	1,6568	1,7623
101-150 m	114	1,6842	0,5996	0,0562	1,5729	1,7955
151-200 m	22	1,6364	0,7267	0,1549	1,3141	1,9586
201-250 m	8	1,5000	0,9258	0,3273	0,7260	2,2740
über 250 m	3	2,0000	0,0000	0,0000	2,0000	2,0000

Tabelle 20: Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Schussentfernung in Metern [m] (n= 5871).

Über alle Schussentfernungen werden Erlegungen mit bleifreien und bleihaltigen Geschossen gleichermaßen positiv bewertet. Für Schüsse über 250 m liegen in der Gruppe „Bleifrei“ 13 Bewertungen und in der Gruppe „Bleihaltig“ lediglich drei Bewertungen vor. Abbildung 56 verdeutlicht diesen Zusammenhang graphisch.

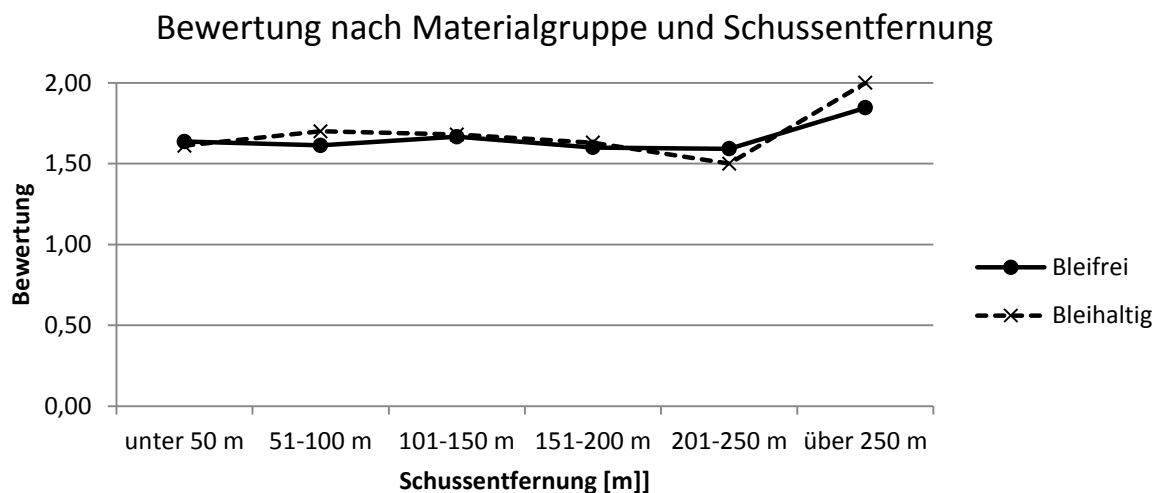


Abbildung 56: Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Schussentfernung.

### 3.2.32 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage

Analog zur Auswertung „Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Trefferlage“ wurde die Auswertung „Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage“ durchgeführt. Treffer von Haupt und Träger wurden deutlich positiv bewertet (1,9 und 1,75), hohe und tiefe Kammertreffer mit 1,68 und 1,62 eher positiv, Treffer in das große Gescheide, das kleine Gescheide, die Keule und den Vorderlauf neutral bis positiv. Treffer in den Hinterlauf (n= 2) wurden negativ bewertet (Abbildung 57).

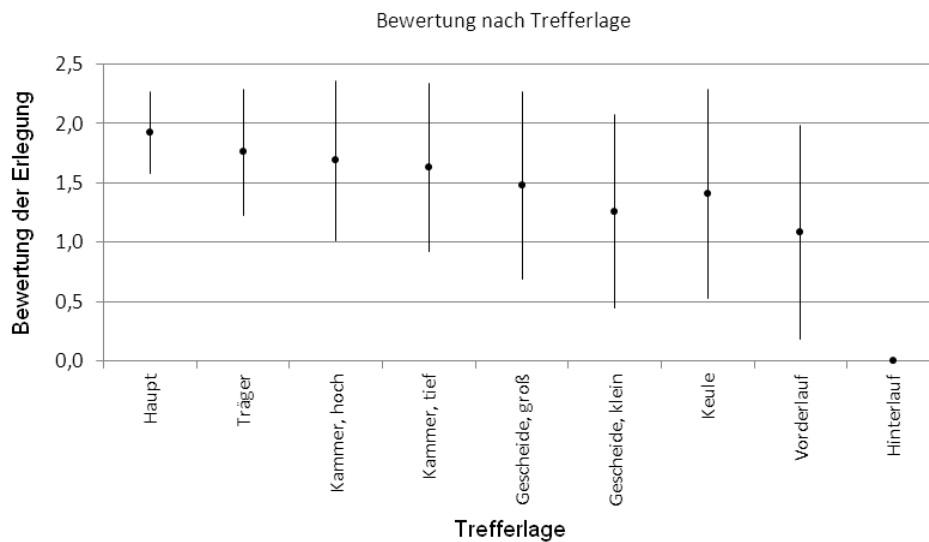


Abbildung 57: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage.

Tabelle 21 fasst das Ergebnis zusammen.

Trefferlage	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95%	Obere 95%
Haupt	164	1,9	0,3	0,02675	1,8740	1,9796
Träger	313	1,8	0,5	0,02994	1,6983	1,8161
Kammer, hoch	1926	1,7	0,7	0,01529	1,6590	1,7190
Kammer, tief	2970	1,6	0,7	0,01299	1,6025	1,6534
Gescheide, groß	536	1,5	0,8	0,03401	1,4127	1,5463
Gescheide, klein	65	1,3	0,8	0,10114	1,0595	1,4636
Keule	39	1,4	0,9	0,14093	1,1250	1,6956
Vorderlauf	12	1,1	0,9	0,25990	0,5113	1,6554
Hinterlauf	2	0,0	0,0	0,00000	0,0000	0,0000

Tabelle 21: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage (n= 6027).



### 3.2.33 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Fluchtstrecke

Nach der Auswertung der „Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage“ wurde die Auswertung der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke durchgeführt (Abbildung 58). Tabelle 22 fasst das Ergebnis zusammen.

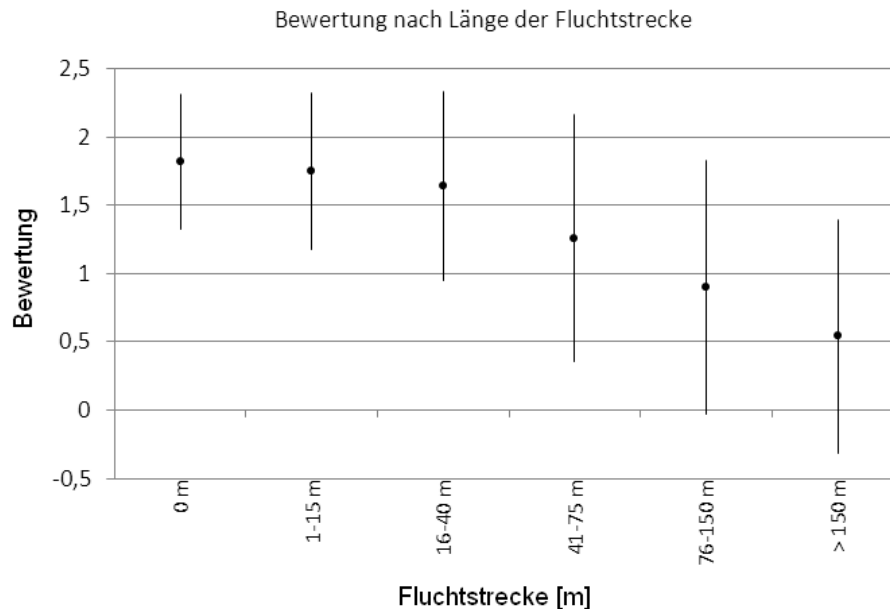


Abbildung 58: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke (n= 6092).

Fälle, in denen das getroffene Stück nicht flüchtete, wurden durchweg positiv bewertet (Mittelwert 1,81). Lag die Fluchtstrecke bei unter 15 Metern, so nahm die Zustimmung nur leicht ab (Mittelwert 1,75) und ging zwischen 16 und 40 Metern nochmals leicht zurück (Mittelwert 1,64). Mit zunehmender Länge der Fluchtstrecke wurde das Erlegungsgeschehen zunehmend schlechter beurteilt. Bereits bei Fluchtstrecken zwischen 41 und 75 Metern wurden als Mittelwert nur noch 1,26 Bewertungspunkte erreicht. Fluchtstrecken zwischen 76 und 150 Metern (Mittelwert 0,90) und Fluchtstrecken über 150 Meter (Mittelwert 0,54) wurden sehr negativ bewertet. Die Unterschiede der Mittelwerte sind dabei signifikant.

Fluchtstrecke- klassen [m]	Anzahl (n)	Mittelwert Bewertung	Standard- abweichung	Standard- fehler	Untere 95%	Obere 95%
0 m	2835	1,81481	0,493349	0,00927	1,7966	1,833
1-15 m	1027	1,74976	0,571145	0,01782	1,7148	1,7847
16-40 m	1210	1,6405	0,694189	0,01996	1,6013	1,6796
41-75 m	588	1,2585	0,904943	0,03732	1,1852	1,3318
76-150 m	291	0,89691	0,93016	0,05453	0,7896	1,0042
> 150 m	141	0,53901	0,857886	0,07225	0,3962	0,6818

Tabelle 22: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke (n= 6092).

Abbildung 59 verdeutlicht mittels linearer Regressionen die vergleichsweise geringe Abnahme der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke (Steigung -0,08;  $R^2=0,979$ ) zwischen 0 und 40 Metern und die deutliche Abnahme (Steigung -0,36;  $R^2= 0,9998$ ) ab 41 Metern.

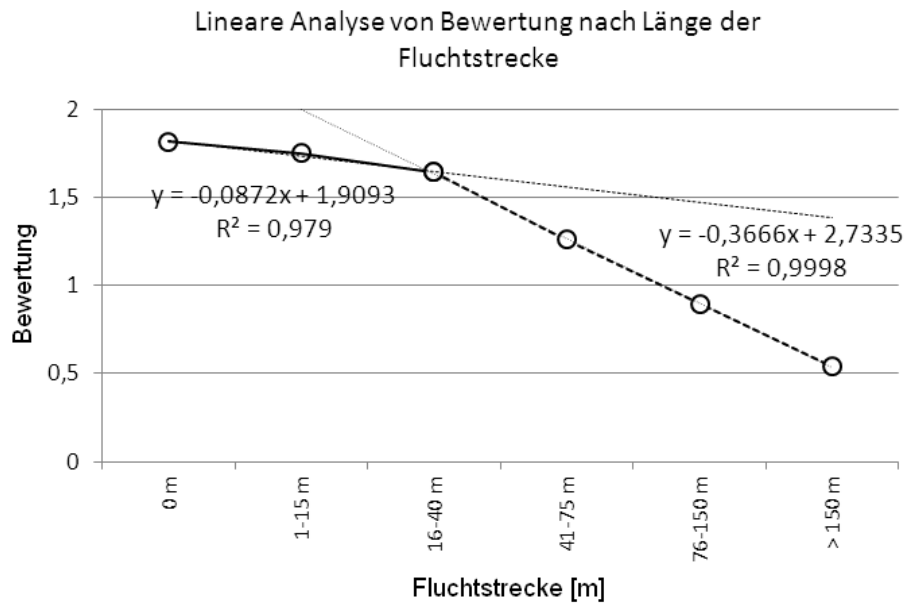


Abbildung 59: Lineare Analyse der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke.

### 3.2.34 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Schweißmenge

Nach der Untersuchung der Bewertung der Erlegung durch die Jäger in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke wurde die Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Menge gefundenen Schweißes untersucht (subjektive Einschätzung durch die Jäger). In 527 Fällen gaben die Jäger an, keinen Schweiß vorgefunden zu haben (Abbildung 60). Diese Fälle wurden deutlich schlechter bewertet (Mittelwert 1,199) als die 1749 Fälle, in denen die Jäger wenig Schweiß vorfanden (Mittelwert 1,482). In 1818 Fällen gaben die Jäger an, viel Schweiß gefunden zu haben. Diese Fälle wurden fast durchweg positiv bewertet (Mittelwert 1,739). Der Unterschied der Mittelwerte ist signifikant ( $p < 0,05$ ).

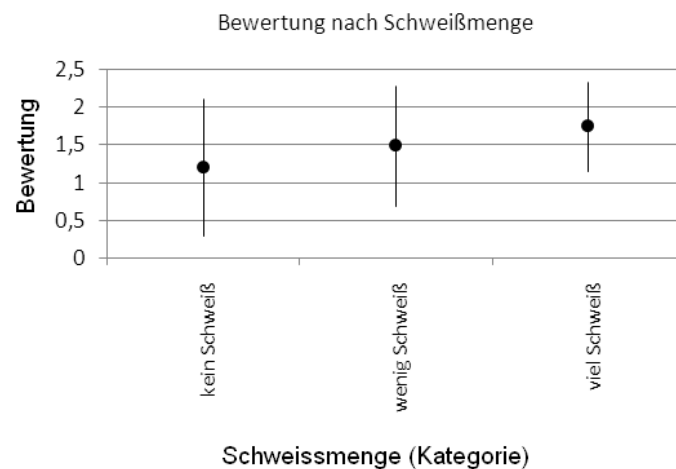


Abbildung 60: Bewertung der Erlegung durch die Jäger in Abhängigkeit von der Menge vorgefundenen Schweißes (n= 4094).

### **3.2.35 Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit vom Geschosstyp**

Abschließend wurde untersucht, wie die Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von den einzelnen Geschosstypen ausfiel. Tabelle 23 stellt die Daten dar, Abbildung 61 fasst die Bewertung zusammen. Für jede Geschosskonstruktion wurde die Zahl der verfügbaren Abschussberichte, der Mittelwert und die Standardabweichung der Fluchtstrecke, die Anzahl der Berichte, für die eine negative, neutrale oder positive Bewertung des Erlegungsgeschehens vorlag, die Gesamtanzahl der Berichte mit Bewertung der Erlegung sowie die prozentualen Anteile der jeweiligen Bewertung (negativ, neutral, positiv) ermittelt. Die prozentualen Anteile wurden auch für Geschosskonstruktionen, zu denen weniger als 30 Berichte mit Bewertung der Erlegung vorlagen ermittelt, da auch Trends von seltener verwendeten Geschosskonstruktionen analysiert werden sollten. Diese wurden in Tabelle 23 durch „fett-kursiv“-Schreibung gekennzeichnet. Bleihaltige Geschosse wurden mit einem (Pb) nach dem Konstruktionsnamen gekennzeichnet. Abbildung 61 veranschaulicht das Ergebnis graphisch, jedoch wurden bei dieser Abbildung nur Geschosskonstruktionen betrachtet, für die mehr als 30 Berichte mit Bewertung der Erlegung vorlagen.

Erweiterter Bericht vom 25.02.2014 zum Abschlussbericht vom 30.11.2012  
 BMEL-Entscheidungshilfsvorhaben „Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“

Geschoss (Typ)	Anzahl (n) Berichte	Mittelwert Fluchtstrecke	Standardabweichung	Negativ bewertet	Neutral bewertet	Positiv bewertet	Summe bewertet	Anteil (%) negativ	Anteil (%) neutral	Anteil (%) positiv	Anteil (%) bewertet an gesamt
Balle GPA	20	39,15	57,957	3	1	11	<b>15</b>	<b>20,0</b>	<b>6,7</b>	<b>73,3</b>	75
Barnes TSX	1028	31,61	50,737	110	23	487	620	17,7	3,7	78,5	60
Barnes TTSX	104	30,01	56,449	12	1	75	88	13,6	1,1	85,2	85
Barnes XLC	996	26,00	40,865	71	111	295	477	14,9	23,3	61,8	48
Blaser CDP (Pb)	94	22,59	42,181	1	8	15	<b>24</b>	<b>4,2</b>	<b>33,3</b>	<b>62,5</b>	26
Brenneke TAG	1516	24,03	42,104	115	37	892	1044	11,0	3,5	85,4	69
Brenneke TIG (Pb)	108	24,44	42,77	2	2	38	42	4,8	4,8	90,5	39
Brenneke TIG nature	430	30,28	40,554	51	10	296	357	14,3	2,8	82,9	83
Brenneke TOG (Pb)	3	6,00	3,464	0	1	2	<b>3</b>	<b>0,0</b>	<b>33,3</b>	<b>66,7</b>	100
Brenneke TUG (Pb)	50	14,40	25,307	1	7	13	<b>21</b>	<b>4,8</b>	<b>33,3</b>	<b>61,9</b>	42
Brenneke TUG nature	75	43,15	64,823	11	0	53	64	17,2	0,0	82,8	85
FLG (Pb)	4	32,75	53,575	0	0	1	<b>1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	25
Hornady A-MAX (Pb)	4	8,50	13	0	0	4	<b>4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	100
Hornady GMX	124	23,45	44,624	8	0	104	112	7,1	0,0	92,9	90
Hornady Interbond (Pb)	13	6,31	7,158	0	0	10	<b>10</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	77
Hornady Interlocked( Pb)	2	8,00	0	0	0	0	<b>0</b>				0
Hornady SST (Pb)	9	41,56	68,715	0	0	2	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	22
Impala KO	6	119,6	46,860	3	0	0	<b>3</b>	<b>100,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	50
Impala KS	22	52,18	67,698	11	1	3	<b>15</b>	<b>73,3</b>	<b>6,7</b>	<b>20,0</b>	68
Impala LS	425	31,85	51,937	32	9	198	<b>239</b>	<b>13,4</b>	<b>3,8</b>	<b>82,8</b>	56
Jaguar Classic	281	20,45	34,99	15	2	128	<b>145</b>	<b>10,3</b>	<b>1,4</b>	<b>88,3</b>	52
Kieferle RS	160	33,82	52,929	8	2	42	<b>52</b>	<b>15,4</b>	<b>3,8</b>	<b>80,8</b>	33
Lapua Mega (Pb)	4	17,50	27,148	0	1	1	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	50
Lapua Naturalis	1643	24,81	43,686	120	141	574	<b>835</b>	<b>14,4</b>	<b>16,9</b>	<b>68,7</b>	51
Lapua Naturalis LR	228	21,50	32,604	4	1	58	<b>63</b>	<b>6,3</b>	<b>1,6</b>	<b>92,1</b>	28
Mayerl Aero	3	19,33	15,011	0	0	3	<b>3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	100
MEN SFS	15	28,47	59,719	0	0	2	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>	13
Möller KJG	208	17,02	35,476	9	12	104	<b>125</b>	<b>7,2</b>	<b>9,6</b>	<b>83,2</b>	60
Norma Alaska (Pb)	21	21,43	46,369	1	0	4	<b>5</b>	<b>20,0</b>	<b>0,0</b>	<b>80,0</b>	24
Norma Oryx (Pb)	37	25,95	35,575	1	0	9	<b>10</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>	<b>90,0</b>	27

Tabelle 23: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Geschosskonstruktion (wird fortgesetzt).

Geschoss (Typ)	Anzahl (n) Berichte	Mittelwert Fluchtstrecke	Standardabweichung	Negativ bewertet	Neutral bewertet	Positiv bewertet	Summe bewertet	Anteil (%) negativ	Anteil (%) neutral	Anteil (%) positiv	Anteil (%) bewertet an gesamt
Norma Vulkan (Pb)	216	18,93	34,451	2	24	44	70	2,9	34,3	62,9	32
Nosler Ballistic Tip (Pb)	16	22,50	26,652	1	1	1	3	33,3	33,3	33,3	19
Nosler Partition (Pb)	26	10,25	15,369	1	1	17	19	5,3	5,3	89,5	73
PMP Pro AM (Pb)	13	11,23	16,961	0	1	7	8	0,0	12,5	87,5	62
Reichenberg HDB I	65	20,09	34,796	7	5	28	40	17,5	12,5	70,0	62
Reichenberg HDB II	40	13,18	20,445	1	3	21	25	4,0	12,0	84,0	63
Reichenberg HDB III	26	37,12	60,449	1	0	14	15	6,7	0,0	93,3	58
Reichenberg HDB IX	200	20,51	39,881	15	21	96	132	11,4	15,9	72,7	66
Remington CoreLokt (Pb)	1	58,00	.	0	0	1	1	0,0	0,0	100,0	100
RWS Bionic Black	305	25,62	43,051	15	26	87	128	11,7	20,3	68,0	42
RWS Bionic Yellow	470	27,03	45,774	37	18	181	236	15,7	7,6	76,7	50
RWS DK (Pb)	31	20,03	43,76	2	5	6	13	15,4	38,5	46,2	42
RWS Evolution (Pb)	41	12,68	25,816	2	6	24	32	6,3	18,8	75,0	78
RWS H-Mantel (Pb)	102	13,09	26,991	2	1	15	18	11,1	5,6	83,3	18
RWS ID Classic (Pb)	37	11,08	17,066	1	1	34	36	2,8	2,8	94,4	97
RWS Kegelspitz (Pb)	179	22,19	36,751	15	17	58	90	16,7	18,9	64,4	50
RWS Uni Classic (Pb)	6	29,83	46,495	0	0	0	0				0
S&B XRG	2	2,00	0	0	0	2	2	0,0	0,0	100,0	100
Sako Hammerhead (Pb)	18	16,61	28,44	0	2	1	3	0,0	66,7	33,3	17
Sauverstre FIP Treibjagd	100	18,87	23,49	9	16	48	73	12,3	21,9	65,8	73
Sauvestre FIP	27	21,41	17,688	0	0	0	0				0
Sierra Game King (Pb)	3	6,00	3,464	1	0	1	2	50,0	0,0	50,0	67
Swift A-Frame (Pb)	9	15,67	36,592	1	3	0	4	25,0	75,0	0,0	44
Swift Scirocco (Pb)	4	90,25	97,469	0	0	2	2	0,0	0,0	100,0	50
Teilmantel Rund (Pb)	911	20,37	39,721	20	66	306	392	5,1	16,8	78,1	43
Teilmantel Spitz (Pb)	157	15,92	31,02	8	6	63	77	10,4	7,8	81,8	49
Trophy Bonded BC Tip (Pb)	6	31,33	22,509	0	0	6	6	0,0	0,0	100,0	100
Trophy Bonded BC (Pb)	24	19,75	46,041	4	0	20	24	16,7	0,0	83,3	100
Vollmantel (Pb)	4	3,50	3	1	0	0	1	100,0	0,0	0,0	25
Winchester Silvertip (Pb)	34	17,94	39,1	1	1	3	5	20,0	20,0	60,0	15
Woodleigh PP (Pb)	8	33,00	75,29	0	0	5	5	0,0	0,0	100,0	63
Summen:	10714			736	594	4515	5845				

Tabelle 23: Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Geschosskonstruktion (Fortsetzung).

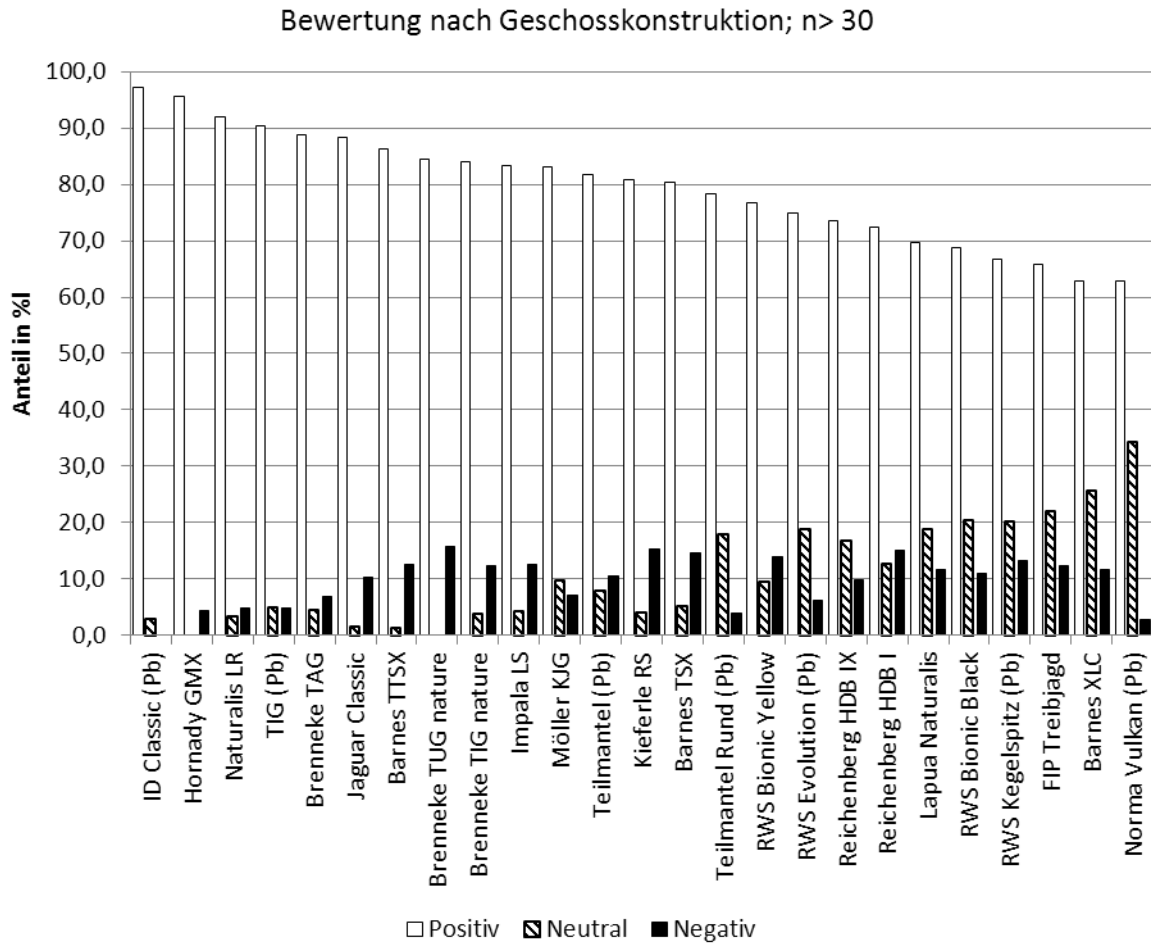


Abbildung 61: Bewertungen der Erlegung in Abhängigkeit von der Geschosskonstruktion. Es wurden nur Geschosskonstruktionen berücksichtigt, für die mehr als 30 Bewertungen des Erlegungsgeschehens vorlagen.

Die Geschosskonstruktionen in Abbildung 61 sind in absteigender Reihenfolge des prozentualen Anteils der positiven subjektiven Bewertungen der Erlegung geordnet. Die Erlegung mit der Geschosskonstruktion RWS ID Classic (Pb) wird fast ausschließlich positiv bewertet, ebenso die Erlegung mit den Konstruktionen Hornady GMX und Lapua Naturalis LR. Die Erlegung mit der Geschosskonstruktion Norma Vulkan (Pb) wird zwar überwiegend positiv bewertet, jedoch erfolgten für diese Konstruktion auch über 30% neutrale Bewertungen. Zwischen diesen Extremen liegen sowohl bleifreie als auch bleihaltige Konstruktionen.

### 3.3 Ergebnisse Laborversuche

#### 3.3.1 Eindringtiefe

Die ballistische Datenerhebung (im Folgenden BDE) in Seife wurde durch die DEVA e. V. nach dem Beschussplan (Tabelle 1) durchgeführt. Insgesamt wurden 117 Seifenbeschüsse durchgeführt. 77 davon mit bleifreien Geschossen und 40 mit bleihaltigen Geschossen. Die Beschüsse erfolgten nach den im Beschussplan benannten Geschwindigkeitsstufen. Ermittelt wurde dadurch die geschwindigkeitsabhängige Energieabgabe je Geschosstyp.

Die DEVA e. V. stellte die Ergebnisse auf rund 475 Seiten in Tabellen und Bildwerken zur Verfügung, in denen geschossspezifisch das auftreffgeschwindigkeitsspezifische Wirksamkeitsprofil ermittelt wurde (Tabelle 24). Die Auswertung setzt die ermittelte abgegebene Energie in Bezug zur zurückgelegten Wegstrecke. Die Länge eines Seifenblocks betrug 40 cm. Dies entspricht der maximalen, im Versuchsaufbau zu erfassenden Eindringtiefe. Es wurde ausgewertet, wie sich die Eindringtiefe in Abhängigkeit von der Materialgruppe („Bleifrei“, „Bleihaltig“) verteilt (Abbildung 62).

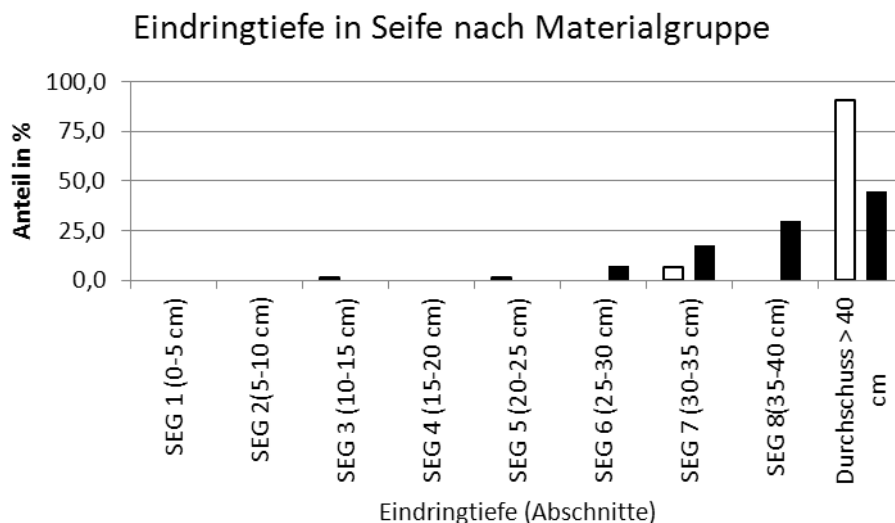


Abbildung 62: Eindringtiefe in Seife in Abhängigkeit von der Materialgruppe, weiße Balken= „Bleifrei“, schwarze Balken= „Bleihaltig“.

Sowohl für bleihaltige Geschosse als auch für bleifreie Geschosse zeigte sich für die getesteten Geschwindigkeiten eine linksschiefe Verteilung zu weiten Eindringtiefen. Nur je 1 Schuss (je 1,3% der bleifreien Geschosse) mit einem bleifreien Geschoss blieb in Segment 3 (10-15 cm) und in Segment 5 (20-25 cm) stecken. Im Segment 6 (25-30 cm) blieben 3 bleihaltige Geschosse (7,5 % der bleihaltigen Geschosse) stecken. 6,5 % der bleifreien und 17,5 % der bleihaltigen Geschosse drangen bis in das Segment 7 (30-35cm) ein. 17 bleihaltige Geschosse (30%) verblieben im Segment 8 (35-40 cm). 70



bleifreie Geschosse (90,9 %) und 17 bleihaltige Geschosse (45%) durchschlugen den Seifenblock auf voller Länge (>40 cm).

### 3.3.2 Energieabgabe

Für die Auswertungen der Energieabgabe wurde die Wegstrecke in ein Segmente- Raster mit Schichtdicken von je 5 cm eingeteilt (siehe Abbildung 8). Abbildung 63 zeigt die Verteilung der Energieabgabe  $E_{ab}$  je Segmentabschnitt aller getesteten, bleihaltigen Geschosse über alle getesteten Geschwindigkeitsstufen.

In Abbildung 64 ist die Verteilung der Energieabgabe je Segmentabschnitt aller getesteten, bleifreien Geschosse über alle getesteten Geschwindigkeitsstufen dargestellt. Die Verteilungen für die mittleren Energieabgaben je Segment unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ) durch höhere Werte in den Segmenten 1 bis 4 für die getesteten bleihaltigen Geschosse.

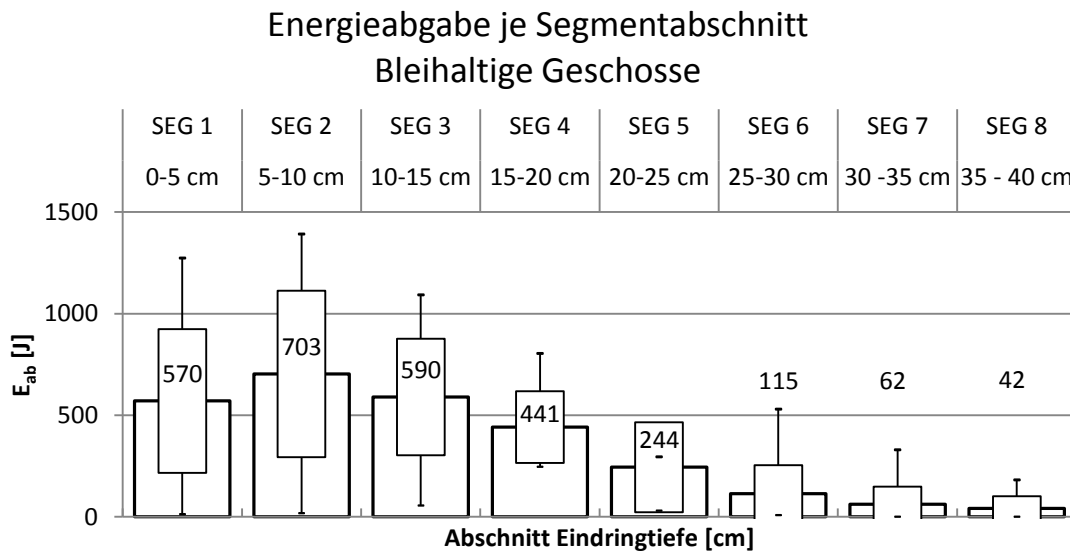


Abbildung 63: Energieabgabe  $E_{ab}$  [J] bleihaltiger Geschosse je Segmentabschnitt im Seifenblock.

### Energieabgabe je Segmentabschnitt Bleifreie Geschosse

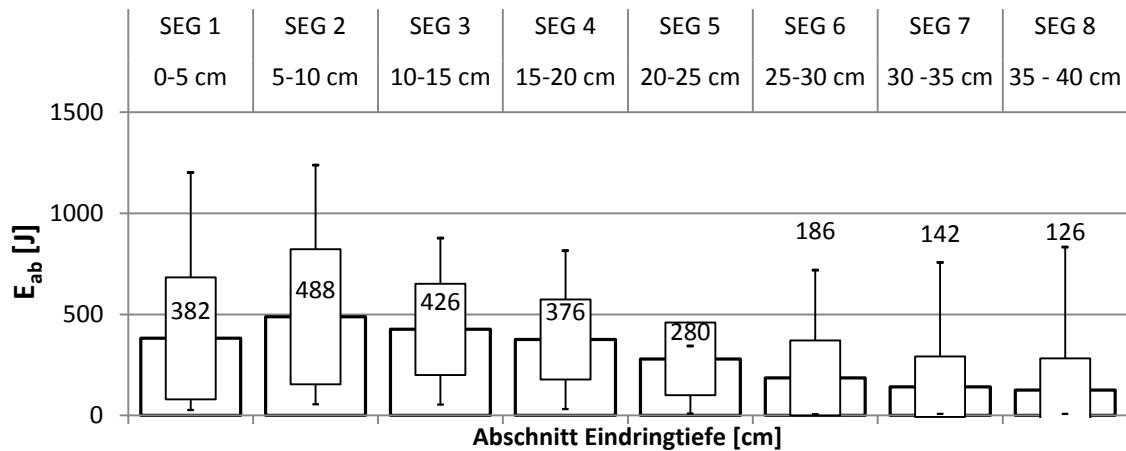


Abbildung 64: Energieabgabe E<sub>ab</sub> [J] bleifreier Geschosse je Segmentabschnitt im Seifenblock.

Abbildung 65 zeigt die Momente der Messwerte für die Energieabgabe E<sub>ab</sub> im Seifenblock, Segment 1-8 (0-40 cm), in Abhängigkeit vom Geschossmaterial. Bleihaltige Geschosse erreichten einen Mittelwert von 2767,54 J, welche im Seifenblock abgegeben wurden, bleifreie Geschosse erreichten 2405,57 J. Der Unterschied der Mittelwerte ist dabei nicht signifikant (p > 0,05). Der maximale Energieeintrag betrug für bleifreie Geschosse 4375 J und für bleihaltige Geschosse 4303 Joule. Der minimale Energieeintrag betrug für bleifreie Geschosse 323 J und für bleihaltige Geschosse 993 Joule (siehe Tabelle 24).

### Energieabgabe SEG 1\_8 [J] nach Materialgruppe

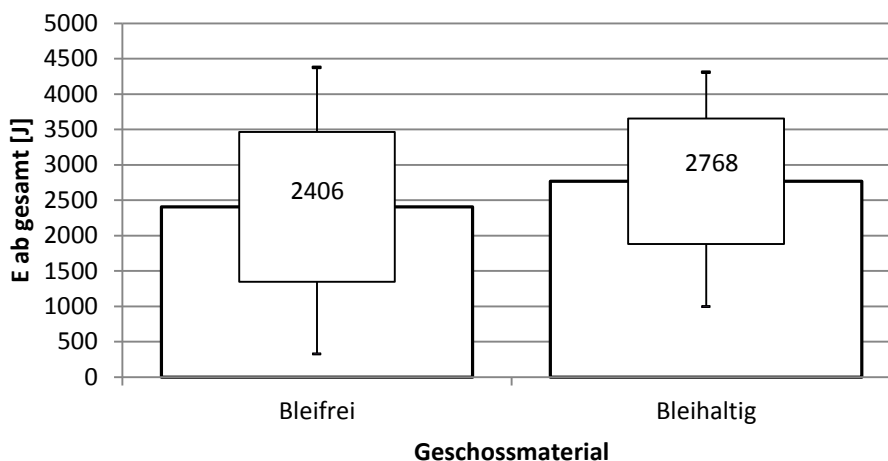


Abbildung 65: Energieabgabe E<sub>ab</sub> [J] in Segment 1-8 (0 bis 40 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.

Anschließend wurde untersucht, wie sich die Energieabgabe abschnittsweise unterscheidet. Zu diesem Zweck wurden die Segmente 1 bis 3 (0-15 cm) sowie die Segmente 4 bis 6 (15-30 cm) zusammen untersucht. Abbildung 66 zeigt die Energieabgabe im Segment 1-3 (0 bis 15 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.

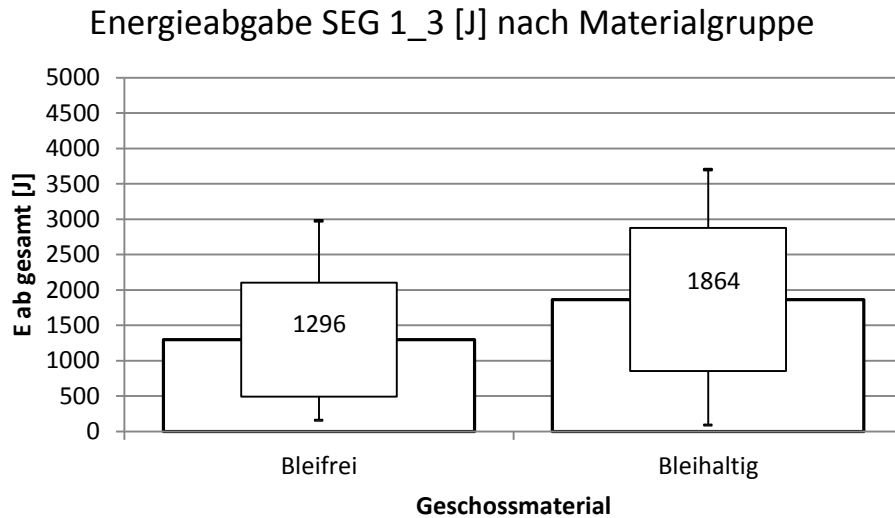


Abbildung 66: Energieabgabe  $E_{ab}$  [J] in Segment 1-3 (0 bis 15 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.

Bleifreie Geschosse gaben über eine Eindringtiefe bis zu 15 cm durchschnittlich 1296 Joule ab; bleihaltige 1864 Joule. Der Unterschied der Mittelwerte ist dabei signifikant ( $p < 0,05$ ). Der maximale Energieeintrag betrug für bleifreie Geschosse 2972 J und für bleihaltige 3697,39 Joule. Der minimale Energieeintrag im Abschnitt 0 bis 15 cm Eindringtiefe betrug für bleifreie Geschosse 154,51 Joule und für bleihaltige Geschosse 86,06 Joule.

Im Segment 4-6 (15 bis 30 cm) (Abbildung 67) gaben bleifreie Geschosse durchschnittlich 841,62 Joule und bleihaltige Geschosse 800 Joule ab. Der Unterschied der Mittelwerte ist dabei signifikant ( $p < 0,05$ ). Maximal gab ein bleifreies Geschoss 2287 Joule ab und ein bleihaltiges Geschoss 2126 Joule. Der geringste Energieeintrag lag bei bleifreien Geschossen bei 46 J und bei bleihaltigen Geschossen bei 388 Joule.

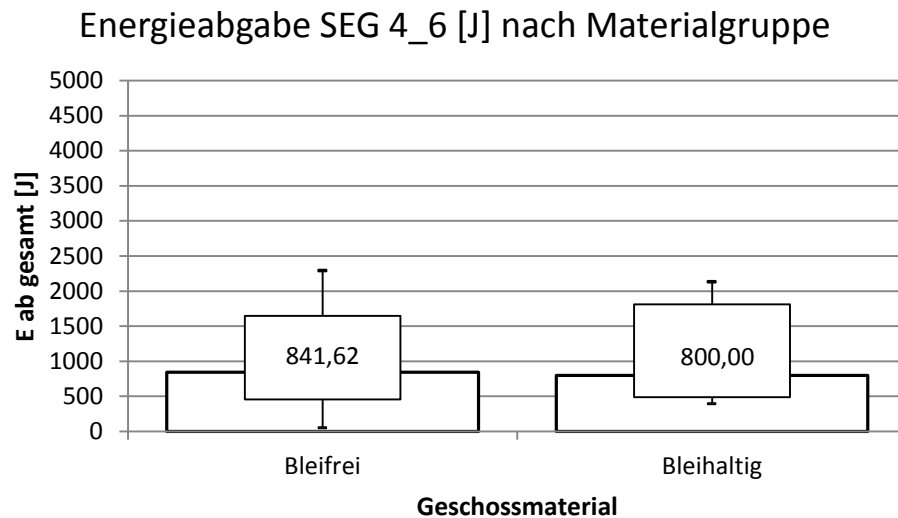


Abbildung 67: Energieabgabe  $E_{ab}$  [J] in Segment 4-6 (15 bis 30 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.

Nach der Auswertung der Energieabgabe je Abschnitt im Seifenblock in Abhängigkeit von der Materialgruppe wurde eine geschossspezifische und geschwindigkeitsabhängige Analyse der Energieabgabefunktion durchgeführt.

Tabelle 24 fasst die Ergebnisse zur Auftreffenergie, Energieabgabe je Abschnitt und Gesamtenergieabgabe in Abhängigkeit von der Auftreffgeschwindigkeit zusammen.

BDE Nr.	Geschoss	Nominalkaliber [mm] außer 1	Geschwindigkeitsstufe V <sub>auf</sub> [m/s]	Mittlere V <sub>auf</sub> [m/s] Test	Materialgruppe	Mittlere Auftreffenergie [J]	Mittlere Energieabgabe SEG 1_3 (0-15 cm) [J]	Mittlere Energieabgabe SEG 4_6 (15-30 cm) [J]	Mittlere Energieabgabe SEG 1_8 (0-40 cm) [J]
1	Brenneke Flintenlaufgeschoss	Kal. 12	400	425	Bleihaltig	2845	2127	592	2850
2	Vollmantel	7,62	800	804	Bleihaltig	3090	491	2126	3056
			700	718	Bleihaltig	2464	259	1790	2405
			600	607	Bleihaltig	1750	86	675	993
3	Geco Teilmantel	8,00	750	754	Bleihaltig	3610	2886	720	3612
			650	642	Bleihaltig	2617	1964	632	2614
			550	551	Bleihaltig	1928	1358	532	1929
4	Hornady GMX	7,00	950	950	Bleifrei	4066	2972	873	3993
			850	855	Bleifrei	3293	2240	895	3234
			750	756	Bleifrei	2575	1697	779	2565
			650	642	Bleifrei	1857	788	817	1755
			550	552	Bleifrei	1373	635	547	1294
5	Impala KS	8,00	900	898	Bleifrei	2621	1270	868	2617
			750	752	Bleifrei	1838	864	623	1833
			600	605	Bleifrei	1190	472	338	971
			450	442	Bleifrei	635	181	129	385
			300	332	Bleifrei	358	264	46	323
6	Impala LS	7,62	950	959	Bleifrei	3863	532	2287	3635
			850	845	Bleifrei	2999	873	1587	2921
			750	751	Bleifrei	2369	707	1261	2309
			650	665	Bleifrei	1857	542	1107	1856
7	Brenneke TAG	7,62	900	904	Bleifrei	4086	2756	814	3768
			800	789	Bleifrei	3113	2145	738	3044
			700	707	Bleifrei	2499	1864	567	2498
			600	603	Bleifrei	1818	1467	312	1828
			500	497	Bleifrei	1235	887	311	1241
8	Brenneke TAG	8,00	850	847	Bleifrei	4058	2204	854	3392
			750	752	Bleifrei	3194	2109	897	3156
			650	654	Bleifrei	2414	1523	759	2388
			550	556	Bleifrei	1747	1096	513	1741
			450	447	Bleifrei	1131	457	454	1129
9	Brenneke TIG nature	7,00	900	915	Bleifrei	3477	2135	1307	3492
			800	809	Bleifrei	2716	417	857	2175
			700	693	Bleifrei	1993	437	927	1848
10	RWS Teilmantel	7,00	950	953	Bleihaltig	4087	3697	394	4091
			850	858	Bleihaltig	3313	2845	463	3313
			750	755	Bleihaltig	2565	2153	412	2566
			650	651	Bleihaltig	1907	1483	421	1911
11	RWS Teilmantel Rundkopf	9,30	650	653	Bleihaltig	3949	2584	1322	3948
			550	545	Bleihaltig	2751	1733	932	2742
			450	461	Bleihaltig	1969	998	635	1968
12	Barnes TSX	7,62	900	901	Bleifrei	4343	2675	1198	4118
			800	805	Bleifrei	3467	2098	1120	3381
			700	710	Bleifrei	2697	1778	760	2640
			600	602	Bleifrei	1939	1125	623	1864
			500	486	Bleifrei	1264	155	193	711
13	Barnes TSX	8,00	750	749	Bleifrei	3285	1965	1058	3186
			650	649	Bleifrei	2460	1420	728	2260
			550	543	Bleifrei	1728	712	789	1580
14	Brenneke TUG nature	9,30	800	796	Bleifrei	4499	2022	1764	4376
			700	702	Bleifrei	3499	475	1439	3500
15	Norma Vulkan	7,62	850	859	Bleihaltig	4313	3240	1017	4308
			750	750	Bleihaltig	3292	2478	767	3282
			650	646	Bleihaltig	2443	1828	582	2439
			550	556	Bleihaltig	1812	1339	388	1787

Tabelle 24: Energieabgabe in Seife in Abhängigkeit von der Materialgruppe und den Abschnitten.

### 3.3.3 Grenzggeschwindigkeiten Geschossverhalten

Nach KNEUBUEHL, 2008 wurden die Grenzggeschwindigkeiten für die Deformation und die Zerlegung von Geschossen ermittelt. Die Grenzggeschwindigkeit der Zerlegung ist dabei diejenige Auftreffgeschwindigkeit, unter der der Geschossrestkörper > 90% der Ausgangsmasse im Zielmedium behält. Darüber ist folglich der Masseverlust > 10%. Die Grenzggeschwindigkeit der Deformation ist diejenige Auftreffgeschwindigkeit, unter der der Geschossrestkörper bei Masseerhalt von > 90% den Geschossdurchmesser in Schussrichtung nicht vergrößert. Die DEVA e.V. stellte, als Ergebnis der ballistischen Datenerhebung, Tabellen zur Restmasse und Fotos von Geschossrestkörpern zur Verfügung. Auf diesen Daten beruhen die Auswertungen zu den Geschossgrenzggeschwindigkeiten. Tabelle 25 fasst die Daten der getesteten Geschosse, die getesteten Auftreffgeschwindigkeiten und geschossspezifischen Grenzggeschwindigkeiten zusammen.

Ballistische Datenerhebung (BDE)	Erläuterungen	Einheit	7 mm Teilmantel	7 mm Hornady GMX	7 mm Brenneke TIG nature	7,62 mm Vollmantel	7,62 mm Norma Vulkan	7,62 Impala LS	7,62 mm Brenneke TAG	7,62 mm Barnes TSX	8 mm Teilmantel	8 mm Brenneke TAG	8 mm Impala KS	8 mm Barnes TSX	9,3 mm Teilmantel	9,3 mm Brenneke TUG nat.
	Bleihaltig = Pb;		Pb			Pb	Pb				Pb				Pb	
Masse	Geschossmasse vor Zieleintritt	[g]	9,0	9,0	8,3	9,6	11,7	8,4	10,0	10,7	12,7	11,3	6,5	11,7	18,5	14,2
V <sub>max</sub> BDE	Höchste Prüfgeschwindigkeit	[m/s]	950	950	900	800	850	950	900	900	750	850	900	750	650	800
V <sub>min</sub> BDE	Niedrigste Prüfgeschwindigkeit	[m/s]	650	550	700	600	550	650	500	500	550	450	300	550	450	700
G-V <sub>Z0</sub>	Grenzggeschwindigkeit Zerlegung	[m/s]	n.e.	zw. 950 und 850	800	zw. 800 und 700	n.e.	n.e.	zw. 800 und 700	zw. 900 und 800	n.e.	zw. 850 und 750	n.e.	n.e.	zw. 550 und 450	800
G-V <sub>D0</sub>	Grenzggeschwindigkeit Deformation	[m/s]	n.e.	n.e.	800	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	zw. 600 und 500	n.e.	zw. 550 und 450	n.e.	n.e.	n.e.	800

Tabelle 25: Grenzggeschwindigkeiten für Deformation und Zerlegung der in der ballistischen Datenerhebung getesteten Geschosse. Abkürzung „n. e.“ steht für „Art der Grenzggeschwindigkeit im Geschwindigkeitsbereich nicht erreicht“.

Nicht für jedes Geschoss konnten die jeweiligen Grenzgesehwindigkeiten ermittelt werden. Zum Teil kam es vor, dass das Geschoss im getesteten Geschwindigkeitsbereich nicht das entsprechende Geschossverhalten (Zerlegung beziehungsweise Deformation) zeigte. So verloren beispielsweise Geschosse vom Typ „Norma Vulkan 7,62 mm, 11,7 g“ im Bereich der Auftreffgeschwindigkeit von 850 bis 550 m/s mehr als 10 % ihrer Geschossmasse. Damit wurde die Grenzgesehwindigkeit der Zerlegung in diesem Bereich nicht erreicht (Tabelle 24, Abkürzung „n.e.“) und lag noch unterhalb von 550 m/s. Andererseits verloren beispielsweise Geschosse des Typs „Brenneke TAG 7,62 mm, 10,0 g“ bei 900 m/s über 10 % ihrer Geschossmasse, bewahrten aber schon bei 800 m/s nahezu 100% ihrer Masse bei zeitgleich starker Vergrößerung des Geschossquerschnitts in Schussrichtung. Damit lag die Grenzgesehwindigkeit für die Zerlegung für diesen Geschosstyp zwischen 900 und 800 m/s. Die Grenzgesehwindigkeit der Deformation wurde beispielsweise von Geschossen des Typs „Barnes TSX 7,62 mm 10,7 g“ zwischen 600 m/s und 500 m/s erreicht. Über 600 m/s vergrößert sich der Geschossquerschnitt noch über das Nennkaliber von 7,62 mm. Bei 500 m/s öffnete sich die Geschossspitze nur noch geringfügig; vergrößerte den Querschnitt aber nicht mehr.

### 3.4 Ergebnisse zu Mündungsgeschwindigkeit und Lauflänge

Um die Felddatensätze mit den Werten zur geschwindigkeitsabhängigen Geschosswirksamkeit verknüpfen zu können, war es notwendig, für jeden Abschuss aus den Angaben zur verwendeten Patrone und der Schussentfernung die Auftreffgeschwindigkeit zu berechnen. Hierzu wurden die Herstellerangaben zur Mündungsgeschwindigkeit ( $V_0$ ) verwendet. Um die Abhängigkeit der Mündungsgeschwindigkeit von der Lauflänge zu ermitteln und eine Einschätzung zur Zulässigkeit der Nutzung der Herstellerangabe zur  $V_0$  zu ermöglichen, wurde folgender Versuch durchgeführt:

Aus sieben Repetierbüchsen im Kaliber .30-06 Springfield wurden je 10 Schüsse mit gleicher Munition abgegeben. Die Schüsse wurden an einem Tag auf einer Raumschießanlage abgegeben und die Geschwindigkeit der Geschosse 3 Meter vor der Mündung (im Folgenden als „Mündungsgeschwindigkeit  $V_3$ “ bezeichnet) mit einem Messgerät (Lichtschranke Mehls BMC-18) erfasst. Tabelle 26 fasst die Messwerte zusammen.

Waffe			Schussnummer									
Bauart	Lfd. Nr.	Lauflänge [cm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			$V_3$ [m/s]									
Repetierbüchse Messungen FWWJ	1	52	832	828	827	822	820	823	814	824	827	817
	2	58	839	827	833	840	829	831	829	825	824	822
	3	56	859	855	859	856	850	850	862	853	855	853
	4	56	852	843	843	842	847	841	846	849	845	856
	5	52	838	830	825	821	828	830	834	830	828	823
	6	56	832	841	837	840	837	841	847	836	845	842
	7	60	853	865	844	846	844	859	850	852	855	849
Prüflauf DEVA e.V.	8	60	855	850	854	855	854	-	-	-	-	-
Prüflauf Hersteller	9	60	838	833	837	831	838	842	843	836	836	838

Tabelle 26: Messwerte zur Mündungsgeschwindigkeit  $V_3$  [m/s].

Für die verwendete Munition lagen Messwerte zur Mündungsgeschwindigkeit seitens des Herstellers aus einem Prüflauf, Länge 60 cm, vor (siehe Tabelle 26, Lfd. Nr. 9). Darüber hinaus ließen wir die Munition bei der DEVA e. V. ebenfalls aus einem Prüflauf, Länge 60 cm, abschießen (siehe Tabelle 26, Lfd. Nr. 8). Der Mittelwert der Herstellerangaben zur Mündungsgeschwindigkeit betrug 837 m/s bei einer Standardabweichung von 3 m/s. Aus dem DEVA e.V. – Prüflauf betrug der Mittelwert 854 m/s ( $\pm$  + 2,0%) bei einer Standardabweichung von 2,2 m/s. Abbildung 68 zeigt die Auswertung der Messwerte nach Waffe/Prüflauf nach dem Schema: Mittelwert (Zahl am Boden der Säule), Minimum



(unterer Whisker), Standardabweichung (Box), Maximum (oberer Whisker). Dieses Schema wird im Folgenden beibehalten.

### Mündungsgeschwindigkeit nach Waffe

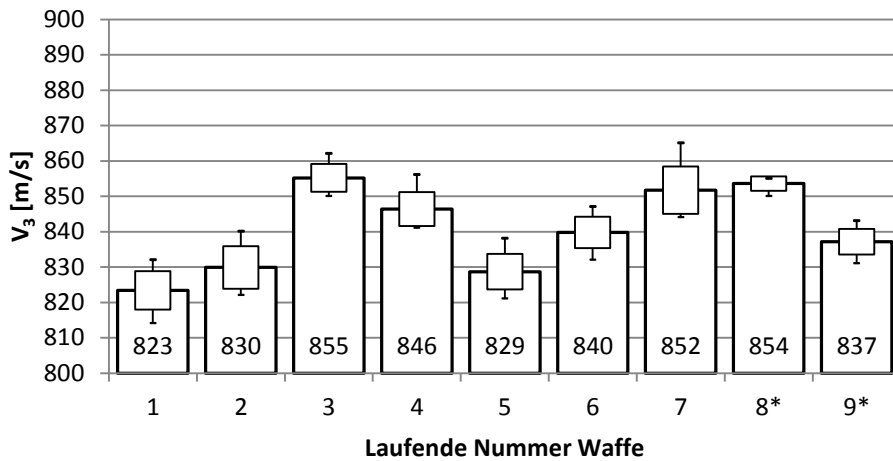


Abbildung 68: Messwerte Mündungsgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Waffe (Mittelwert, Min, Standardabweichung, Max), \* kennzeichnet die Prüfläufe.

Abbildung 69 zeigt den Zusammenhang zwischen der Mündungsgeschwindigkeit und der Lauflänge. Die Verteilung der Lauflänge der Testwaffen entspricht den Angaben zur Lauflänge in den Abschussberichten (Abbildung 70) für das Kaliber .30-06 Springfield. Zwischen 52 cm und 60 cm Lauflänge liegen 90 % der Werte in den Felddaten.

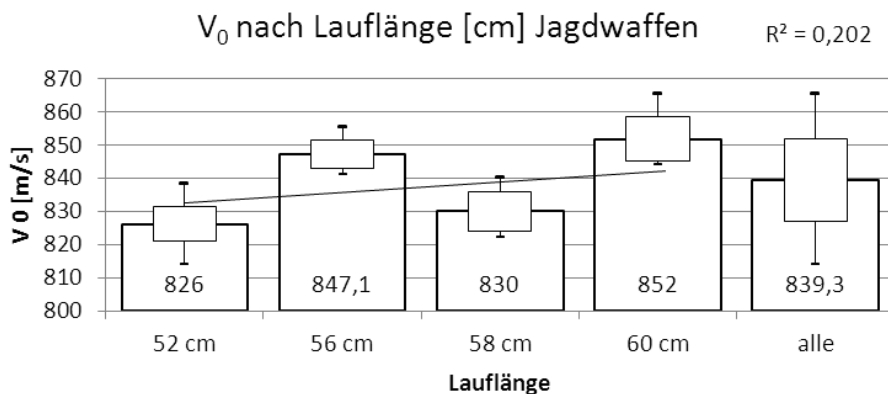


Abbildung 69: Vergleich Werte Mündungsgeschwindigkeit Jagdwaffen (n=7) in Abhängigkeit von der Lauflänge.

Für die Messungen standen zwei Waffen mit einer Lauflänge von 52 cm, drei Waffen mit einer Lauflänge von 56 cm und je eine Waffe mit einer Lauflänge von 58 cm beziehungsweise 60 cm zur Verfügung. Für die Frage über die Zulässigkeit der Verwendung der Herstellerangabe zur Mündungsgeschwindigkeit wurde der Mittelwert der Testwaffen (839,3 m/s) aus den Versuchen der sieben Jagdbüchsen mit dem Mittelwert der Messwerte (837 m/s) der Herstellerangaben verglichen (+0,27%). Um die maximale Spannweite zu ermitteln, wurden die Minimalmessung (814 m/s) und die

Maximalmessung (865 m/s) ebenfalls auf den Mittelwert der Mündungsgeschwindigkeiten über alle Testwaffen (839,3 m/s) bezogen. Um den Einfluss der Lauflänge auf die Mündungsgeschwindigkeit zu untersuchen, wurden die Mittelwerte zur Mündungsgeschwindigkeit nach Lauflänge mittels linearer Regression verbunden. Kürzere Läufe ergeben tendenziell ( $R^2=0,202$ ) geringere Mündungsgeschwindigkeiten. Dabei resultierte ein Unterschied der Lauflänge von 8 cm (60 cm zu 52 cm) in einem mittleren Verlust von Mündungsgeschwindigkeit von 26 m/s (852 m/s zu 826 m/s). Pro cm entspricht dies einem mittleren Verlust von 3,25 m/s.

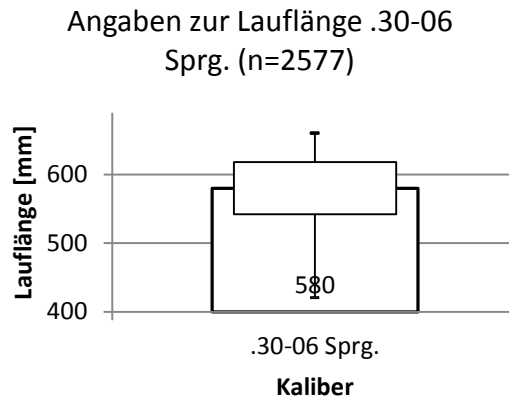


Abbildung 70: Lauflängen Kaliber .30-06 Springfield in den Felddaten (n= 2577).

### 3.5 Zusammenführung der Feld- und Labordaten

Für die vergleichende Analyse der Felddaten zur Erlegung von Schalenwild unter Verwendung eines nach Geschosskonstruktion, Kaliber und Geschossmasse genau beschriebenen Geschosstyps mit den auftreffgeschwindigkeitsabhängig erhobenen Daten zur zielballistischen Wirksamkeit dieses Geschosstyps (siehe 2.5) ist es notwendig, aus den Angaben des Abschussberichtes die für jede Erlegung spezifische Auftreffgeschwindigkeit  $V_{\text{Auf}}$  [m/s] abzuschätzen. Dazu wurde die Angabe zur Schussentfernung aus jedem Bericht verwendet. Diese lagen klassifiziert (Klassenbreite 50 m; mit Ausnahme der Klasse >250m) vor. Für die Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit wurde die Mitte der Klasse verwendet (Tabelle 27). Für Klasse > 250 m wurde als Klassenmitte 275 m angenommen; mit Verweis auf die Charakterisierung jagdlicher Höchstschussweiten von 300 Metern.

Klasse	Klassenmitte
bis 50 m	25 m
51-100 m	75 m
101-150 m	125 m
151-200 m	175 m
201-250 m	225 m
> 250 m	275 m

Tabelle 27: Klassifizierung der Angabe zur Schussentfernung und Mitten der Klasse für Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit.

Zudem wurden für die BDE geprüften Geschosse von den Herstellern veröffentlichte, ballistische Formwerte ermittelt (Tabelle 27). Diese sind allgemein verfügbar, zum Beispiel in Katalogen und im Internet.

#	Kal.	Geschoss	Masse	BC (G1)
1	12_70	Flintenlaufgeschoss	31,5	0,125
3	8	Geco Teilmantel	12,7	0,288
4	7	Hornady GMX	9	0,426
5	8	Impala KS	6,5	0,125
6	7,62	Impala LS	8,4	0,400
7	7,62	Brenneke TAG	10	0,200
8	8	Brenneke TAG	11,3	0,185
9	7	Brenneke TIG nat.	8,3	0,186
10	7	RWS Teilmantel	9	0,255
11	9,3	RWS Teilmantel	18,5	0,309
12	7,62	Barnes TSX	10,7	0,398
13	8	Barnes TSX	11,7	0,381
14	9,3	Brenneke TUG nat.	14,2	0,300
15	7,62	Norma Vulkan	11,7	0,315

Tabelle 28: Übersicht der Geschosse aus der ballistischen Datenerhebung mit den, für die Berechnung der  $V_{Auf}$  verwendeten, ballistischen Formwerte (BC (G1)).

Weiterhin flossen die Angaben zur Mündungsgeschwindigkeit aus den Abschussberichten ein.

Vor der Verwendung der Modellrechnung zur Auftreffenergie zur Verbindung der Datensätze zur Erlegung von Schalenwild aus dem Feldversuch und den Labordaten zur auftreffgeschwindigkeitsabhängigen Energieabgabe der verwendeten Geschosse wurde das Modell geprüft. Dazu wurden für 23 Beispiellaborierungen die Herstellerangaben zur Auftreffenergie auf 300 m ermittelt und mit den Ergebnissen der Modellrechnung verglichen. Das verwendete Modell zeigt für die 23 Laborierungen auf die Entfernung 300 m eine hohe Genauigkeit zur Vorhersage von Auftreffenergiewerten gegenüber der Herstellerangabe ( $R^2=0,8997$ , Fehler  $\pm 45$  J) (Abbildung 71).

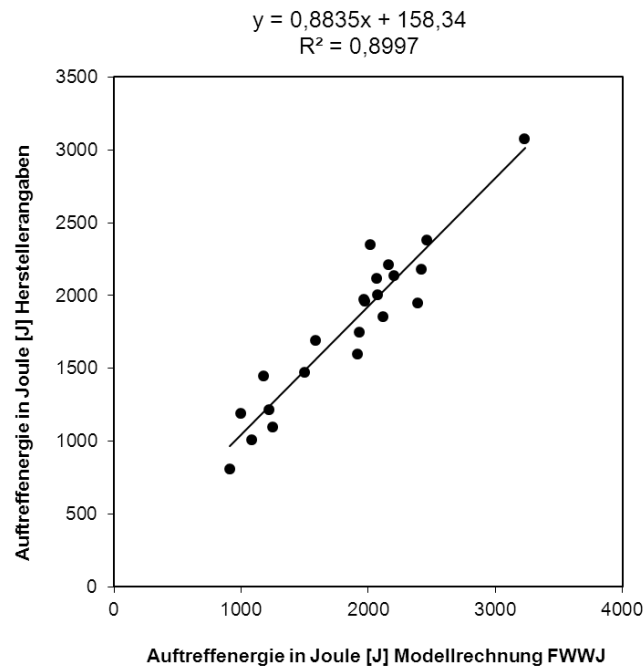


Abbildung 71: Graphische Analyse zur Übereinstimmung der modellierten Auftreffenergie [J] auf 300 m zu der Auftreffenergie laut Herstellerangabe für 23 überprüfte Laborierungen.

Damit konnten die Felddaten zur Erlegung von Schalenwild unter Verwendung eines nach Geschosskonstruktion, Kaliber und Masse genau beschriebenen Geschosstyps mit den auftreffgeschwindigkeitsabhängig erhobenen Daten zur zielballistischen Wirksamkeit dieses Geschosstyps in Abhängigkeit von der Auftreffgeschwindigkeit verknüpft werden. Lag dabei die errechnete Auftreffgeschwindigkeit für einen Felddatensatz zwischen zwei im Labor getesteten Geschwindigkeitsstufen (Abstand 100 m/s), so wurde die Energieabgabe je Segment entsprechend zur Auftreffgeschwindigkeit berechnet. Dazu wurden die, aus den Ergebnissen der BDE bekannten Daten zum örtlichen Durchmesser der Kaverne der die beiden, die für das Felddatum berechnete Auftreffgeschwindigkeit eingrenzenden Geschwindigkeitsstufen entsprechend skaliert für die benötigte Auftreffgeschwindigkeit neu berechnet. Es entstanden 2.881 Datensätze mit standardisierten Berichten zum Erlegungsgeschehen mit bekanntem Geschoss und bekannter Auftreffgeschwindigkeit sowie Labordaten zur Energieabgabe dieses Geschosses bei dieser Auftreffgeschwindigkeit im Seifenblock.

### **3.6 Analysen der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Energieabgabe je Segment**

#### **3.6.1 Einfluss der Energieabgabe je Segment auf die Länge der Fluchtstrecke**

Nach den Auswertungen der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von verschiedenen, im Jagdbetrieb zu beobachtenden Einflussfaktoren und der Analyse der Labordaten zur Energieabgabe je Segment (siehe Abbildung 8 und Punkt 3.6) im Seifenblock wurden die, in Abhängigkeit von der Auftreffgeschwindigkeit zusammengeführten Daten (n=2.881) auf einen Zusammenhang zwischen der Energieabgabe je Segment und der Fluchtstrecke untersucht. Abbildung 72 zeigt Trendlinien zur Energieabgabe je Segment. Von einer Darstellung der 2881 Datenpunkte zur Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Energieabgabe je Segment wurde abgesehen und die Trends dargestellt. Auf der x-Achse ist die Energieabgabe je Segment in Joule [J], klassifiziert, vom Ursprung aufsteigend angetragen. Auf der y-Achse ist die Fluchtstrecke in Metern [m] als Mittelwert der Klassenmitten vom Ursprung aufsteigend angetragen. Aus der Steigung der Trendlinie wird der Zusammenhang zwischen der Höhe des Energieeintrages je Segment und der Länge der Fluchtstrecke deutlich. In den Segmenten 1, 2 und 3 führt eine Erhöhung der Energieabgabe zu durchschnittlich kürzeren Fluchtstrecken. Dabei nimmt der Effekt mit steigender Segmentzahl ab. Die Gerade fällt in Segment 1, 2 und 3 steiler als in Segment 4. In den Segmenten 5, 6, 7 und 8 kehrt sich der Trend um und eine Steigerung der Energieabgabe führt zu längeren Fluchtstrecken. Dieser Effekt ist im Segment 5 noch schwach ausgeprägt und verstärkt sich in den Segmenten 6, 7 und 8.

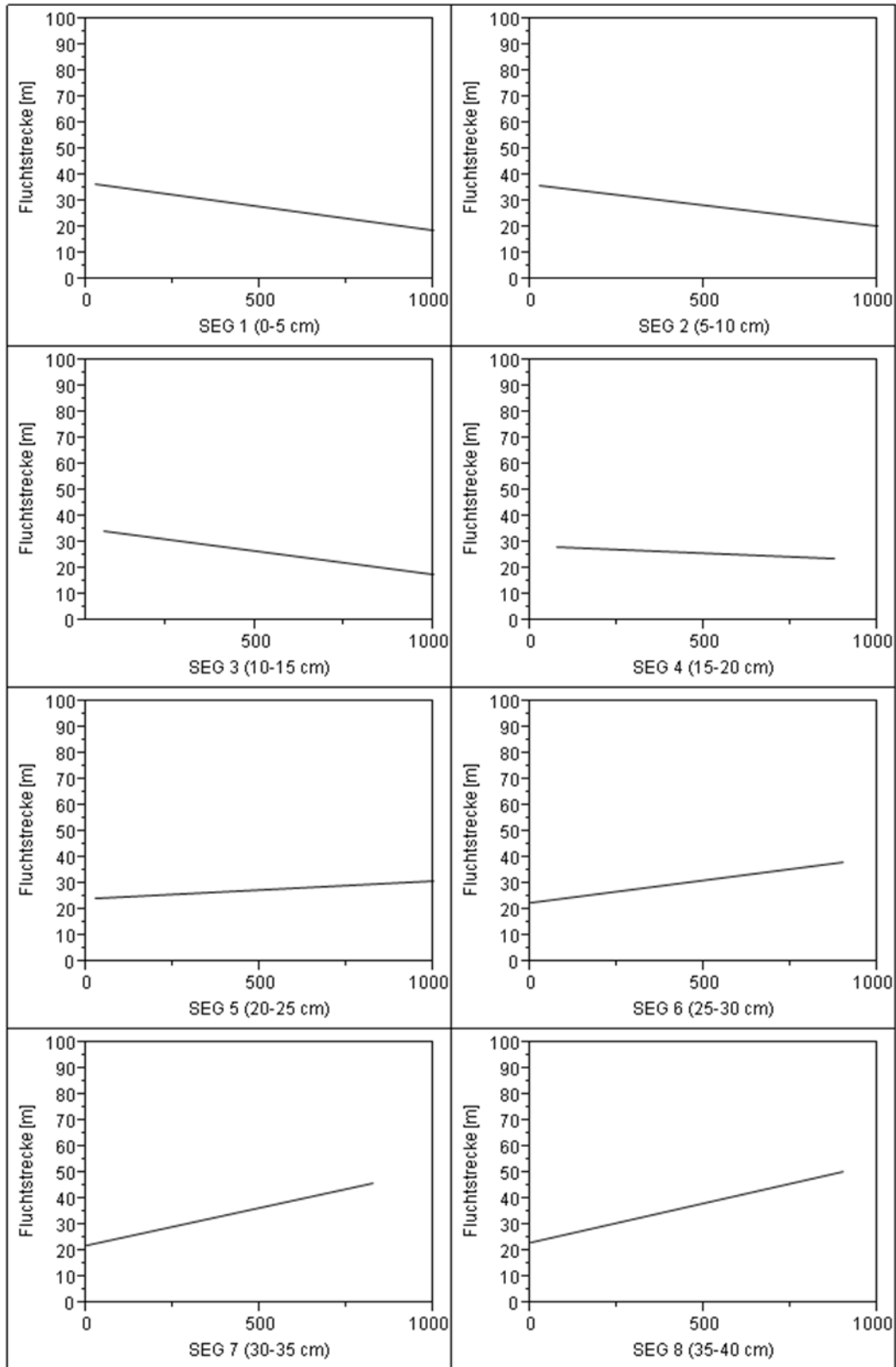


Abbildung 72: Zusammenhänge der Energieabgabe je Segment (x) im Seifenblock und der Fluchtstrecke (y) des beschossenen Stückes Schalenwild. Darstellung der Trendlinien.

### 3.6.2 Einfluss der Energieabgabe im Segment 1-3

Nach der Auswertung des Einflusses der Energieabgabe auf die Fluchtstrecke je Segment wurde der Einfluss der Energieabgabe im Segment 1-3 (0-15 cm) statistisch untersucht. Abbildung 73 veranschaulicht das Ergebnis, Tabelle 29 fasst die Daten zusammen.

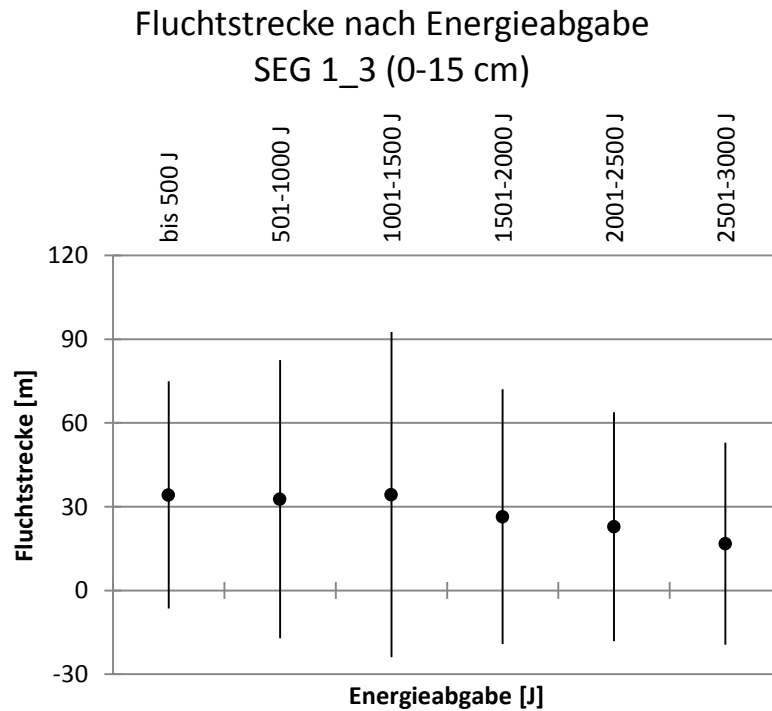


Abbildung 73: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe [J] im Segment 1-3 (0-15 cm).

$E_{ab}$ [J]	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95 %	Obere 95 %
bis 500 J	288	34,236	40,758	2,402	29,509	38,963
501-1000 J	278	32,734	49,816	2,988	26,852	38,615
1001-1500 J	139	34,360	58,212	4,937	24,597	44,123
1501-2000 J	896	26,426	45,613	1,524	23,436	29,417
2001-2500 J	1087	22,810	41,019	1,244	20,369	25,252
2501-3000 J	151	16,748	36,221	2,948	10,924	22,573

Tabelle 29: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe [J] im Segment 1-3 (0-15 cm), n= 2839, erlegte Stücke aus den Feldversuchen.



Bei einer Energieabgabe bis 500 Joule betrug die mittlere Fluchtstrecke 34,23 Meter, zwischen 501 und 1000 Joule 32,73 Meter und zwischen 1001 und 1500 Joule 34,36 Meter. Zwischen 1501 und 2000 Joule betrug die mittlere Fluchtstrecke 26,42 Meter, zwischen 2001 und 2500 Joule 22,81 Meter und zwischen 2501 und 3000 Joule 16,74 Meter. Die Standardabweichung des Mittelwertes der Fluchtstrecke ist in allen Energieabgabeklassen größer als der Mittelwert. Die Verteilung der Energieabgabe im Segment 1-3 (0-15 cm) ist normalverteilt.

Die Unterschiede der Mittelwerte wurden mit dem Student's t-Test auf Signifikanz untersucht.

Tabelle 30 fasst das Ergebnis zusammen.

$E_{ab}$ [J]	Student's t -Test			Mittelwert Fluchtstrecke [m]
bis 500 J	A			34,236111
501-1000 J	A			32,733813
1001-1500 J	A			34,359712
1501-2000 J		B		26,426339
2001-2500 J		B	C	22,810488
2501-3000 J			C	16,748344
Klassen, die nicht durch den gleichen Buchstaben verbunden sind, unterscheiden sich signifikant				

Tabelle 30: Unterschiede der Mittelwerte der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe im Segment 1-3 (0 bis 15 cm Eindringtiefe).

Die Mittelwerte der Länge der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe bis 500 Joule, von 501-1000 Joule und von 1001-1500 Joule unterscheiden sich nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Die Mittelwerte der Länge der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe von 1501-2000 Joule und 2001-2500 Joule unterscheiden sich nicht signifikant voneinander, sind jedoch signifikant unterschiedlich zu den Werten  $\leq 1500$  Joule im Segment 1-3 (0-15 cm). Die Mittelwerte der Länge der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe von 2001-2500 Joule und von 2501-3000 Joule unterscheiden sich nicht signifikant voneinander, sind jedoch signifikant unterschiedlich zu den Werten  $\leq 1500$  Joule im Segment 1-3 (0-15 cm). Der Mittelwert der Länge der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe von 2501-3000 Joule unterscheidet sich zusätzlich signifikant vom Mittelwert der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe von 1501-2000 Joule im Segment 1-3 (0-15 cm).

### 3.6.3 Einfluss der Energieabgabe im Segment 4-6

Auch der Einfluss der Energieabgabe im Segment 4-6 (15-30 cm) wurde statistisch untersucht. Abbildung 74 verdeutlicht das Ergebnis graphisch. Tabelle 31 fasst die Daten dazu zusammen.

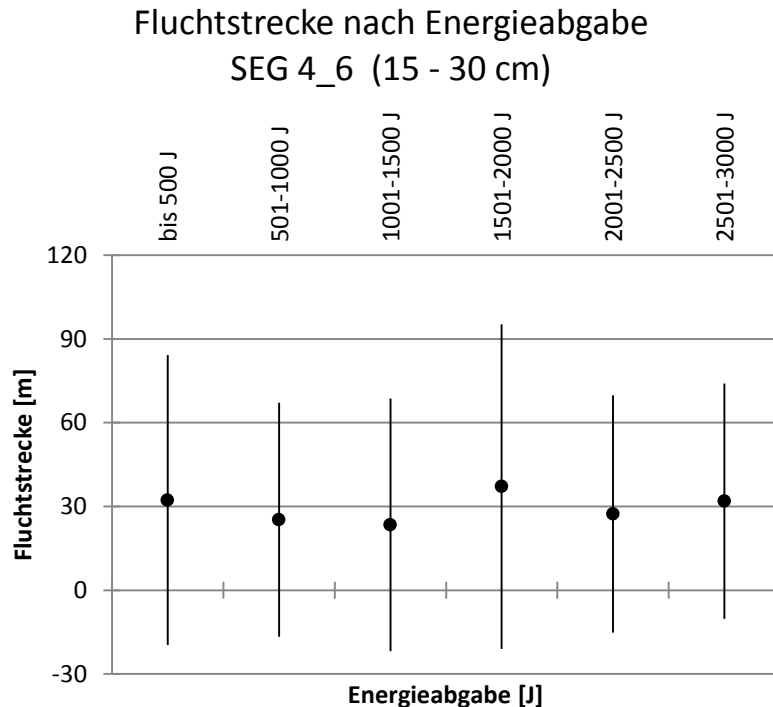


Abbildung 74: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe  $E_{ab}$  [J] im Segment 4-6 (15-30 cm).

$E_{ab}$ [J]	Anzahl (n)	Mittelwert Fluchtstrecke [m]	Standardabweichung	Standardfehler	Untere 95 %	Obere 95 %
	190	32,295	51,963	3,770	24,858	39,731
501-1000 J	1913	25,249	41,948	0,959	23,368	27,130
1001-1500 J	427	23,391	45,258	2,190	19,086	27,696
1501-2000 J	161	37,130	58,131	4,581	28,083	46,178
2001-2500 J	85	27,318	42,535	4,614	18,143	36,492
2501-3000 J	63	31,937	42,138	5,309	21,324	42,549

Tabelle 31: Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe  $E_{ab}$  [J] im Segment 4-6 (15-30 cm),  $n= 2839$ , erlegte Stücke aus den Feldversuchen.

Bei einer Energieabgabe bis 500 Joule betrug die mittlere Fluchtstrecke 32,30 Meter, zwischen 501 und 1000 Joule 25,25 Meter und zwischen 1001 und 1500 Joule 23,39 Meter. Zwischen 1501 und 2000 Joule betrug die mittlere Fluchtstrecke 37,13 Meter, zwischen 2001 und 2500 Joule 27,32 Meter und zwischen 2501 und 3000 Joule 31,94 Meter. Die Standardabweichung des Mittelwertes

der Fluchtstrecke ist in allen Energieeintragsklassen größer als der Mittelwert. Die Verteilung der Energieabgabe im Segment 4-6 (15-30 cm) ist nahezu normalverteilt. Die Unterschiede der Mittelwerte wurden mit dem Student's t-Test auf Signifikanz untersucht. Tabelle 32 fasst das Ergebnis zusammen.

E <sub>ab</sub> [J]	Student's t -Test		Mittelwert Fluchtstrecke [m]
1501-2000 J	A		37,1304348
bis 500 J	A		32,2947368
2501-3000 J	A	B	31,9365079
2001-2500 J	A	B	27,3176471
501-1000 J		B	25,2493466
1001-1500 J		B	23,3911007
Klassen, die nicht durch den gleichen Buchstaben verbunden sind, unterscheiden sich signifikant			

Tabelle 32: Unterschiede der Mittelwerte der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe im Segment 4-6 (15 bis 30 cm Eindringtiefe).

Die Mittelwerte der Länge der Fluchtstrecke bei einer Energieabgabe der Klassen bis 500 Joule und 1501-2000 Joule verhalten sich signifikant unterschiedlich zu den Klassen 501-1000 Joule und 1001-1500 Joule.

### 3.6.4 Verteilung der Fluchtstrecken nach Grenzleistung Wirksamkeit

Die Segmente 1 bis 3 (0-15 cm) wurden als der, für die Erklärung der Länge der Fluchtstrecke entscheidende Abschnitt für Messungen im Seifenblock identifiziert. Geringe Energieabgaben in diesem Abschnitt führen tendenziell zu längeren Fluchten. Hohe Energieabgaben in diesem Abschnitt führen tendenziell zu kurzen Fluchten. Mit 1500 Joule Energieabgabe im Abschnitt Segment 1-3 (0-15 cm) konnte ein Schwellenwert ausgemacht werden. Ab einer Energieabgabe von 1500 Joule in diesem Abschnitt bleibt die zu erwartende Fluchtstrecke im Mittel unter 30 Metern. Mit dieser Gruppierung wurde nach der Analyse der Mittelwertunterschiede eine Untersuchung der Verteilung der Fluchtstrecken nach Klasse unternommen (Abbildung 75).

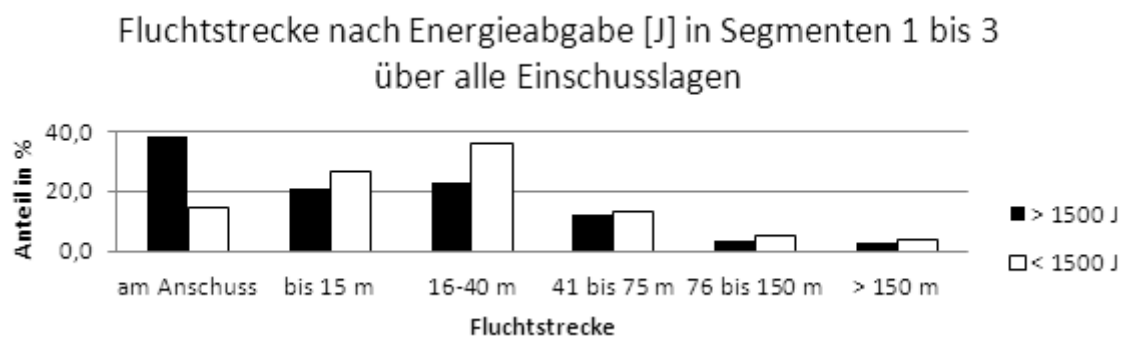


Abbildung 75: Verteilung der Fluchtstrecken nach Kategorie in % nach Energieabgabe E ab in J in Segment 1-3 (0-15 cm Eindringtiefe) über und unter 1500 J über alle Einschusslagen.

Bei einer Energieabgabe von über 1500 Joule im Abschnitt 1-3 (0-15 cm) verbleiben 38,0 % der beschossenen Stücke am Anschuss, unter 1500 Joule nur 14,6 %. Flüchten 21,0 % bei  $E_{\text{ab Segment 1-3}} > 1500$  Joule bis 15 Meter, liegt deren Anteil bei  $E_{\text{ab Segment 1-3}} < 1500$  Joule bei 26,8 %. Für die Kategorie 16-40 Meter erhöht sich der Anteil auf 35,9% gegenüber 22,8 % für  $E_{\text{ab Segment 1-3}} > 1500$  Joule. Auch in weiteren Klassen überwiegen die Anteile von Fluchten bei geringer Energieabgabe.

Die Verteilungen der Fluchtstreckenlängen nach Energieabgabe in Segmenten 1-3 (0-15 cm) in Kategorien > 1500 Joule und < 1500 Joule über alle Einschusslagen unterscheiden sich hochsignifikant ( $p < 0,0001$ ), unabhängig vom Geschossmaterial (siehe Seite 129).

### 3.6.5 Ableitung der Einsatzentfernung

Aus den Analysen zur Wirksamkeit je Segment und den resultierenden mittleren Fluchtstrecken wurde als Grenzwert für die Energieabgabe im Abschnitt Segment 1-3 (0-15 cm) 1500 Joule identifiziert. Daraus folgt geschossspezifisch diejenige Geschwindigkeit zu bestimmen, ab der dieser Wert nicht mehr in ballistischer Seife erfüllt wird. Diese Grenzgeschwindigkeit Zielballistik Jagd wurde anschließend aus den Ergebnissen der ballistischen Datenerhebung für die getesteten Geschosse abgeleitet (Tabelle 33).

Geschosskenndaten						
1	2	3	4	5	6	7
#	Kal.	Geschoss	Mat. Gruppe	Masse	GL [J/SEG 1_3]	GV <sub>Jagd</sub> [m/s]
1	12_70	Flintenlaufgeschoss	Bleihaltig	31,5	≥ 1500 J entspr. im Mittel 100 J/cm	330
2	7,62	Vollmantelgeschoss	Bleihaltig	9,5		---
3	8	Teilmantel Rundkopf	Bleihaltig	12,7		573
4	7	Hornady GMX	Bleifrei	9,0		728
5	8	Impala KS	Bleifrei	6,5		1150 <sup>1</sup>
6	7,62	Impala LS	Bleifrei	8,4		---
7	7,62	Brenneke TAG	Bleifrei	10,0		608
8	8	Brenneke TAG	Bleifrei	11,3		645
9	7	Brenneke TIG nature	Bleifrei	8,3		860
10	7	Teilmantelgeschoss	Bleihaltig	9,0		650
11	9,3	Teilmantel Rundkopf	Bleihaltig	18,5		518
12	7,62	Barnes TSX	Bleifrei	10,7		657
13	8	Barnes TSX	Bleifrei	11,7		665
14	9,3	BrennekeTUG nature	Bleifrei	14,2		766
15	7,62	Norma Vulkan	Bleihaltig	11,7		583
16	7,62	RWS Evolution (Bonded) <sup>2</sup>	Bleihaltig	11,9		628
17	7,62	Lapua Naturalis <sup>2</sup>	Bleifrei	11,7		640
18	7,62	Möller KJG <sup>2</sup>	Bleifrei	8,0		650
19	7,62	Barnes TSX <sup>2</sup>	Bleifrei	11,7		700

<sup>1</sup> Extrapolation

<sup>2</sup> Daten aus Untersuchung IZW, 2008 (Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit nach Verfahren FWWJ (siehe Punkt 2.4.5) wird empfohlen)

Tabelle 33: Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit GV<sub>Jagd</sub> [m/s] für die getesteten Geschosstypen.

Es zeigt sich, dass auch innerhalb einer Konstruktion und eines Kalibers verschiedene Massen eine unterschiedliche GV<sub>Jagd</sub> [m/s] aufweisen können (Beispiele Barnes TSX 10,7 g und 11,7 g).

In einem nächsten Schritt wurde die maximale Einsatzreichweite von Laborierungen unterschiedlicher Patronen mit diesen Geschossen ermittelt. Im Punkt 13 sind die Ableitungen für die im Monitoring entsprechend untersuchten Laborierungen getroffen und die maximalen Einsatzentfernungen genannt.

## 4 Diskussion

Ziel des Projekts war einen, für Erlegungen von Schalenwild in Deutschland typischen und ausreichenden Datensatz zu erhalten, um die Verhältnisse zur Erlegung von Schalenwild in Deutschland für Analysen zum Geschosseinsatz abzubilden. Hierzu sollten die Wildartenverteilung, die Wildmasse, die Schussentfernungen sowie die verwendeten Kaliber und Geschosse ein Spiegelbild der tatsächlichen vorhandenen deutschen Jagdverhältnisse darstellen. Über 99% der Schalenwildjahresstrecke in Deutschland entfällt auf die Wildarten Rehwild, Schwarzwild, Rotwild und Damwild (DJV 2012). Die Verteilung der Abschüsse nach **Wildart** in dem Datensatz aus Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring zeigen eine Übereinstimmung zu den bundesdeutschen Verhältnissen beim Schwarzwild, wohingegen die Erlegungszahlen beim Rehwild mit 38,8% gegenüber 64,1% geringer waren. Die Abschüsse bei Damwild und Rotwild lagen höher als in der bundesdeutschen Jahreswildstrecke (siehe Abbildung 10). Die Wildtierart Rotwild wurde durch die Abschüsse im Bundesmonitoring gegenüber dem Monitoring Brandenburg stark erhöht (Abbildung 13). Die vorhandenen Datensätze aus den Abschussberichten werden daher mit Bezug auf die Verteilung der Wildarten als ausreichend für die Abbildung bundesdeutscher Jagdverhältnisse eingeschätzt. Die **Wildmasseverteilungen** der Projekte Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring (im Folgenden zusammengefasst „Monitoring“ genannt) sind rechtsschief zu schwachem Wild, obwohl der Anteil der stärksten Wildart (Rotwild), wie oben angeführt, im Bundesmonitoring erhöht wurde. Für alle vier Wildarten wurden ausreichende Stückzahlen erlegt. Dabei kommen Wildmassen über 120 kg nur bei Rotwild und Schwarzwild vor, jedoch mit nur geringer Erlegungswahrscheinlichkeit (Abbildung 12). Dies deckt sich mit Beobachtungen bundesdeutscher Verhältnisse. Die **Schussentfernung** ist eine wichtige Einflussgröße in Bezug auf die Auftreffenergie des Geschosses. Die Verteilung der Monitoringdaten der Schussentfernungen ist rechtsschief zu kurzen Entfernungen (siehe Abbildungen 19 und 20). Knapp 80 % beziehungsweise 87 % der Schussentfernungen lagen bei einer Entfernung von weniger als 100 Metern, der Anteil der Schussentfernungen über 250 Metern war sehr gering. Dies deckt sich mit den Angaben aus einem vorangegangenen Projekt (GREMSE&RIEGER, 2011), in welchem 300 Meter als jagdliche Höchstschussweite festgestellt wurden. In einer Befragung des FWWJ bezüglich der maximal erwarteten Schussentfernung in Abhängigkeit von den Revierverhältnissen wurde diese Höchstschussweite als Kategorie mit einbezogen. Von den 219 Teilnehmenden der Befragung äußerte niemand die Notwendigkeit weiter als 300 Meter zu schießen. Dies deckt sich mit den Angaben der Befragten, von denen sich 54,7% dahingehend äußerten, sich für den „Wald“ auszurüsten (kurze Schussentfernungen). Nur 18,2% der Befragten gaben an, sich für „Offenland“

auszurüsten und nur 0,01% rüsteten sich für das „Gebirge“ aus. Sowohl bei „Offenland“, als auch bei „Gebirge“ ist nach Einschätzung der Befragten von deutlich höheren Schussentfernungen auszugehen (Abbildung 21). Bei den Daten des Monitorings wurden nur 1,7% der Abschüsse aus einer Entfernung über 200 Metern getätigt (siehe Abbildung 19). Damit sind mögliche Extreme in dieser Schussentfernungsklasse in den Daten zwar für die Auswertungen nicht ausreichend vertreten, die hauptsächliche Verteilung der Schussentfernungen konnte jedoch mit ausreichenden Datensätzen abgedeckt werden. Die Zufriedenheit war dabei über alle, auch weite Schussentfernungen sowohl mit bleifreien als auch bleihaltigen Geschossen hoch (siehe Abbildung 56). Die Verteilung nach **Kalibergruppen** in den Monitoringdaten ist normalverteilt (siehe Abbildung 14). Die Beteiligten nutzten eigene Jagdwaffen. Die Verteilungen der Kaliber unterschieden sich abhängig von der Materialgruppe „Bleifrei“ beziehungsweise „Bleihaltig“ nicht. Es zeigte sich keine Verschiebungen hin zu größeren und leistungsstärkeren Kalibergruppen bei der Verwendung bleifreier Munition. Während die **Geschossauswahl** im Monitoring Brandenburg den Jägern überlassen wurde, wurde im Bundesmonitoring die Munition zentral beschafft. Die Verteilung der Geschosse (Tabelle 4) entsprach im jeweiligen Monitoringzeitraum gängigen und am Markt verfügbaren Geschossen. Eine im Nachgang geforderte Marktrepräsentanz war nicht das vorrangige Ziel der Untersuchungen. Zudem unterliegt der Markt insbesondere bei der bleifreien Munition raschen Veränderungen. Um eine ausreichende Anzahl bestimmter Geschosse für die Auswertung zu erhalten, konnte dem Wunsch von Geschossherstellern, ihr Geschoss noch in das Bundesmonitoring zu integrieren und die Geschosszahl zu erweitern, nicht nachgekommen werden. Ziel des Monitorings war es, messbare Geschossleistungsparameter zu identifizieren, die eine ausreichend sichere Tötungswirkung im jagdlichen Einsatz gewährleisten. Die getesteten Geschosse (Tabelle 4) spiegeln dabei einen repräsentativen Querschnitt möglicher Bauformen und Wirkungsprinzipien wider. Die **Geschossmasse** bleifreier Geschosse ist in der Regel geringer als die Masse bleihaltiger Geschosse (siehe Tabelle 5). Dies wird häufig als genereller, physikalischer Nachteil von Alternativmaterialien gesehen, da diese in der Regel bis etwa 22% leichter sind als Blei. Die Verteilung der Geschossmasse in Abhängigkeit von der Materialgruppe zeigte, dass der Mittelwert der Masse bleifreier Geschosse unter der Masse bleihaltiger Geschosse liegt (siehe Tabelle 5). Die Analyse der Ausschusswahrscheinlichkeit bei Seife und bei Wild ergab jedoch, dass bleifreie Geschosse trotz geringerer Masse eine höhere Austrittswahrscheinlichkeit als bleihaltige Geschosse erreichen (siehe Abbildung 47 und Abbildung 62). Auch die Notwendigkeit hoher Massen zur Gewähr einer hohen Auftreffenergie ist häufig ein Argument gegen den Ersatz von bleihaltigen Geschossen durch bleifreie Geschosse. Hier zeigten die Ergebnisse, dass die Auftreffenergie bleihaltiger Geschosse im Mittel um 200 Joule höher als die bleifreier Geschosse liegt (Tabelle 24). Die genaue

Analyse der Auftreffenergien und die Analyse der Energieabgabe im Zielmedium, als Ergebnis dieser Arbeit, zeigte jedoch, dass insbesondere durch eine außenballistisch günstige Form (hoher ballistischer Koeffizient) diese Parameter zu beeinflussen sind (Tabelle 28). Die **Trefferlage** wird allgemein als die wichtigste Variable für einen zufriedenstellenden Ausgang der Schussabgabe diskutiert (BODDINGTON 2003). Dies wird durch die vorliegenden Auswertungen bestätigt. Die Anatomie des Wildes diktiert die Wahl der Trefferlage. Ziel ist stets, die Schnelligkeit der Wirkung gegen die Erfolgsaussicht des Schusses abzuwägen. Schüsse in das zentrale Nervensystem (Gehirn und Wirbelsäule bis etwa 7 Brustwirbel) bewirken durch dessen Zerstörung ein schlagartiges Zusammenbrechen des Wildes und sein schnellstmögliches Verenden. Da dieser Trefferbereich einerseits sehr klein und beweglich ist und andererseits im Wildkörper verborgen liegt, sind sichere Treffer in diesen Bereich in der Praxis nur schwer umzusetzen. Daher wird in der Regel von diesen Schüssen oft abgesehen (siehe Abbildung 22). Bezogen auf einen schnellen Wirkungseintritt im Verhältnis zur Trefferfläche sind Schüsse auf die „Kammer“; den Bereich unterhalb der Wirbelsäule, von der ersten Rippe bis zum Zwerchfell, optimal. Diese Abwägung ist international anerkannt und wird entsprechend gelehrt (DJV, 2012; BASC, 2012; ROBERTSON, 1999; BODDINGTON 2003). Schüsse in die Kammer ziehen je nach Lage und Richtung des Schusskanals und der von der Wirksamkeit des Geschosses abhängigen Ausdehnung der Gewebebeeinträchtigungen die Lungen, das Herz, die Herzkranzgefäße oder eine Kombination dieser Strukturen in Mitleidenschaft. Die daraus entstehenden Blutungen führen bei ausreichender zielballistischer Leistung des Geschosses schnell zum Tod des Tieres. Mit Bezug auf die Trefferlage wird dies in der Praxis umgesetzt. Die Mehrzahl der Treffer in der vorliegenden Studie liegt im Bereich der Kammer (siehe Abbildung 22, „Kammer hoch“ 28%, „Kammer tief“ 52%), wohingegen Haupt- und Trägerschüsse nur bei 2,7% beziehungsweise 5,2% liegen. Die Trefferlage ist die wichtigste Einflussgröße auf eine tierschutzgerechte Tötungswirkung im Vergleich zu den Parametern Auftreffenergie (Punkt 3.2.17), abgegebener Energie, Wildarten und Wildmasse (Punkt 3.2.13 und 3.2.14). Kurze Fluchtstrecken ergeben sich bei Verletzungen des zentralen Nervensystems – also bei Treffern von Haupt und Trägern (siehe Punkt 3.2.15). Theoretisch sollten also ausschließlich diese Schüsse angetragen werden. Dies ist in der Praxis nicht der Fall (siehe Abbildung 22). Zu klein sind in der Regel die Trefferzonen, zusätzlich sind Haupt und Träger bei Rehwild, Damwild und Rotwild hochbeweglich. Dadurch ist das Risiko extremer, jedoch nicht sofort tödlicher Verletzungen im Kieferbereich zu hoch. Diesem Risiko stehen die entstehenden Nachteile, wie geringfügig längere Fluchten bei Schüssen in die Vitalorgane Herz und Lunge gegenüber. Die Kammer (sowohl „hoch“ als auch „tief“) bietet eine ungleich größere Trefferfläche und ist daher auch aus Sicht der Belange des Tierschutzes zu Recht die richtige Wahl. Die Bauformen bleihaltiger und bleifreier Geschosse unterscheiden sich nicht wesentlich in der



Möglichkeit, tierschutzgerechte Trefferlagen materialabhängig zu erzielen. Im Rahmen der laufenden Untersuchung wurden vor dem Einsatz auf Wild die Waffen mit den Jägern auf die Monitoringmunition eingeschossen. Dabei konnte für jede Waffe ein jagdlich akzeptables Trefferbild mit bleifreien als auch mit bleihaltigen Geschossen erzielt werden. Die Untersuchungen zeigten, dass für die Wildart Schwarzwild signifikant mehr Schüsse auf Haupt und Träger zu verzeichnen sind als bei den anderen betrachteten Wildarten (Tabelle 12). Dies ist einleuchtend, da der Träger bei Schwarzwild anatomisch kurz und kompakt geformt ist und so das Risiko eines nicht tierschutzgerechten Treffers gegenüber den Hirschartigen mindert. Der Einfluss der Trefferlage bleibt auch bei der Auswertung in Abhängigkeit von der Wildart dominant. So bleibt die generelle Reihung der Fluchtstrecke von kurz zu lang nach Haupt- Träger, Kammer, hoch, Kammer, tief, Gescheide, groß, Keule, Gescheide, klein, Hinterlauf, Vorderlauf bestehen (siehe Tabelle 11). Wildart und Wildmasse sind dabei analog verantwortlich für den Trend: „Groß und schwer läuft weiter als Klein und leicht“. Die Verteilung der Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der **Materialgruppe** ist signifikant (Abbildung 24) unterschiedlich zu kürzeren Fluchtstrecken mit bleihaltigen Geschossen. Keine Fluchtstrecke wurde bei 53,4% der Abschüsse mit bleihaltigen Geschossen beobachtet, 44,1 % bei bleifreien Geschossen. Die prozentualen Unterschiede bei den übrigen, klassifizierten Fluchtstrecken von 1-15 m, 16–40 m, 41-75 m, 76-150 m unterscheiden sich geringfügig. Ungewollte, weite Fluchtstrecken über 41 m wurden bei beiden Materialgruppen ausgewertet. Allerdings werden, obwohl die Fluchtstrecke als dominierendes Merkmal für die Bewertung der Geschosswirkung identifiziert wurde, subjektiv bleifreie und bleihaltige Geschosse gleich gut bewertet (siehe Tabelle 18 und Abbildung 54). Daher muss für eine differenzierte Erklärung, welche Parameter neben Wildart, Trefferlage und Auftreffenergie für das Erreichen kurzer Fluchtstrecken notwendigerweise erfasst werden müssen, über die Materialgruppe („Bleifrei“ oder „Bleihaltig“) hinaus identifiziert werden. Die aktuelle Regelung im Bundesjagdgesetz beschränkt den Einsatz von Geschossen über den Geschossdurchmesser und die Auftreffenergie auf 100 Meter (siehe Punkt 1.7.2). Die Analyse der **Fluchtstrecke in Abhängigkeit von der Auftreffenergie** zeigt jedoch, dass es auch bei Abschüssen mit Geschossen mit hohen Auftreffenergien bei guten Trefferlagen (Kammer, hoch/ Kammer, tief) zu langen Fluchtstrecke kommen kann (Abbildung 33). Dieser Umstand wird dadurch erklärt, dass unterschiedliche Geschosstypen die verfügbare Auftreffenergie unterschiedlich effizient in den zielballistisch relevanten Abschnitten des Schusskanals abgeben (siehe Tabelle 24). Die Auftreffenergie ist also nicht gleich der zielballistischen wirksamen Energie (Abbildung 72). Ohne genauere Angaben zur tatsächlich umsetzbaren, zielballistisch relevanten Energieabgabe ist die Auftreffenergie ein ungenügendes Maß zur Eingrenzung von tierschutzgerecht anwendbaren Geschossen. Bereits 1965 kommentierte HENNIG in der Zeitschrift für Jagdwissenschaft die

Verwendung von Vollmantelgeschossen im Jagdbetrieb auf Schalenwild als „ungeeignet, da sie auf Grund mangelnder Stauchungs- und Zerlegungsbereitschaft nur relativ sehr geringe mechanische Zerstörungen verursachen, den größten Teil ihrer Auftreffenergie nach dem Durchschlagen des Wildkörpers wieder mit hinausnehmen, dadurch auf das Wild eine verhältnismäßig geringe Wirkung ausüben, so dass die beschossenen Stücke mit den meisten Schüssen bei häufig fehlender Schweißfährte noch über weite Strecken flüchten, erst später als bei der Verwendung von Teilmantel- und Spezialgeschossen verenden und oftmals für den Jäger verloren sind.“ Im selben Artikel macht HENNIG den Vorschlag, in zukünftigen gesetzlichen Regelungen, Mindestanforderungen zur Auftreffenergie nach Wildart und Einschränkungen des Geschosstyps zu „Vollmantelgeschossen oder diesen in ihrer Wirkung ähnlichen Hartlegierungsgeschossen“ zuzufügen. In der gültigen Fassung des Bundesjagdgesetzes werden nach wie vor Geschosse für die Erlegung von Schalenwild nur über das Kaliber und die **Auftreffenergie** beschränkt (siehe Punkt 1.7.2). Danach erfüllt ein 7,62 mm Vollmantelgeschoss (Masse 9,5 g; Auftreffgeschwindigkeit auf 100 Meter  $V_{100}$  700 m/s) die Vorgaben des Bundesjagdgesetzes. Die Auftreffenergie beträgt bei diesem Geschoss 2328 Joule. Dennoch wurde von 10.826 protokollierten Abschüssen von Schalenwild mit Angabe des Geschosstyps nur in vier Fällen ein bleihaltiges Vollmantelgeschoss eingesetzt. Somit könnte man schlussfolgern, dass das Wissen um die schlechte, zielballistische Wirkung von Vollmantelgeschossen auf Schalenwild in der Jägerschaft vorhanden ist. So wird bereits in der Jagdausbildung darauf verwiesen (KREBS, 1998), dass „die Wirkung im Wildkörper aber nicht allein vom rechnerischen Wert der Auftreffwucht abhängig, sondern auch von der Geschosskonstruktion [ist].“ Die aktuelle Untersuchung bestätigte diese Aussagen. Allerdings ist neben dem Geschosstyp auch das **Geschossverhalten** in diese Überlegungen mit einzubeziehen. So ist es nach den Ergebnissen der aktuellen Untersuchung ohne Belang, ob ein Vollmantelgeschoss, ein Hartlegierungsgeschoss oder ein sich nicht deformierendes, obwohl zur Deformation bestimmtes Geschoss bei gleicher Masse und Auftreffgeschwindigkeit das Messmedium durchschlägt. Sie liefern dabei vergleichbare, zielballistische Ergebnisse (siehe Tabelle 24). Deshalb tragen auch die Kenntnisse der **Grenzgeschwindigkeiten „Deformation“ und „Zerlegung“** nicht direkt zum Verständnis der Länge der Fluchtstrecke bei (siehe Punkt 3.3.3). Sie beschreiben lediglich ein zielballistisches Geschossverhalten. Die Grenzgeschwindigkeit „Deformation“ ist diejenige Geschwindigkeit, bis zu der (und darunter nicht mehr) das Geschoss bei Masseerhalt von über als 90 % seinen Querschnitt in Schussrichtung noch vergrößert. Beide Faktoren müssen für ihre Bestimmung eintreffen. Die Grenzgeschwindigkeit „Zerlegung“ ist diejenige Geschwindigkeit unterhalb der das Geschoss weniger als 10 % seiner Masse verliert. Die Kenntnis dieser zielballistischen Verhaltensweise der Geschosse kann aus jagdpraktischen Gründen sinnvoll sein. So bevorzugen meist Hundeführer Geschosse, die

nicht splintern, um den Hund bei Abgabe eines Fangschusses nicht zu gefährden. Auch zu Überlegungen zum Eintrag von Geschossmaterial in das hochwertige Lebensmittel Wildbret können diese Kenntnisse von Nutzen sein und die Wahl von Geschossen beeinflussen. Allgemein wird dabei gern von „Deformationsgeschossen“ und „Zerlegungsgeschossen“ gesprochen. Auch „Teilzerlegungsgeschosse“, also Geschosse, bei denen nach Zersplinterung des vorderen Geschossteils ein etwa kalibergroßer Restkörper für Ausschuss sorgt, werden genannt. Dies ist strenggenommen falsch, da zumindest einige der Geschosse in diesem Test, laut Marketing durchaus einer dieser Gruppen zugeordnet, über das jagdliche Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit unterschiedliches, zielballistisches Verhalten zeigten (siehe Tabelle 25). Geschosse sollten daher nur nach ihrem zielballistischen Verhalten gruppiert werden, wenn sie dieses im jagdlichen Einsatz in jedem Einzelfall zeigen. Präziser wäre es sicher gleich stattdessen von Geschossverhaltensweisen zu sprechen und denjenigen Bereich der Auftreffgeschwindigkeit zu kommunizieren, in der das Geschoss dieses Verhalten zeigt. Für das Verständnis der Länge der Fluchtstrecke jedenfalls ist statt des Wissens über das Ansprechverhalten des Geschosses das Wissen über die tatsächlich zu erwartende zielballistische Leistung eines Geschosses als Funktion der Auftreffgeschwindigkeit entscheidend. Sie erlaubt es, die tierschutzgerechte und jagdpraktisch ausreichende Geschosswirksamkeit von der nicht tierschutzgerechten und jagdpraktisch nicht ausreichenden Geschosswirksamkeit zu trennen. Physikalisch hängt die Energieabgabe/Wegeinheit ohnehin umgekehrt proportional von den Faktoren Masseverlust / Querschnittsvergrößerung, ausgedrückt durch die Querschnittsbelastung, also die Geschossmasse in Gramm [g]/Geschossquerschnittsfläche in Quadratzentimetern [cm] in Schussrichtung ab.

Den berichtenden Jägern wurde im Abschlussbericht die Möglichkeit gegeben, den Erlegungsvorgang zu **bewerten**. In der Auswertung zeigte sich, dass in diesen subjektiven Bewertungen des gesamten Erlegungsvorganges nicht immer zwischen den Ursachen für die Beobachtung unterschieden wird. So wird mit generell schlechterer Lage des Treffers das Geschehen schlechter bewertet (siehe Abbildung 57). Damit können diese Bewertungen kaum belastbare Erkenntnisse zur Zufriedenheit mit der Geschossleistung bringen. Des Weiteren lässt sich im Nachhinein nicht nachvollziehen, welche Beweggründe den Berichtersteller zu seiner Bewertung veranlassten. Zwar wurde die Länge der Fluchtstrecke als dasjenige Merkmal identifiziert, welches die Bewertung der Jäger am stärksten zu beeinflussen scheint (siehe Abbildung 58), doch werden auch Erlegungen mit angestrebt kurzen Fluchten „neutral“ oder gar „negativ“ bewertet. Möglicherweise dann, wenn die Wildbretbewertung, ein von der Tötungswirkung unabhängig zu betrachtender Faktor, dem Jäger als zu hoch erschien. In der aktuellen Arbeit bewerteten die Jäger dabei diejenigen Erlegungsvorgänge positiv, in denen die Fluchtstrecke unter 40 Metern betrug. Je länger die **Fluchtstrecke** darüber

hinaus wurde, desto schlechter wurde auch die Bewertung (siehe Abbildung 58). GAWLICK UND KNAPPWORST (1975) unterteilten in ihren „Zielballistischen Untersuchungsmethoden an Jagdgeschossen“ Fluchtstrecken „ $\leq 25$  m“ als „günstig“ und Fluchtstrecken „ $>25$  m“ als „ungünstig“. Als Begründung führten Sie an, „dass Fluchtstrecken von  $\leq 25$  m für den Jäger noch zumutbar und keine umfangreichen Nachsuchen nötig sind.“ Weiter führten sie aus: „Fluchtstrecken von  $> 25$  m haben dagegen oft umfangreiche Nachsuchen zur Folge, besonders bei unwegsamen und dicht bewachsenen Gelände“. Damit wird zwischen den beiden Untersuchungen ein hohes Maß an Übereinstimmung bezüglich der Bewertung der Länge der Fluchtstrecke festgestellt. GAWLICK UND KNAPPWORST (1975) machten zur Ausschusswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der **Masse des Wildes** keine Angaben. Sie unterteilten die Masse des Wildes in die Klassen „leichtes Schalenwild“; Masse  $\leq 40$  kg und „mittleres bis schweres Schalenwild“; Masse  $>40$  kg. Diese Einteilung erscheint mit Blick auf die Verteilung der Wildmasse in den Daten der aktuellen Untersuchung sinnvoll (siehe Abbildung 12). Auf Grund dessen wurde die Abhängigkeit der Länge der Fluchtstrecke von der Masse des Wildes untersucht (Abbildung 25). Es besteht ein offensichtlicher Zusammenhang zur Wildmasse in Bezug auf die Fluchtstrecke. Dabei gilt jedoch, dass der Einfluss der Trefferlage auf die Länge der Fluchtstrecke den Einfluss der Masse auf diese überwiegt (Abbildung 25 und 26). Ziel eines Schusses muss die schnellstmögliche, sichere Überführung des Stückes aus dem Leben in den Tod sein. Dem Tier dürfen dabei nur „unvermeidbare Schmerzen“ zugefügt werden (siehe 1.7.1). Damit muss sowohl ein quantitativer Maßstab angelegt werden, der die zeitliche Dimension berücksichtigt als auch ein qualitativer, welcher die Risiken für das Tier berücksichtigt (Tabelle 34).

Verwundungsmechanismus	Zerstörung ZNS	Vitalorgane / Blutverlust	Sekundäre Wirkung ZNS
Zeitzusammenhang HUF	sofort	schnell	sofort
Verlässlichkeit	hoch	Abhängig von Geschossleistung	unsicher
Umsetzbarkeit Jagd	riskant	sicher	Nicht steuerbar

Tabelle 34: Durch Geschosse zu erzielende Verwundungsmechanismen und ihre Relevanz und Umsetzbarkeit bei der Jagd auf Schalenwild.

Zur Beurteilung des zeitlichen Zusammenhanges Handlungsunfähigkeit (HUF) zu Beschuss unterscheiden KARGER et al. (1995) zwischen „sofort“ und „schnell“. COURTNEY et al. (2007) differenzierten dies weiter, indem sie „schnell“ mit „bis zu 5 Sekunden“ gleichsetzten. Zudem schlugen sie als Überleitung von der Zeit in die Distanz der Fluchtstrecke eine durchschnittliche Geschwindigkeit für Totfluchten von etwa 10 m/s vor. Die Zerstörung des Blutkreislaufes im Bereich der Vitalorgane Herz und Lunge („Kammer tief“ beziehungsweise „Kammer hoch“) ist geeignet, eine Blutungsrate zu erreichen, die einerseits zu einem schnellen Eintritt der Bewusstlosigkeit führt und

andererseits vom Körper des Tieres nicht beeinflusst werden kann. Dem Jäger steht im Bereich der Kammer eine Trefferfläche von mindestens 200 cm<sup>2</sup> zur Verfügung (Rehkitz im September: Durchmesser Vitalzone 16 cm, eigene Angaben). Für die Beurteilung der tierschutzgerechten Verwendbarkeit von Geschossen sollte aus unserer Sicht als Schwelle die Charakteristik der Geschosswirksamkeit abgeleitet werden, die dem Jäger ermöglicht, mit einem in der Kammer platzierten Schuss eine schnelle Handlungsunfähigkeit des Stückes über den Mechanismus Zerstörung der Vitalorgane/ Blutverlust verlässlich zu erreichen. Als Maß der Verlässlichkeit dient dabei die Eintrittswahrscheinlichkeit der Fluchtstreckenlänge aus den Felddaten verknüpft mit den Wirksamkeitsdaten (siehe). Als Maß des zeitlichen Zusammenhanges wird die Fluchtstreckenlänge nach COURTNEY et al (2007) interpretiert. Die Verteilungen der Trefferlagen und entsprechenden Fluchtstrecken (Abbildung 22) decken sich mit diesen Ausführungen. Als **Ergebnis** der vorliegenden Arbeit wurde festgestellt, dass bei der Verwendung von Büchsen geschossen im Jagdbetrieb innerhalb eines Entfernungsbereiches, in dem sichergestellt ist, dass das Geschoss in ballistischer Seife noch eine Energieabgabe von **> 1500 Joule** im Tiefenabschnitt **Segment 1-3 (0-15 cm)** erzielte, die **Fluchtstrecken im Mittel unter 30 Meter** blieben (siehe Abbildung 73). Wurde dieser Wert unterschritten, sei es durch die Wahl nicht zur Zerlegung oder Deformation bestimmter Geschosse oder durch das Unterschreiten derjenigen Geschwindigkeit, bis zu der zur Zerlegung oder Deformation bestimmte Geschosse ihre Aufgabe noch zuverlässig erfüllen, kommt es zu Fluchten von im Mittel über 30 Metern (Tabelle 33). Damit wurde ein Wirkungszusammenhang zwischen den Messwerten zur Geschosswirksamkeit und den Beobachtungen zur Schusswirkung nachgewiesen (GREMSE & RIEGER, 2013). Es ist daher wichtig, **geschossspezifisch** die **Geschwindigkeit**, ab deren **Unterschreitung** die Wirksamkeit unter diese Werte fällt, zu bestimmen. Laborierungsspezifisch kann dann ermittelt werden, über welchen Bereich der Schussentfernung diese Leistung bei Verwendung dieses Geschosses aus verschiedenen Kalibern erbracht werden kann (siehe Punkt 13). Mit Kenntnis dieser Werte (Grenzgeschwindigkeit des Geschosses und Grenzentfernung), in Abhängigkeit von dem gewählten Kaliber, aus dem das Geschoss verschossen wird, kann sich der Jäger für den erwarteten Entfernungsbereich entsprechend ausrüsten (siehe Abbildung 21).

Eine weitere Differenzierung der **Grenzleistung Jagd** nach **Wildart** oder **Wildmasse** wurde geprüft. Aus der Verteilung der Felddaten zur Jagdpraxis mit Bezug auf diese beiden Faktoren (Abbildung 11) ergibt sich eine Verringerung der verfügbaren Datensätze. Eine statistisch belastbare Auswertung war daher nicht möglich. Mit Blick auf die Daten zur allgemeinen Jagdpraxis (Schussentfernungen, Wildartenverteilung, Masseverteilung) gilt die statistisch belastbar abgeleitete Grenzleistung Jagd von 1500 Joule auf den ersten 15 cm im Seifenblock und eine Mindesteindringtiefe von 30 cm. Dass für spezielle Anwendungen, wie die Erlegung schwererer Stücke auf weite Entfernungen höhere

Werte in diesem Abschnitt für die Gewähr verlässlich kurzer Fluchten erforderlich sein könnten, legt der beobachtete Zusammenhang von Wildmasse und Fluchtstrecke (siehe Abbildung 25) nahe. Es ist davon auszugehen, dass eine Erhöhung der Energieabgabe in diesen Fällen zu einer kürzeren Flucht führt (Abbildung 72). Gleichzeitig aber ist bereits durch Einhaltung der Grenzleistung Jagd sichergestellt, dass das Geschoss genügend Wirksamkeit im entscheidenden Tiefenbereich leistet, um alle ihm potentiell zur Verfügung stehenden Wundmechanismen (Quetschen sowie Dehnen/Reißen) nutzen zu können.

Zwischen den aus der **Grenzleistung Jagd** abgeleiteten Einsatzreichweiten und den vorliegenden **Bewertungen** von Geschosskonstruktionen aus der Jagdpraxis scheint zunächst eine **Diskrepanz** zu bestehen. So wird beispielsweise eine Geschosskonstruktion (hier genannt A) bei vorliegenden 75 Berichten zu 82,8 % positiv bewertet und die Frage gestellt, wieso dies der Fall ist, wenn das Geschoss nach Grenzleistung Jagd nur bis zu einer Entfernung von 50 m eingesetzt werden sollte. Gegenbeispiel ist eine Geschosskonstruktion (hier genannt B), die bei vorliegenden 1643 Berichten zu nur 68,7 % positiv bewertet und nach Grenzleistung Jagd bis ca. 200 m einzusetzen (siehe Tabelle 23 und Punkt 13) ist. Die vermeintliche Diskrepanz ist durch folgende Punkte zu erklären: Tabelle 23 listet Bewertungen von Geschosskonstruktionen auf, die Grenzleistung Jagd wird für Geschosstypen bestimmt. Der Geschosstyp berücksichtigt neben der Konstruktion das Kaliber und die Geschossmasse. In Tabelle 33 wird deutlich, dass zwei Geschosstypen einer Konstruktion unterschiedliche Grenzgeschwindigkeiten aufweisen können. Auf Seite 87 des Berichtes vom 30.11.2012 listet Tabelle 11 die vorliegenden Abschüsse je Geschosstyp auf. Hier wird die Differenzierung von Geschosskonstruktionen nach Kalibern und Massen (Geschosstypen) verdeutlicht. Abschüsse für Konstruktion A fächern sich auf in die Kaliber .30-06 Sprg. und 9,3x62. Nur für das Geschoss Nennkaliber 9,3 mm wurde die BDE durchgeführt. Immerhin lagen 49 Berichte vor. Bei Schüssen unterhalb der berechneten Einsatzentfernung von 50 m (n=29) lag die durchschnittliche Fluchtstrecke bei 40 m und die Zufriedenheit bei 1,7 Punkten; bei Schüssen über der Grenzentfernung von 50 m (n=20) lag die durchschnittliche Fluchtstrecke bei 74 m und die Zufriedenheit bei 1,4 Punkten. Die Grenzleistung Jagd beschreibt diejenige Charakteristik der Geschosswirksamkeit, die noch eine ausreichende Tötungswirkung sicherstellt. Über die Länge der Fluchtstrecke wird diese direkt mit der Zufriedenheit der Jäger verknüpft (siehe Abbildungen 58 und 73). Das bedeutet, dass unterhalb der sich aus der Grenzleistung Jagd ergebenden, begrenzenden Einsatzentfernung positive Bewertungen zu erwartenden sind. Dass im Jagdbetrieb selbst eine solche geringe Einsatzentfernung ausreichend sein kann, zeigt Abbildung 20 ebenso wie das hier angeführte Beispiel.

Die vorliegenden Daten zur Tiefenleistung in ballistischer Seife zeigen für die getesteten bleifreien Geschosse eine höhere Wahrscheinlichkeit von Ausschüssen im Bereich der getesteten Geschwindigkeiten als für die getesteten, bleihaltigen Geschosse (siehe Abbildung 62). Die Auswertung der Felddaten zur Ausschusswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Geschossmaterial zeigt eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit von Ausschüssen mit bleifreien Geschosskonstruktionen (siehe Abbildung 47) gegenüber bleihaltigen. Vorhandene Ausschüsse bei der Verwendung von bleihaltigen Geschossen sind zum Teil größer als bei der Verwendung bleifreier Geschosse (siehe Abbildung 47). Dementsprechend wird bei der Verwendung bleihaltiger Geschosse subjektiv mehr Schweiß wahrgenommen (siehe Abbildung 49). Die Menge des subjektiv wahrgenommenen Schweißes hat einen Einfluss auf den Nachsuchenerfolg - viel Schweiß erleichtert dem Jäger das Auffinden des geflüchteten Stückes (siehe Abbildung 51). Mit Bezug auf die Wahl von Geschossmaterialien kann zusammenfassend gesagt werden, dass derzeit bleifreie Geschosse eher einen Ausschuss gewährleisten als bleihaltige Geschosse, die Ausschussgröße dagegen eher bei bleihaltigen Geschossen größer ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Analysen zur Energieabgabe im Seifenblock. Eine höhere Energieabgabe geht zwingend einher mit einer geringeren Eindringtiefe (siehe Abbildungen 63 und 64). Die Auswahl der getesteten Geschosse und ihrer Leistungen (Eindringtiefe und Energieabgabe im Segment 1-3 (0-15 cm)) zeigt, dass auch bei Verzicht auf Blei ein ausreichender Spielraum für Geschosskonstrukteure besteht, die Geschossleistung (Eindringtiefe, Energieabgabe) den Anforderungen entsprechend anzupassen. Über das vorgestellte Prüfverfahren kann eine **Grenzgeschwindigkeit Zielballistik Jagd** (siehe Tabelle 33) ermittelt und kaliberspezifisch abgeleitet werden (siehe Punkt 13). Damit können Geschosskonstrukteure die Geschossleistung anwendungsbezogen für den Einsatz auf Schalenwild vor der Nutzung im Feld überprüfen. Die Konzentration auf die tatsächlich messbare Geschossleistung, entgegen Mündungs- und Auftreffenergien, erlaubt dabei eine differenzierte Betrachtung des angestrebten Einsatzes. Die Bestimmung der kaliber- und geschosspezifischen Einsatzreichweite, ab der die vom Jäger erwünschten kurzen Fluchten (siehe Abbildung 58) nicht mehr regelmäßig zu erzielen sind, erlaubt eine differenzierte Entscheidung des Jägers für ein Produkt, angepasst an seine Anforderungen (siehe Abbildung 21). Bereits jetzt zur Verfügung stehende, bleifreie Geschosse bieten ausreichende Möglichkeiten, sich auch für weite Schussentfernungen mit diesen auszurüsten (siehe Punkt 13). Über das vorgestellte Prüfverfahren der geschosspezifischen Identifikation des jagdlich notwendigen Geschwindigkeitsfensters und der stufenweisen Überprüfung der Geschossleistung entlang des Spektrums der Auftreffgeschwindigkeiten können diese Informationen ermittelt werden. Für jede Stufe der Auftreffgeschwindigkeit wurden dabei mindestens zwei Seifenblöcke beschossen. Diese Anzahl war für den Zweck der Untersuchung eines Wirkungszusammenhangs zwischen

Geschossleistung und zu beobachtender Wirkung im Jagdbetrieb im Zuge der Projektplanung als ausreichend bewertet worden. Größere Stichproben sind aus statistischer Sicht sicher sinnvoll, doch wird insbesondere durch die Homogenität des Materials bereits für sehr geringe Abweichungen der Kavernenbildung gesorgt. Insbesondere die in diesem Verfahren durchgeführte, stufenweise Erhebung entlang des Geschwindigkeitsspektrums hätte es erlaubt, als Ausreißer zu verdächtigende Beschüsse zu erkennen (siehe Tabelle 24). Dazu kann eine Regression der Energieabgabedaten über die Geschwindigkeitsstufen durchgeführt werden, welche Abweichungen verdeutlichen würde. In der aktuellen Untersuchung hat sich die Zahl von im Regelfall zwei Beschüssen je Geschoss und Geschwindigkeitsstufe als ausreichend erwiesen. Die mit diesem Verfahren ermittelten, geschossspezifischen Grenzgesehwindigkeiten sind nach den Ergebnissen der aktuellen Untersuchung auch für die Anwendung im Rahmen ballistischer Tabellen ausreichend genau und können ohne Messung der **waffenspezifischen Mündungsgesehwindigkeit** angewendet werden (siehe 3.4). In dem von uns durchgeführten Versuch mit sieben Jagdgewehren zeigten waffenseitige Parameter wie Länge und Beschaffenheit des Laufes nur in geringem Maße Einfluss auf die Mündungsgesehwindigkeit. Folglich sollte die geschossspezifische Grenzgesehwindigkeit und die laborierungsspezifische Grenzentfernung herstellerseitig ermittelt, beschussrechtlich bestätigt und der kleinsten, handelsüblichen Verpackungseinheit kenntlich gemacht werden. So könnten Jäger und auch Wiederlader, unabhängig vom Geschossmaterial sicherstellen, für ihre jagdlichen Zwecke, bezogen auf die Einsatzreichweite, ausschließlich ausreichend wirksame Geschosse zu verwenden. Folglich bedeutet dies für die **Hersteller** von Geschossen, sicherzustellen, dass die Geschossleistungscharakteristik von Herstellungslos zu Herstellungslos erhalten und für Munitionshersteller, ob industriell, nicht gewerblich, oder gewerblich sowie für die jagdlichen Anwender nachvollziehbar bleibt.

Ein **Verzicht auf Blei** als Geschossmaterial mit Blick auf die tierschutzgerechte Tötungswirkung für den Einsatz im Jagdbetrieb auf Schalenwild ist durch Umsetzung der vorliegenden Erkenntnisse möglich.



## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung erweitert den Abschlussbericht zum BMELV-Entscheidungshilfedorhaben „Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“ vom 30.11.2012. In diesem Vorhaben wurde, aufbauend auf Untersuchungen im Auftrag des Landes Brandenburg, die Tötungswirkung von bleifreien Geschossen im Jagdbetrieb auf Schalenwild untersucht. Ziel war die Untersuchung eines Wirkungszusammenhanges zwischen Daten zur zielballistischen Geschossleistung und Beobachtungen zur Tötungswirkung. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse kurz dargestellt:

- Die Wildartenverteilung als auch die Masseverteilung im Monitoring Brandenburg als auch im Bundesmonitoring ergänzen sich und spiegeln die bundesdeutschen Jagdverhältnisse wider. Ein Zusammenlegen der Datensätze aus beiden Untersuchungen erscheint somit gerechtfertigt.
- Im Projekt wurden die Geschosse und Kaliber für die Untersuchungsjahre marktdeckend abgebildet.
- Keine Fluchtstrecken wurden mit 53% bei bleihaltigen Geschossen und 44% bei bleifreien Geschossen beobachtet. Ungewollte weite Fluchtstrecken von über 40 Metern wurden bei beiden Materialgruppen beobachtet.
- Die Trefferlage als die allgemein wichtigste Variable für einen zufriedenstellenden Ausgang der Schussabgabe wird bestätigt.
- Der Zusammenhang „Geringe Wildmasse/kurze Flucht; hohe Wildmasse/längere Flucht“ ist deutlich erkennbar.
- Hohe Auftreffenergie und gute Trefferlage bedingen nicht notwendiger Weise eine kurze Fluchtstrecke.
- Unterschiedliche Geschosstypen geben die verfügbare Auftreffenergie unterschiedlich effizient in den zielballistisch relevanten Abschnitten des Schusskanals ab. Die Untersuchungen zeigten, dass eine hohe Geschosswirksamkeit sowohl mit bleihaltigen als auch bleifreien Geschossen erreicht werden kann.
- Die Auftreffenergie ist nicht gleich der zielballistisch wirksamen Energie. Ohne genauere Angaben zur tatsächlich umsetzbaren, zielballistisch relevanten Energieabgabe ist die Auftreffenergie ein ungenügendes Maß zur Eingrenzung von tierschutzgerechtem Geschosseinsatz (schnelle Tötungswirkung). § 19 des Bundesjagdgesetzes sollte an den Wissensstand angepasst werden.
- Durch Verknüpfung der Labordaten mit den Felddaten aus den beiden Projekten zeigt sich, dass bei der Verwendung von Büchsgeschossen im Jagdbetrieb innerhalb eines Entfernungsbereichs, in dem sichergestellt ist, dass das Geschoss in ballistischer Seife noch eine Energieabgabe von >1500 Joule im Tiefenabschnitt Segment 1-3 (0-15cm) erzielt, Fluchtstrecken im Mittel unter 30 Meter bleiben. Damit wurde ein Wirkungszusammenhang zwischen Messwerten zur Geschosswirksamkeit und Beobachtungen zur Schusswirkung nachgewiesen.
- Über das vorgestellte Prüfverfahren kann eine Grenzgeschwindigkeit Zielballistik Jagd ermittelt und kaliberspezifisch abgeleitet werden und somit bei der Entwicklung von Geschossen für die Geschossleistung (Eindringtiefe und Energieabgabe) genutzt werden. Die bereits getesteten Geschosse spiegeln dabei einen repräsentativen Querschnitt möglicher Bauformen und Wirkungsprinzipien wider, sodass neue Geschosstypen zukünftig über das vorgeschlagene Verfahren in ballistischen Medien vergleichend getestet werden können.
- Die Konzentration auf die tatsächlich messbare Geschossleistung gibt dem Jäger die Möglichkeit, ein an seine Anforderungen angepasstes Produkt einzusetzen.

- Für Offenlandreviere wurden von 12,8% der Jäger Schussentfernungen von über 200 m bis 300 m angegeben, für Gebirgsreviere von über 40%. Obwohl diese Schussentfernung nach den vorliegenden Daten eher selten vorkommen und damit einen Spezialfall darstellen, besteht nach dem vorgeschlagenen Prüfverfahren auch die Möglichkeit für diesen unabhängig vom Geschossmaterial sicherzustellen, dass die notwendige Geschosswirksamkeit erreicht wird.
- Die geschossspezifische Grenzggeschwindigkeit und die laborierungsspezifische Grenzentfernung sollten herstellerseitig ermittelt, beschussrechtlich bestätigt und dem Anwender auf der kleinsten, handelsüblichen Verpackungseinheit kenntlich gemacht werden.
- Ein Verzicht auf Blei als Geschossmaterial ist mit Blick auf die tierschutzgerechte Tötungswirkung für den Einsatz im Jagdbetrieb auf Schalenwild durch Umsetzung der vorliegenden Erkenntnisse möglich.

## 6 Summary (english)

The present study extends the final report on BMELV decision support project "Furthering studies on the killing effect of lead-free bullets" submitted on 30.11.2012. This project, extending investigations on behalf of the State of Brandenburg, examined the killing effect of lead-free bullets in hunting activities on ungulates. The aim was to investigate a correlation between data for terminal ballistic performance and observations to the killing effect. The most important results are briefly summarized:

- The game species distribution and the mass distribution in the monitoring of Brandenburg as well as in Federal monitoring are complementary and reflect German hunting conditions. Merging records from both studies therefore appears warranted. 11.371 records were obtained.
- The running distance from the point, where the animal was, when the bullet struck to where it succumbed, was analyzed. No escapes were observed for 53% of occurrences with lead-containing bullets and 44 % for lead-free bullets. Unwanted long escape routes of over 40 meters were observed in both groups of materials.
- The impact location is the generally most important variable for a satisfactory outcome of the engagement.
- The bigger / heavier the animal, the further it will generally run after being shot.
- High bullet impact energy and a vital impact location not necessarily guarantee a short escape distance.
- Different types of bullets distribute available impact energy differently efficient into the terminally relevant sections of the shooting channel. The study shows that a high efficiency can be achieved with both leaded and lead-free projectiles.
- The impact energy is not equal to the terminally effective energy. Without accurate information on the actually available, terminally relevant energy delivery, the impact energy is an inadequate measure for localization of a fast killing effect. The German Federal Hunting Act should be adapted to the state of knowledge.
- By linking terminal performance laboratory data with field data we show that with the use of rifle bullets in hunting activities within a distance range in which it is ensured that the bullet in ballistic soap achieves a power output of > 1500 joules in depth on Segment 1-3 (0 -15cm), escape distances remain on average below 30 meters. A relationship between measured values for bullet effectiveness and observations of shot effects has been established.
- Through the presented test methods a bullet specific lower border velocity can be determined and thereby caliber/cartridge specific lower border distances derived. The procedures can be used in bullet development. The current test projectiles are a representative cross section of possible designs and operating principles so that new types of bullets can be tested in future comparative of the proposed method in ballistic media.
- Focusing on the actual measurable ballistic performance gives the hunter the opportunity to select application specific products.
- For open land areas 12.8 %, for mountain areas over 40% of hunters indicated regular shooting distances of more than 200 m to 300 m. With the presented methods, bullet selection for these distances is possible.
- The bullets performance boundaries should be determined by the manufacturers, independently confirmed and made available to the user on the smallest commercially available packaging unit.
- Abandoning of lead as a bullet material for hunting bullets is possible. Quick and ethical kills of animal in hunting activities can be ensured by the presented methods – regardless of bullet material.

## 7 Schlussfolgerungen

Nach Auswertung von 11.371 Feldberichten zur Erlegung von Schalenwild in Deutschland, 117 Testbeschüssen mit 15 bleifreien und bleihaltigen Geschossen über jagdlich relevante Geschwindigkeitsfenster und einem verknüpften Datensatz von 2.881 Feldberichten mit einzelfallbezogenen, zielballistischen Daten kommen die Berichtersteller zu folgenden Kernergebnissen:

- Die **Auftreffenergie** eines Geschosses ist **nicht gleich** der **zielballistisch wirksamen Energie** des Geschosses.
- Der **Nachweis einer engen Beziehung** zwischen **zielballistischen Messwerten** und **beobachtbaren Parametern zur Tötungswirkung** wurde geführt.
- Die zielballistisch notwendige Energieabgabe (min. **1500 Joule** auf den einschussseitig **ersten 15 cm** in **ballistischer Seife**) für die Gewähr im **Mittel kurzer Fluchten unter 30 Metern** wurde identifiziert.
- Die **jagdpraktisch notwendige** und zielballistisch zu erfüllende, gradlinige Mindesteindringtiefe wurde bei **30 cm** in ballistischer Seife ermittelt.
- Diese **jagdpraktisch notwendigen** und zielballistisch zu erfüllenden **Mindestanforderungen** können nachweislich von **bleifreien** und **bleihaltigen** Geschossen über jagdlich relevante Entfernungen erbracht werden.

Daraus folgern die Berichtersteller:

- § 19 des Bundesjagdgesetzes ist mit Bezug auf § 4 Tierschutzgesetz dahingehend anzupassen, dass statt einer Mindestauftreffenergie auf einer spezifischen Entfernung und (nach Wildart) einem Mindestkaliber **Mindestangaben zur zielballistisch wirksamen Energie** und **Eindringtiefe** spezifiziert werden. **Geschosse** und **Munition** sind entsprechend der Geschwindigkeit / Entfernung, ab der sie diese Werte unterschreiten auf der kleinsten, handelsüblichen Verpackungseinheit **zu kennzeichnen**.
- Die vorliegenden Ergebnisse lassen etwaige, künftige **Feldversuche an lebendem Wild mit zuvor nicht** fachkundig auf Erfüllung der **Mindestanforderungen geprüften Geschossen** und Munition mit Blick auf § 4 Tierschutzgesetz **hochfragwürdig** erscheinen.
- Ein **Verzicht auf Blei** als Geschossmaterial ist auf Grund der durchgeführten Untersuchungen zur tierschutzgerechte Tötungswirkung für den Einsatz im Jagdbetrieb auf Schalenwild durch Umsetzung der vorliegenden Erkenntnisse **möglich**.

## 8 Literaturverzeichnis

1. British Association for Shooting & Hunting (2012): Code of Practice Deer Stalking
2. COURTNEY, M.; COURTNEY, A. (2007): A method for testing handgun bullets in deer.
3. COURTNEY, M.; COURTNEY, A. (2007): Ballistic pressure wave contributions to rapid incapacitation in the Strasbourg goat tests.
4. COURTNEY, M.; COURTNEY, A. (2007): Experimental observations of Incapacitation via Ballistic Pressure Wave without a Wound Channel.
5. COURTNEY, M.; COURTNEY, A. (2007): Links between traumatic brain injury and ballistic pressure waves originating in the thoracic cavity and extremities. In: Brain Injury, Vol. 21, Issue 7, S. 657-662
6. COURTNEY, M.; COURTNEY, A. (2007): Relative incapacitation contributions of pressure wave and wound channel in the Marshall and Sanow data set.
7. Deutscher Jagdschutzverband, (2012): Jahrestrecken nach Wildarten. DJV Homepage 2012
8. Deutscher Jagdschutzverband, (2012): „Jagd in Deutschland ist tierschutzgerecht“, Pressemitteilung
9. Deutsche Hochschule der Polizei, Polizeitechnisches Institut (PTI) Technische Richtlinie (TR) Patrone 9 mm x 19, schadstoffreduziert Stand: September 2009
10. GREMSE, C.; RIEGER, S. (2007): Untersuchungen zur jagdpraktischen Eignung bleifreier Büchsenmunition unter mitteleuropäischen Jagdverhältnissen. Erste ergebnisse. In: LJV Brandenburg (Hg.): Tagungsbericht zum Wildbiologischen Symposium des LJV Brandenburg .
11. GREMSE, C.; RIEGER, S. (2008): Jagdpraktische Untersuchungen zur Eignung bleifreier Büchsenmunition unter mitteleuropäischen Jagdverhältnissen. In: Deutsche Wildtierstiftung (Hg.): Tagungsband zum Rotwildsymposium der Deutschen Wildtierstiftung .
12. GREMSE, C.; RIEGER, S. (2008): Jagdpraktische Untersuchungen zur Eignung bleifreier Büchsenmunition unter mitteleuropäischen Jagdverhältnissen. Stand der Untersuchungen und ausblick. In: KRONE, O. (Hg.): Bleivergiftungen bei Seeadlern. Ursachen und Lösungsansätze ; Anforderungen an bleifreie Büchsenmunition ; Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Vorträge des Fachgesprächs vom 5. Mai 2008 im Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin. Berlin: Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung
13. GREMSE, C.; RIEGER, S. (2010): Abschlussbericht „Soziodynamische und jagdpraktische Aspekte des
14. Einsatzes bleifreier Jagdmunition in der Landesforstverwaltung Brandenburg“
15. Jagdgesetz (BGBl. 1976, I, S. 2849)
16. JUSSILA, J. (2005): Wound ballistic simulation. Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation. Academic dissertation. Helsinki. University of Helsinki, Faculty of Medicine.
17. KARGER, B. (1995): Penetrating gunshots to the head and lack of immediate incapacitation. 1. Wound ballistics and mechanisms of incapacitation. In: Int J. Legal Med, S. 53–61.
18. KARGER, B.; BRINKMANN, B. (1997): Multiple gunshot suicides. Potential for physical activity and medico-legal aspects. In: Int J. Legal Med, S. 188–192.
19. KARGER, B.; PUSKAS, Z.; RUWALD, B.; TEIGE, K.; SCHUIRER, G. (1998): Morphological findings in the brain after experimental gunshots using radiology, pathology and histology. In: Int J. Legal Med, S. 314–319.
20. KNEUBUEHL, B. (1994): Geschosse. Ballistik, Treffsicherheit, Wirksamkeit,. Stuttgart: Motorbuch-Verlag (1).
21. KNEUBUEHL, B. (2004): Geschosse. Ballistik, Wirksamkeit, Messtechnik. 1. Aufl. Stuttgart: Stocker-Schmid; Motorbuch-Verl. (2).
22. KNEUBUEHL, B.; ROTHSCCHILD, M.; COUPLAND, R.; THALI, M. (2008): Wundballistik. Grundlagen und Anwendungen. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
23. KRONE, O. (Hg.) (2008): Bleivergiftungen bei Seeadlern. Ursachen und Lösungsansätze ; Anforderungen an bleifreie Büchsenmunition ; Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Vorträge des Fachgesprächs vom 5. Mai 2008 im Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin. Berlin: Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung.
24. KREBS (1998) Vor und nach der Jägerprüfung, BLV Verlag
25. MAIDEN, N. (2009): Historical Overview of wound ballistics research. In: Forensic Sci Med Pathol, H. 5, S. 85-89.
26. OSGYAN, W.: Resümee aus 1146 Rehwildabschüssen. Von Fluchtstrecken und Hämatomen. In: Wild & Hund, S. 52–57.
27. ROBERTSON, K. (1999): The perfect shot. Shot placement for African big game. 1st ed. Long Beach CA: Safari Press.
28. Tierschutzgesetz (BGBl., 2006, I, S. 1206)
29. TRINOGGA, A.; JEUKEN, P.; Kinsky, H.; WALTER, M.; KRONE, O. (2008): Wirksamkeit und Masseverlust ausgewählter bleifreier und bleihaltiger Büchsenprojekte beim Beschuss von ballistischer Seife. In: Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze, S. 44-57

30. GAWLICK & KNAPPWORST (1975): Zielballistische Untersuchungsmethoden an Jagdbüchsen- und Revolvergeschossen. Ballistisches Laboratorium für Munition der Dynamit Nobel AG.
31. HENNIG, R. (1965): Zur Frage gesetzlicher Regelungen der zur Bejagung des Schalenwildes zulässigen Waffen und Patronen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, Band 11, Heft 4.
32. Abschlussbericht FWWJ vom 30.11.2012 [www.bmelv.de/SharedDocs/Download/Landwirtschaft/Wald-Jagd/BLE-Forschungsbericht-Jagdmunition.pdf](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Download/Landwirtschaft/Wald-Jagd/BLE-Forschungsbericht-Jagdmunition.pdf)
33. Tagungsband zum BfR-Symposium „Alle(s) Wild?“, [www.bfr-bund.de/cm/350/alles-wild-bfr-symposium-zu-forschungsvorhaben-zum-thema-wildbret-tagungsband.pdf](http://www.bfr-bund.de/cm/350/alles-wild-bfr-symposium-zu-forschungsvorhaben-zum-thema-wildbret-tagungsband.pdf)
34. Tagungsband BfR Forum spezial 3. und 4.11.2011 „Gesundheits- und Umweltaspekte bei der Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Eindringtiefe einer Stahlkugel in verschiedene Medien nach Fackler (nach KNEUBUEHL, 2008).....	14
Abbildung 2:	Schusskanal mit seitlichen Risslängen in Gelatine in der Draufsicht 90° in den Schusskanal. (Quelle: Deutsche Hochschule der Polizei) .....	15
Abbildung 3:	Schusskanal in Seife, längs aufgetrennt. (Quelle: DEVA e. V.) .....	15
Abbildung 4:	Vermessung des Schusskanals am PC von skaliertem Photographie .....	16
Abbildung 5:	Ableitung der Auftreffgeschwindigkeit $V_{Auf}$ [m/s] in Abhängigkeit von der Mündungsgeschwindigkeit $V_0$ [m/s], dem ballistischen Formwert (G1) und der Schussentfernung [m] .....	17
Abbildung 6:	Schiessmaschine der DEVA e.V mit Datenerfassung .....	20
Abbildung 7:	Seifenblock im Versuchsaufbau vor Beschuss und nach Beschuss im Schnittbild .....	20
Abbildung 8:	Segmentraster zur lagespezifischen Auswertung der Geschosswirksamkeit (Schichtdicke 5 cm, Ordinalskalierung). Einschuss auf der linken Seite des Blockes. ....	21
Abbildung 9:	Verteilung der Abschüsse von Schalenwild im Rahmen des Bundesmonitorings (im Zuschnitt der Bundesforstbetriebe). ....	28
Abbildung 10:	Verteilung der Abschüsse der gesammelten Daten aus dem Monitoring (Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring; n= 11.279). Dem gegenübergestellt (n= 8,6 Mio.) die Jahresstrecke der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum der Jagdjahre 2006/2007 bis 2010/2011 (DJV, 2012). ....	29
Abbildung 11:	Abschüsse (n= 11.278) in Abhängigkeit von der Wildart und der Masseklasse [kg].....	30
Abbildung 12:	Verteilung der Abschüsse (n=11.278) auf sechs Masseklassen [kg] .....	30
Abbildung 13:	Häufigkeitsverteilung Abschüsse in Abhängigkeit von der Wildart und dem Projekt. ....	31
Abbildung 14:	Verteilung getätigter Abschüsse in Abhängigkeit von der Kalibergruppe in %.....	32
Abbildung 15:	Verteilung der getätigten Abschüsse auf die verschiedenen Kaliber in %; n= 11.371. ....	33
Abbildung 16:	Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit vom Geschoss in % .....	34
Abbildung 17:	Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Materialgruppe „Bleihaltig“ und „Bleifrei“ .....	35
Abbildung 18:	Darstellung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Materialgruppe und dem Monitoringprojekt. .	35
Abbildung 19:	Verteilung der Abschüsse in Abhängigkeit von der Schussentfernung [m] im Feld (Monitoring Brandenburg und Bundesmonitoring) in % .....	38
Abbildung 20:	Verteilungen der Schussentfernungen [m] nach Projekten. ....	39
Abbildung 21:	Erwartete maximale Schussentfernung [m] nach Revierverhältnissen. Anteile in %. Rücklauf von 219 Jägern. ....	40
Abbildung 22:	Verteilung der Trefferlage, n= 11.097. ....	41
Abbildung 23:	Verteilung der Fluchtstrecke [m] (n=11.244) .....	42
Abbildung 24:	Verteilung der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8633, n „Bleihaltig“= 2097). ....	43
Abbildung 25:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Wildmasse [kg], aufgebrochen. ....	44
Abbildung 26:	Zusammenhang Trefferlage und Fluchtstrecke [m] unabhängig vom Geschossmaterial. ....	45
Abbildung 27:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Rotwild, * kennzeichnet das Vorhandensein von weniger als 15 Datensätzen. ....	47
Abbildung 28:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Damwild .....	47
Abbildung 29:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Schwarzwild.....	48
Abbildung 30:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage, Wildart Rehwild.....	48
Abbildung 31:	Verteilung Auftreffenergie in Joule [J] klassifiziert (n= 2839). ....	49
Abbildung 32:	Fluchtstrecke in Metern [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie $E_{Auf}$ , klassifiziert, in Joule [J], n= 2839 .....	50
Abbildung 33:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J] im Wildartenvergleich. ....	52
Abbildung 34:	Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch ....	54
Abbildung 35:	Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief .....	54
Abbildung 36:	Fluchtstrecke Wildart Rotwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß .	55
Abbildung 37:	Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch ..	56
Abbildung 38:	Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief ....	56
Abbildung 39:	Fluchtstrecke Wildart Damwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß	57
Abbildung 40:	Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch .....	58
Abbildung 41:	Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief	58
Abbildung 42:	Fluchtstrecke Wildart Schwarzwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß .....	59
Abbildung 43:	Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, hoch ...	60
Abbildung 44:	Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Kammer, tief .....	60
Abbildung 45:	Fluchtstrecke Wildart Rehwild in Abhängigkeit von der Auftreffenergie, Trefferlage Gescheide, groß.	61
Abbildung 46:	Schweißmenge in Abhängigkeit vom Vorhandensein eines Ausschusses (n=7607). ....	63

Abbildung 47:	Ausschussgröße in [mm] in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8552; n „Bleihaltig“= 2049).	64
Abbildung 48:	Schweißmenge in Abhängigkeit von der subjektiven Wahrnehmung der Jäger und Ausschussgröße [mm].	64
Abbildung 49:	Schweißmenge in Abhängigkeit von der Geschossmaterialgruppe (n „Bleifrei“= 8552; n „Bleihaltig“= 2049).	65
Abbildung 50:	Häufigkeit und Erfolg von Nachsuchen in Abhängigkeit von der Materialgruppe (n „Bleifrei“= 8697, n „Bleihaltig“= 2129).	66
Abbildung 51:	Erfolg von Nachsuchen in Abhängigkeit von der Schweißmenge, n= 509.	66
Abbildung 52:	Bewertung des Erlegungsgeschehens durch die Jäger (n= 11.132).	67
Abbildung 53:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und der Wildart (Mittelwerte aus Tabelle 17)	68
Abbildung 54:	Bewertung der Erlegungen in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart.	69
Abbildung 55:	Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildmasse.	70
Abbildung 56:	Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Schussentfernung.	71
Abbildung 57:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage.	72
Abbildung 58:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke (n= 6092).	73
Abbildung 59:	Lineare Analyse der Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke.	74
Abbildung 60:	Bewertung der Erlegung durch die Jäger in Abhängigkeit von der Menge vorgefundener Schweißes (n= 4094).	75
Abbildung 61:	Bewertungen der Erlegung in Abhängigkeit von der Geschosskonstruktion. Es wurden nur Geschosskonstruktionen berücksichtigt, für die mehr als 30 Bewertungen des Erlegungsgeschehens vorlagen.	79
Abbildung 62:	Eindringtiefe in Seife in Abhängigkeit von der Materialgruppe, weiße Balken= „Bleifrei“, schwarze Balken= „Bleihaltig“.	80
Abbildung 63:	Energieabgabe $E_{ab}$ [J] bleihaltiger Geschosse je Segmentabschnitt im Seifenblock.	81
Abbildung 64:	Energieabgabe $E_{ab}$ [J] bleifreier Geschosse je Segmentabschnitt im Seifenblock.	82
Abbildung 65:	Energieabgabe $E_{ab}$ [J] in Segment 1-8 (0 bis 40 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.	82
Abbildung 66:	Energieabgabe $E_{ab}$ [J] in Segment 1-3 (0 bis 15 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.	83
Abbildung 67:	Energieabgabe $E_{ab}$ [J] in Segment 4-6 (15 bis 30 cm) in Abhängigkeit von der Materialgruppe.	84
Abbildung 68:	Messwerte Mündungsgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Waffe (Mittelwert, Min, Standardabweichung, Max), * kennzeichnet die Prüfläufe.	89
Abbildung 69:	Vergleich Werte Mündungsgeschwindigkeit Jagdwaffen (n=7) in Abhängigkeit von der Lauflänge.	89
Abbildung 70:	Lauflängen Kaliber .30-06 Springfield in den Felddaten (n= 2577).	90
Abbildung 71:	Graphische Analyse zur Übereinstimmung der modellierten Auftreffenergie [J] auf 300 m zu der Auftreffenergie laut Herstellerangabe für 23 überprüfte Laborierungen.	93
Abbildung 72:	Zusammenhänge der Energieabgabe je Segment (x) im Seifenblock und der Fluchtstrecke (y) des beschossenen Stückes Schalenwild. Darstellung der Trendlinien.	95
Abbildung 73:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe [J] im Segment 1-3 (0-15 cm).	96
Abbildung 74:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe $E_{ab}$ [J] im Segment 4-6 (15-30 cm).	98
Abbildung 75:	Verteilung der Fluchtstrecken nach Kategorie in % nach Energieabgabe $E_{ab}$ in J in Segment 1-3 (0-15 cm Eindringtiefe) über und unter 1500 J über alle Einschusslagen.	100



## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschussplan der ballistischen Datenerhebung nach Kaliber, Geschosskonstruktion, Materialgruppe, Masse, Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit und Abstufung der Auftreffgeschwindigkeit .....	19
Tabelle 2:	Wildmassen in Abhängigkeit von der Wildart und dem dazugehörigen Monitoring. ....	31
Tabelle 3:	Wildmassen nach Wildart im gesamten Datensatz aus den Monitoring Brandenburg und dem Bundesmonitoring.....	31
Tabelle 4:	Verteilung der Abschüsse auf die verwendeten Geschosse. Konstruktionen, die Blei enthalten, sind mit „Pb“ gekennzeichnet. ....	34
Tabelle 5:	Quartile und Momente Geschossmasse [g] nach Materialgruppe.....	36
Tabelle 6:	Quartile und Momente Mündungsgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Materialgruppe .....	37
Tabelle 7:	Quartile und Momente Auftreffgeschwindigkeit [m/s] in Abhängigkeit von der Materialgruppe.....	37
Tabelle 8:	Arithmetische Mittelwerte (Klassenmitten) für Schussentfernungen in Metern.....	39
Tabelle 9:	Vorbereitung der Jäger auf Revierverhältnisse Wald, Offenland, Gebirge. Anteile in %. Umfrage unter den Teilnehmern des Bundesmonitorings. ....	39
Tabelle 10:	Verteilung der Fluchtstreckenlänge, klassifiziert nach Wildart in %.....	43
Tabelle 11:	Zusammenfassung Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Trefferlage .....	46
Tabelle 12:	Fluchtstrecke (Mittelwert der Klassenmitten in Meter) in Abhängigkeit von der Trefferlage und Wildart. ....	46
Tabelle 13:	Länge der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J].....	49
Tabelle 14:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Auftreffenergie [J] und der Wildart. ....	51
Tabelle 15:	Datenverfügbarkeit zu Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von Trefferlage, Auftreffenergie und Wildart ..	53
Tabelle 16:	Ergebnisse Testverfahren zur Abhängigkeit der Prüfvariablen „Fluchtstrecke“ von relevanten Eingangsgrößen. ....	62
Tabelle 17:	Bewertung in Abhängigkeit von der Auftreffenergie und Wildart (n= 1823). ....	68
Tabelle 18:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildart. Mit * gekennzeichnete Mittelwerte unterscheiden sich signifikant.....	69
Tabelle 19:	Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Wildmasse, aufgebrochen (n= 4942).....	70
Tabelle 20:	Bewertung in Abhängigkeit von der Materialgruppe und der Schussentfernung in Metern [m] (n= 5871). ..	71
Tabelle 21:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Trefferlage (n= 6027). ....	72
Tabelle 22:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Länge der Fluchtstrecke (n= 6092). ....	73
Tabelle 23:	Bewertung der Erlegung in Abhängigkeit von der Geschosskonstruktion (wird fortgesetzt).....	77
Tabelle 24:	Energieabgabe in Seife in Abhängigkeit von der Materialgruppe und den Abschnitten. ....	85
Tabelle 25:	Grenzgeschwindigkeiten für Deformation und Zerlegung der in der ballistischen Datenerhebung getesteten Geschosse. Abkürzung „n. e.“ steht für „Art der Grenzgeschwindigkeit im Geschwindigkeitsbereich nicht erreicht“. ....	86
Tabelle 26:	Messwerte zur Mündungsgeschwindigkeit $V_3$ [m/s].....	88
Tabelle 27:	Klassifizierung der Angabe zur Schussentfernung und Mitten der Klasse für Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit. ....	91
Tabelle 28:	Übersicht der Geschosse aus der ballistischen Datenerhebung mit den, für die Berechnung der $V_{Auf}$ verwendeten, ballistischen Formwerte (BC (G1)). ....	92
Tabelle 29:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe [J] im Segment 1-3 (0-15 cm), n= 2839, erlegte Stücke aus den Feldversuchen. ....	96
Tabelle 30:	Unterschiede der Mittelwerte der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe im Segment 1-3 (0 bis 15 cm Eindringtiefe).....	97
Tabelle 31:	Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe $E_{ab}$ [J] im Segment 4-6 (15-30 cm), n= 2839, erlegte Stücke aus den Feldversuchen. ....	98
Tabelle 32:	Unterschiede der Mittelwerte der Fluchtstrecke [m] in Abhängigkeit von der Energieabgabe im Segment 4-6 (15 bis 30 cm Eindringtiefe). ....	99
Tabelle 33:	Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit $GV_{Jagd}$ [m/s] für die getesteten Geschosstypen.....	101
Tabelle 34:	Durch Geschosse zu erzielende Verwundungsmechanismen und ihre Relevanz und Umsetzbarkeit bei der Jagd auf Schalenwild. ....	108

## 11 Statistik

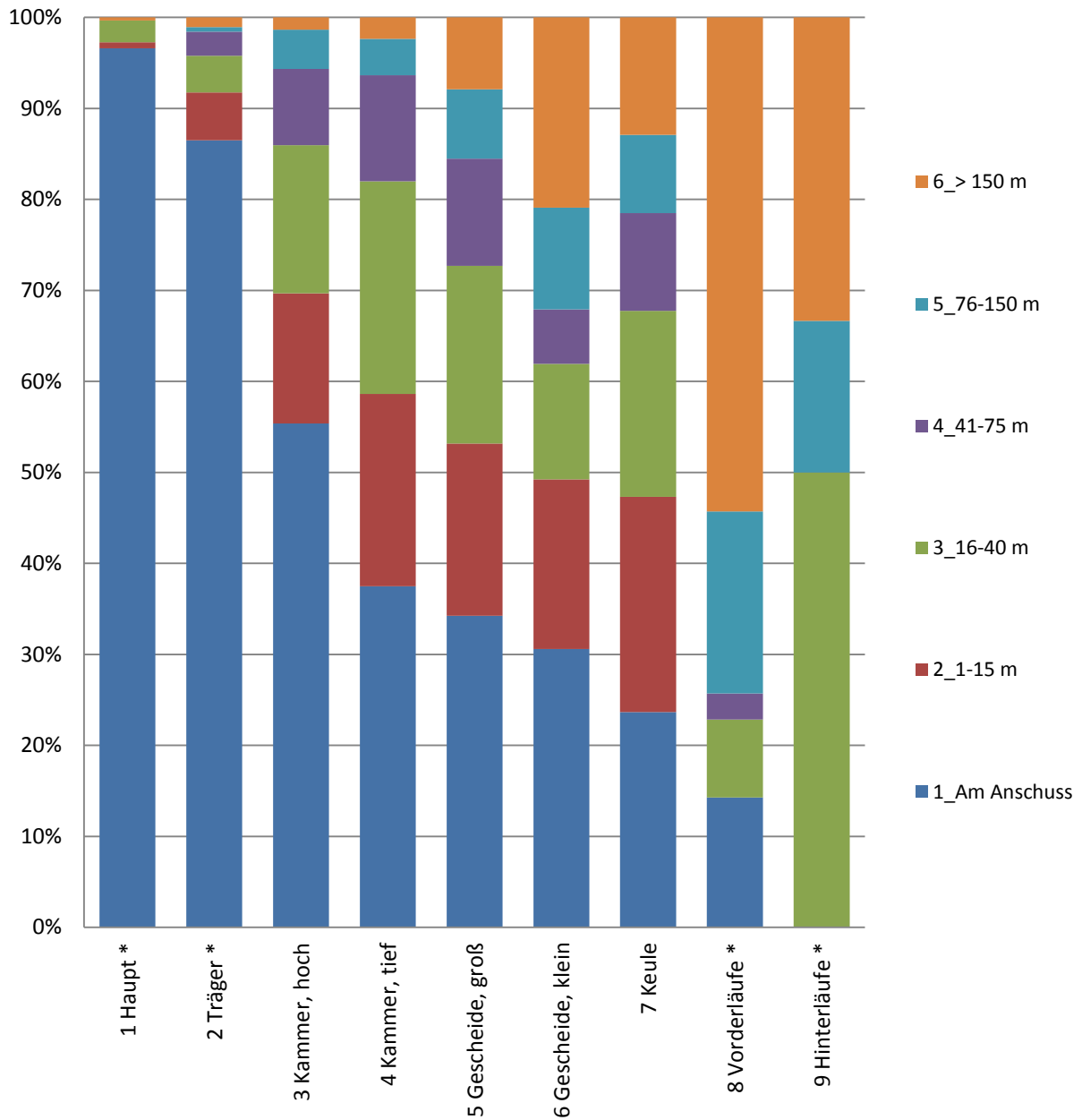
	Fluchstrecke nach:	Testverfahren	Ergebnis	p
1	Trefferlage	Kontingenzanalyse, nicht parametrisch und Varianzanalyse	Verteilung höchst signifikant unterschiedlich	< 0,001
2	Materialgruppe Geschosse	Kontingenzanalyse, nicht parametrisch	Verteilung höchst signifikant unterschiedlich	< 0,001
3	Auftreffenergie	Varianzanalyse, einfaktoriell	Mittelwerte höchst signifikant nicht unterschiedlich	< 0,008
4	Grenzleistung Wirksamkeit Jagd	Kontingenzanalyse, nicht parametrisch und Varianzanalyse	Verteilung höchst signifikant unterschiedlich	< 0,001

Tabelle 16: Ergebnisse Testverfahren zur Abhängigkeit der Prüfvariablen „Fluchstrecke“ von relevanten Eingangsgrößen.

(wiederholt von Seite 62)

## Trefferlage

### Kontingenzanalyse von Fluchtstrecke nach Trefferlagezone



### Kontingenztabelle Fluchtstrecke nach Trefferlage

Häufigkeiten Gesamt % Spalte % Zeile %	1_Am Anschuss	2_1-15 m	3_16-40 m	4_41-75 m	5_76-150 m	6_> 150 m	
1 Haupt	284 2,58 5,61 96,60	2 0,02 0,10 0,68	7 0,06 0,33 2,38	0 0,00 0,00 0,00	0 0,00 0,00 0,00	1 0,01 0,31 0,34	294 2,67
2 Träger	493 4,48 9,73 86,49	30 0,27 1,56 5,26	23 0,21 1,09 4,04	15 0,14 1,39 2,63	3 0,03 0,63 0,53	6 0,05 1,84 1,05	570 5,18
3 Kammer, hoch	1718 15,62 33,91 55,37	444 4,04 23,02 14,31	505 4,59 23,83 16,27	260 2,36 24,01 8,38	134 1,22 28,15 4,32	42 0,38 12,88 1,35	3103 28,21
4 Kammer, tief	2152 19,57 42,48 37,50	1212 11,02 62,83 21,12	1342 12,20 63,33 23,38	668 6,07 61,68 11,64	230 2,09 48,32 4,01	135 1,23 41,41 2,35	5739 52,18
5 Gescheide, groß	351 3,19 6,93 34,24	194 1,76 10,06 18,93	200 1,82 9,44 19,51	121 1,10 11,17 11,80	78 0,71 16,39 7,61	81 0,74 24,85 7,90	1025 9,32
6 Gescheide, klein	41 0,37 0,81 30,60	25 0,23 1,30 18,66	17 0,15 0,80 12,69	8 0,07 0,74 5,97	15 0,14 3,15 11,19	28 0,25 8,59 20,90	134 1,22
7 Keule	22 0,20 0,43 23,66	22 0,20 1,14 23,66	19 0,17 0,90 20,43	10 0,09 0,92 10,75	8 0,07 1,68 8,60	12 0,11 3,68 12,90	93 0,85
8 Vorderläufe	5 0,05 0,10 14,29	0 0,00 0,00 0,00	3 0,03 0,14 8,57	1 0,01 0,09 2,86	7 0,06 1,47 20,00	19 0,17 5,83 54,29	35 0,32
9 Hinterläufe	0 0,00 0,00 0,00	0 0,00 0,00 0,00	3 0,03 0,14 50,00	0 0,00 0,00 0,00	1 0,01 0,21 16,67	2 0,02 0,61 33,33	6 0,05
Summe	5066 46,06	1929 17,54	2119 19,27	1083 9,85	476 4,33	326 2,96	10999

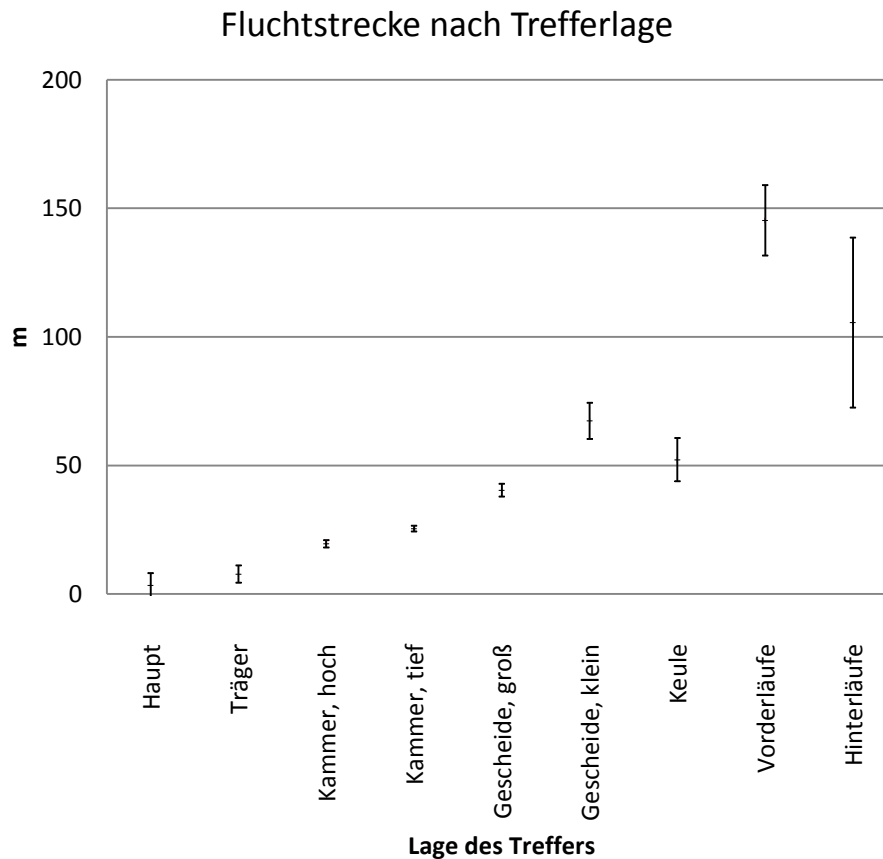
### Tests

<b>N</b>	<b>Freiheitsgrade</b>	<b>-LogLike</b>	<b>r<sup>2</sup> (U)</b>
10999	40	748,19866	0,0470

<b>Test</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Wahrsch.&gt;Chi<sup>2</sup></b>
Likelihood-Verhältnis	1496,397	<,0001*
Pearson	1757,080	0,0000*

Warnung: 20% der Zellen haben eine erwartete Häufigkeit kleiner als 5, Chi<sup>2</sup> problematisch.  
 Warnung mit Bezug auf fehlende Daten zu 1/2, 1/4, 1/5, 1/6; 2/5; 8/2, 8/3, 8/4; 9/1 bis 6. \* in Diagramm Seite 75.

## Einfaktorielle Analyse von Fluchtstrecke (Mittelwert Klassenmitte) nach Trefferlage



### Einfaktorielle ANOVA - Übersicht der Anpassung

Fehlende Zeilen	3238
r <sup>2</sup>	0,073881
r <sup>2</sup> korrigiert	0,073207
Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung	41,32416
Mittelwert der Zielgröße	24,78098
Beobachtungen (oder Summe Gewichte)	10999

### Varianzanalyse

Quelle	Freiheitsgrade	Summe Quadrate	Mittlere Quadrate	F-Wert	Wahrsch. > F
Impact_Region	8	1497172	187147	109,5907	<,0001*
Fehler	10990	18767471	1708		
K. Summe	10998	20264643			

### Mittelwerte der einfaktoriellen ANOVA

Stufe	Anzahl	Mittelwert	Std.-Fehler	95% KI unten	95% KI oben
1	294	3,395	2,410	-1,3	8,12
2	570	7,696	1,731	4,3	11,09
3	3103	19,499	0,742	18,0	20,95
4	5739	25,395	0,545	24,3	26,46
5	1025	40,336	1,291	37,8	42,87
6	134	67,321	3,570	60,3	74,32
7	93	52,172	4,285	43,8	60,57
8	35	145,286	6,985	131,6	158,98
9	6	105,500	16,871	72,4	138,57

Std.-Fehler verwendet gepoolten Schätzer der Fehlervarianz

## Mittelwertvergleiche

### Vergleiche für alle Paare mittels Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha								
	3,10237	0,05								
Abs.(Diff.)-LSD	8	9	6	7	5	4	3	2	1	
8	-30,6464	-16,8617	53,62851	67,69064	82,91299	98,15482	103,9944	115,2636	118,9673	
9	-16,8617	-74,018	-15,3184	-0,67261	12,67282	27,73937	33,61162	45,19016	49,23546	
6	53,62851	-15,3184	-15,6625	-2,15397	15,20854	30,72264	36,51005	47,31621	50,56366	
7	67,69064	-0,67261	-2,15397	-18,8006	-2,04759	13,37607	19,18108	30,13798	33,52509	
5	82,91299	12,67282	15,20854	-2,04759	-5,66306	10,59364	16,21777	25,9406	28,45932	
4	98,15482	27,73937	30,72264	13,37607	10,59364	-2,39329	3,038778	12,06799	14,33404	
3	103,9944	33,61162	36,51005	19,18108	16,21777	3,038778	-3,25478	5,960456	8,281498	
2	115,2636	45,19016	47,31621	30,13798	25,9406	12,06799	5,960456	-7,59408	-4,90349	
1	118,9673	49,23546	50,56366	33,52509	28,45932	14,33404	8,281498	-4,90349	-10,574	

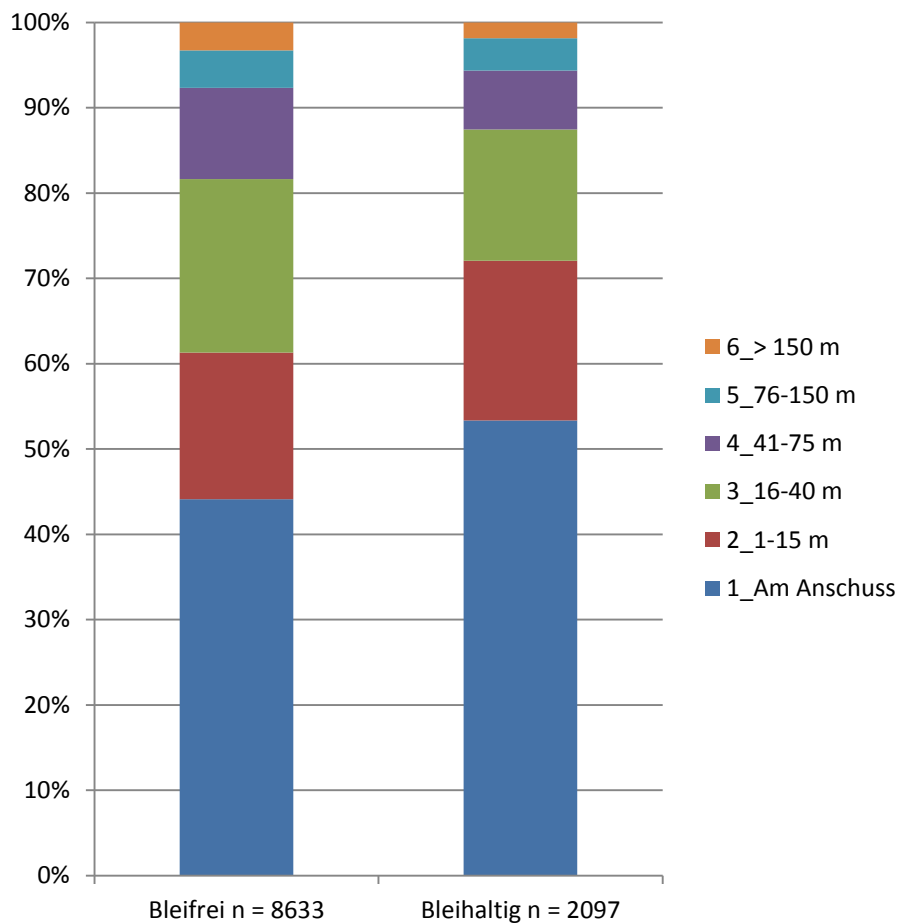
Positive Werte zeigen signifikante Unterschiede der zugehörigen Differenz der Mittelwerte.

Stufe		Mittelwert
8	A	145,28571
9	A B	105,50000
6	B	67,32090
7	B C	52,17204
5	C	40,33561
4	D	25,39467
3	E	19,49919
2	F	7,69649
1	F	3,39456

Stufen, die nicht durch denselben Buchstaben verbunden sind, unterscheiden sich signifikant.

## Materialgruppe Geschosse

### Kontingenzanalyse von Fluchtstrecke nach Materialgruppe



### Kontingenztafel Fluchtstrecke nach Materialgruppe

Häufigkeiten	1_Am Anschluss	2_1-15 m	3_16-40 m	4_41-75 m	5_76-150 m	6_> 150 m	
Gesamt %							
Spalte %							
Zeile %							
Bleifrei	3808 35,49 77,29 44,11	1485 13,84 79,12 17,20	1754 16,35 84,45 20,32	924 8,61 86,44 10,70	379 3,53 82,75 4,39	283 2,64 87,89 3,28	8633 80,46
Bleihaltig	1119 10,43 22,71 53,36	392 3,65 20,88 18,69	323 3,01 15,55 15,40	145 1,35 13,56 6,91	79 0,74 17,25 3,77	39 0,36 12,11 1,86	2097 19,54
Summe	4927 45,92	1877 17,49	2077 19,36	1069 9,96	458 4,27	322 3,00	10730

#### Tests

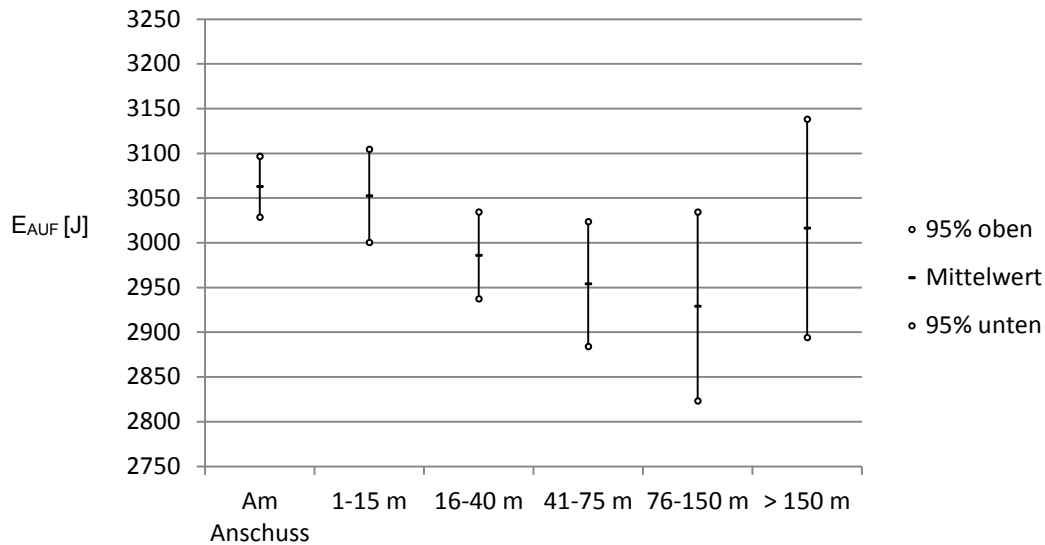
N	Freiheitsgrade	-LogLike	r <sup>2</sup> (U)
10730	5	47,740688	0,0031

#### Test

Test	Chi <sup>2</sup>	Wahrsch.>Chi <sup>2</sup>
Likelihood-Verhältnis	95,481	<,0001*
Pearson	91,800	<,0001*

## Auftreffenergie

### Einfaktorielle Analyse von Fluchtstrecke nach Auftreffenergie



### Einfaktorielle ANOVA Übersicht der Anpassung

r <sup>2</sup>	0,005426
r <sup>2</sup> korrigiert	0,003671
Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung	603,847
Mittelwert der Zielgröße	3025,868
Beobachtungen (oder Summe Gewichte)	2839

### Varianzanalyse

Quelle	Freiheitsgrade	Summe Quadrate	Mittlere Quadrate	F-Wert	Wahrsch. > F
Distance_Run	5	5635940,93	1127188	3,0913	0,0087*
Fehler	2833	1033000186	364631		
K. Summe	2838	1038636127			

### Mittelwerte der einfaktoriellen ANOVA

Stufe	Anzahl	Mittelwert	Std.-Fehler	95% KI unten	95% KI oben
Am Anschuss	1214	3062,31	17,331	3028,3	3096,3
1-15 m	520	3052,23	26,480	3000,3	3104,2
16-40 m	597	2985,69	24,714	2937,2	3034,1
41-75 m	288	2953,76	35,582	2884,0	3023,5
76-150 m	126	2928,61	53,795	2823,1	3034,1
> 150 m	94	3015,88	62,282	2893,8	3138,0

Std.-Fehler verwendet gepoolten Schätzer der Fehlervarianz



### Mittelwertvergleiche für alle Paare mittels Tukey-Kramer HSD

	<b>q*</b>	<b>Alpha</b>					
	2,85169	0,05					
Abs.(Diff.)-LSD	<b>DRT</b>	<b>1-15 m</b>	<b>&gt; 150 m</b>	<b>16-40 m</b>	<b>41-75 m</b>	<b>76-150 m</b>	
Am Anschuss	-69,8933	-80,1738	-137,932	-9,4584	-4,31727	-27,4742	
1-15 m	-80,1738	-106,793	-156,646	-36,7479	-28,0122	-47,3638	
16-40 m	-9,4584	-36,7479	-160,886	-99,6684	-91,6149	-111,744	
41-75 m	-4,31727	-28,0122	-142,428	-91,6149	-143,499	-158,779	
76-150 m	-27,4742	-47,3638	-147,417	-111,744	-158,779	-216,95	
> 150 m	-137,932	-156,646	-251,177	-160,886	-142,428	-147,417	

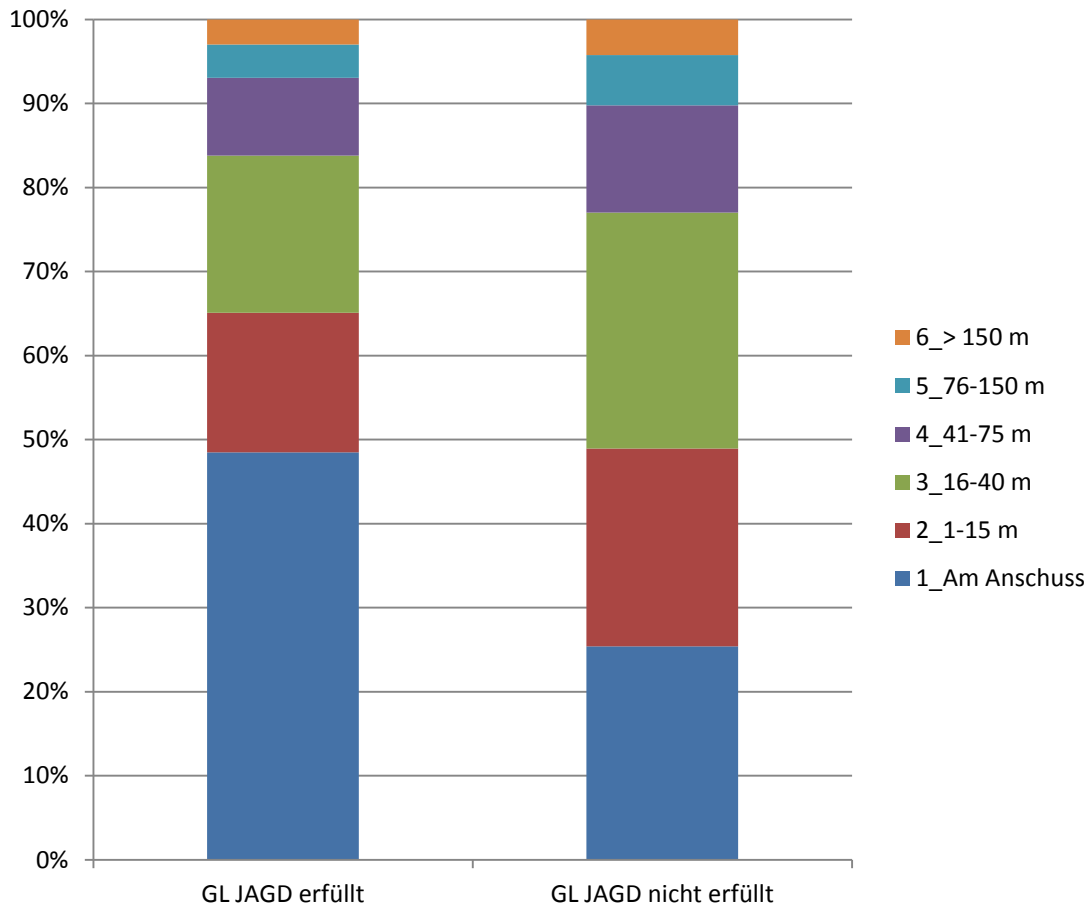
Positive Werte zeigen signifikante Unterschiede der zugehörigen Differenz der Mittelwerte.

<b>Stufe</b>		<b>Mittelwert</b>
Am Anschuss	A	3062,3081
1-15 m	A	3052,2327
16-40 m	A	2985,6884
41-75 m	A	2953,7604
76-150 m	A	2928,6111
> 150 m	A	3015,8830

Stufen, die nicht durch denselben Buchstaben verbunden sind, unterscheiden sich signifikant.

## Grenzleistung Wirksamkeit Jagd

Kontingenzanalyse von Fluchtstrecke nach GL<sub>JAGD</sub> erfüllt (JA/NEIN)



Kontingenztafel Fluchtstrecke nach GL<sub>JAGD</sub> erfüllt (JA/NEIN)

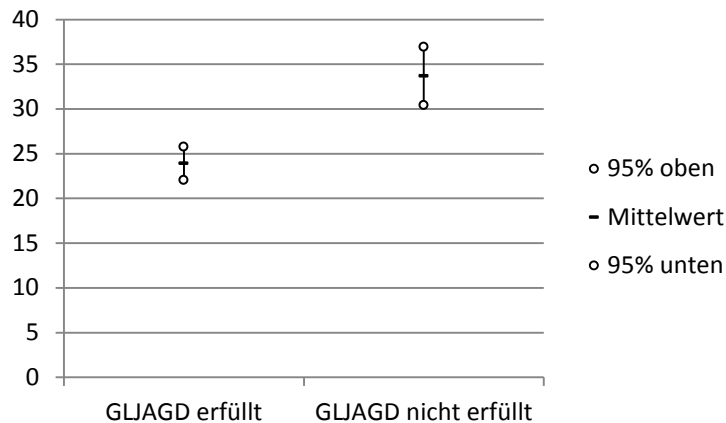
Häufigkeiten	1_Am	2_1-15 m	3_16-40 m	4_41-75 m	5_76-150 m	6_> 150 m	Summe
Grenzleistung	1035	354	399	198	84	64	2134
GL <sub>JAGD</sub> erfüllt	36,46	12,47	14,05	6,97	2,96	2,25	75,17
Zeile %	85,26	68,08	66,83	68,75	66,67	68,09	
Spalte %	48,50	16,59	18,70	9,28	3,94	3,00	
Grenzleistung	179	166	198	90	42	30	705
GL <sub>JAGD</sub> nicht erfüllt	6,31	5,85	6,97	3,17	1,48	1,06	24,83
Zeile %	14,74	31,92	33,17	31,25	33,33	31,91	
Spalte %	25,39	23,55	28,09	12,77	5,96	4,26	
Summe	1214	520	597	288	126	94	2839
Spalte %	42,76	18,32	21,03	10,14	4,44	3,31	

### Tests

N	Freiheitsgrade	-LogLike	r <sup>2</sup> (U)
2839	5	60,558590	0,0144

Test	Chi <sup>2</sup>	Wahrsch.>Chi <sup>2</sup>
Likelihood-Verhältnis	121,117	<,0001*
Pearson	116,160	<,0001*

## Einfaktorielle Analyse von Fluchtstrecke nach GL<sub>JAGD</sub> erfüllt (JA/NEIN)



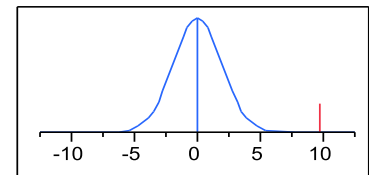
## Einfaktorielle ANOVA - Übersicht der Anpassung

Fehlende Zeilen	11398
r <sup>2</sup>	0,009056
r <sup>2</sup> korrigiert	0,008707
Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung	44,16254
Mittelwert der Zielgröße	26,32547
Beobachtungen (oder Summe Gewichte)	2839

### t-Test 2-1

Annahme: gleiche Varianzen

Differenz	9,7684	t-Wert	5,091866
Std.-Fehlerdiff.	1,9184	Freiheitsgrade	2837
Diff. KI oben	13,5300	Wahrsch. >  t	<,0001*
Diff. KI unten	6,0067	Wahrsch. > t	<,0001*
Konfidenz	0,95	Wahrsch. < t	1,0000



### Varianzanalyse

Quelle	Freiheitsgrade	Summe Quadrate	Mittlere Quadrate	F-Wert	Wahrsch. > F
E_SEG1_3	1	50566,4	50566,4	25,9271	<,0001*
Fehler	2837	5533086,9	1950,3		
K. Summe	2838	5583653,3			

### Mittelwerte der einfaktoriellen ANOVA

Stufe	Anzahl	Mittelwert	Std.-Fehler	95% KI unten	95% KI oben
GL <sub>JAGD</sub> erfüllt	2134	23,8997	0,9560	22,025	25,774
GL <sub>JAGD</sub> nicht erfüllt	705	33,6681	1,6633	30,407	36,929

Std.-Fehler verwendet gepoolten Schätzer der Fehlervarianz

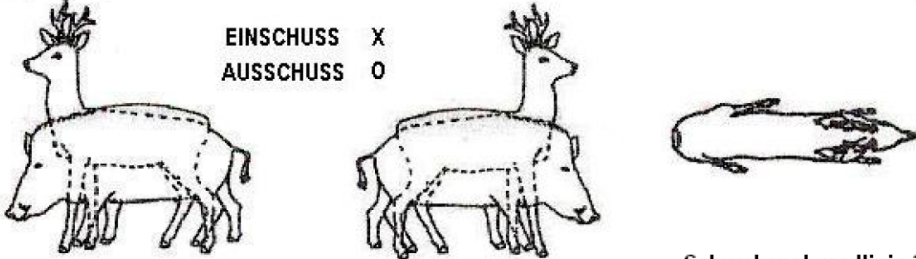
### Mittelwertvergleiche

#### Vergleiche für alle Paare mittels Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha
	1,96080	0,05
Abs.(Diff.)-LSD		
GL <sub>JAGD</sub> nicht erfüllt		GL <sub>JAGD</sub> erfüllt
GL <sub>JAGD</sub> nicht erfüllt	-4,6122	6,006713
GL <sub>JAGD</sub> erfüllt	6,006713	-2,65097

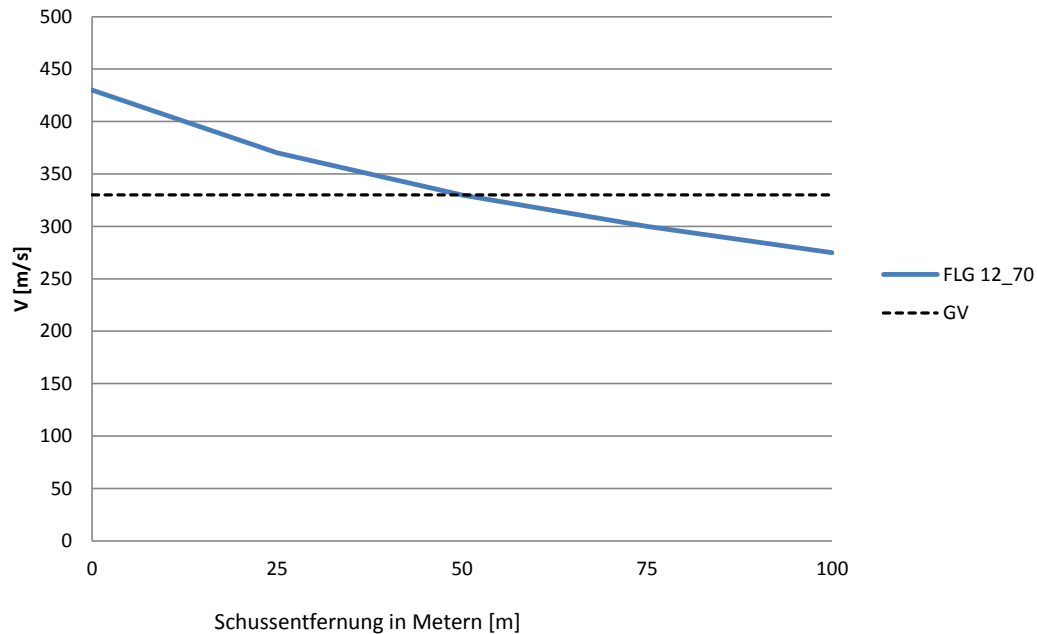
Positive Werte zeigen signifikante Unterschiede der zugehörigen Differenz der Mittelwerte.

## 12 Formular Abschussbericht

<b>Ballistische Daten:</b> Patrone/Kal. : _____ Geschossart : _____ Gewicht (g) : _____ Lauflänge (mm) : _____ Industriell geladen : <input checked="" type="checkbox"/> X Fert. Zeich. : _____ Gewerbl. wiedergeladen: <input type="checkbox"/> Selbst wiedergeladen: <input type="checkbox"/> V <sub>0</sub> : _____ m/s	<b>FWWJ</b>	<h1>Abschussbericht</h1>	Posteingang (nicht ausfüllen)  Fachgebiet Wildbiologie, Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde (FWWJ) Prof. Dr. Siegfried Rieger Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) Bearbeiter: <b>Carl Gremse</b> , Dipl. Forstwirt				
Reg. Nr.: _____  Jagdbezirk / BFB : _____		Name des Erlegers : _____					
 <p style="text-align: center;"><b>EINSCHUSS X</b> <b>AUSSCHUSS O</b></p>							
Lage/Richtung des Schusskanals bitte mit Pfeil kennzeichnen. Ja <input type="checkbox"/> 0    Nein <input type="checkbox"/> 0							
Datum: ____ . ____ . 20 ____ Uhrzeit: ____ : ____		Jagdart:    Ansitz : <input type="checkbox"/> Pirsch: <input type="checkbox"/> Bewegungsjagd: <input type="checkbox"/> Nachsuche: <input type="checkbox"/>					
<b>beschossenes Wild</b>		<b>Aufbrechgewicht</b>		<b>Schussentfernung</b>		<b>Fluchtstrecke</b>	
Rehwild	001	bis 10kg	007	unter 50m	013	am Anschuss	019
Rotwild	002	11-20kg	008	51-100m	014	bis 15m	020
Schwarzwild	003	21-45kg	009	101-150m	015	16-40m	021
Damwild	004	46-75kg	010	151-200m	016	41-75m	022
Sikawild	005	76-120kg	011	201-250m	017	76-150m	023
Muffelwild	006	>120 kg _____ kg	012	> 250 m _____ m	018	> 150m _____ m	024
<b>Ausschussgröße (s. u.)</b>		<b>Schusszeichen (Anschuss)</b>		<b>Verletzte Organe</b>		<b>Organverletzungen</b>	
ohne	025	Herzschweiß	031	Herz	038	normal	044
bis 20mm	026	Lungenschweiß	032	Lunge	039	stark beschädigt	045
21-35mm	027	Leberschweiß	033	Leber	040	nicht verwendbar	046
36-60mm	028	Pansen/Gescheide	034	Niere	041	<b>Wildbretzustand</b>	
61-100mm	029	Schnitthaare	035	Gr. Gescheide	042		
> 100mm _____ mm	030	Knochensplitter	036	Kl. Gescheide	043	befriedigend	048
Bitte Maßband mitführen!		Wildbret	037			mangelhaft	049
<b>Verhalten des Wildes vor dem Schuss</b>		<b>Verhalten des Wildes nach dem Schuss</b>		<b>Angaben zur Flucht- u. Schweißfährte</b>		<b>Sonstige Angaben 1</b>	
ziehend	050	nicht gezeichnet	055	kein Schweiß	061	Hämatome /Blutergüsse	067
flüchtig	051	gezeichnet	056	wenig Schweiß	062	Rückgrattreffer	068
äsend / vertraut	052	nicht beobachtet	057	reichlich Schweiß	063	Rippentreffer	069
alarmiert / gestreßt	053	bleibt stehen	058	regelmäßig Schweiß	064	sonst. Knochentreffer	070
Vor dem Hund	054	taumelt / bricht zusammen	059	Nachsuche erfolgreich	065	Schuss d. Hindernis	071
		Flucht	060	Nachsuche ohne Erfolg	066	Entfern. Hind. zum Ziel: (Art d. Hind. unten angegeb.)	m
<b>Sonstige Angaben 2:</b>							
<b>Gesamtbeurteilung</b> (abschließend bitte unbedingt ausfüllen!)						Berichtersteller hat das Wild aus der Decke geschlagen beurteilt	
<input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> befriedigend	<input type="checkbox"/> schlecht	<input type="checkbox"/> sehr schlecht	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		

## **13 Ableitung Einsatzentfernungen**

### Ableitung Einsatzentfernung Flintenlaufgeschoss (FLG) 12/70

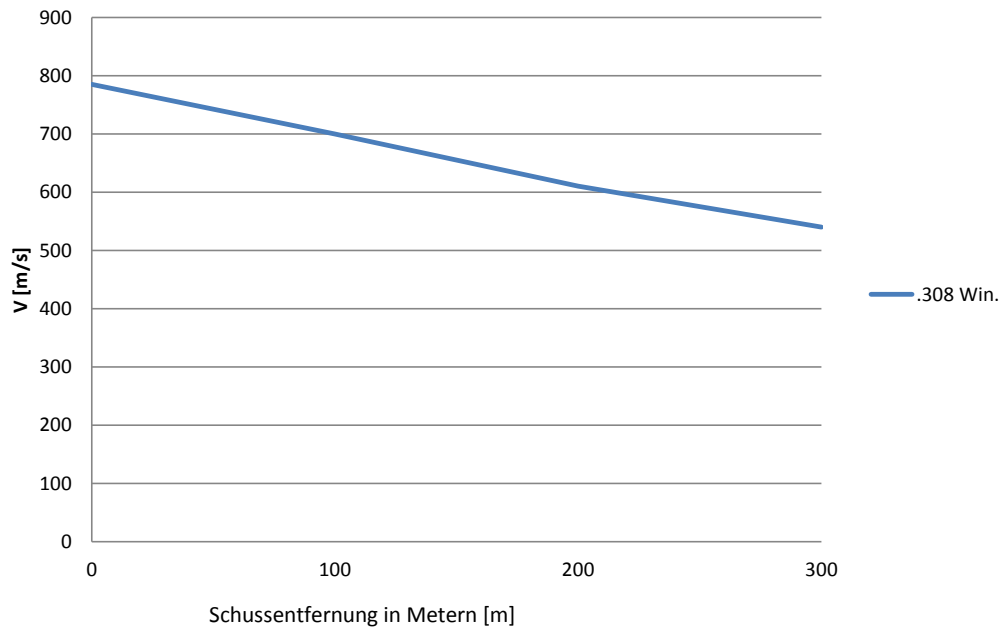


Schussentf. [m]	FLG 12_70 [m/s]	GV [m/s]
0	430	330
25	370	
50	330	
75	300	
100	275	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{Jagd}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.12/70	50

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Vollmantel (FMJ) 9,5 g

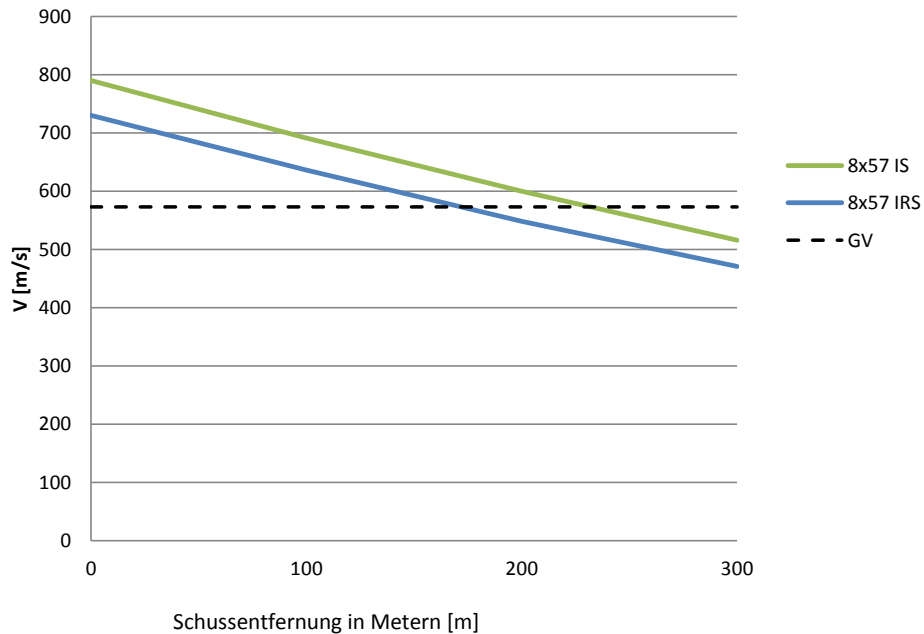


Schussentf.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]
0	785	n. e.
100	700	
200	610	
300	540	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.308 Win	nicht erreicht

### Ableitung Einsatzentfernung 8 mm 12,7 g Teilmantelrundkopf



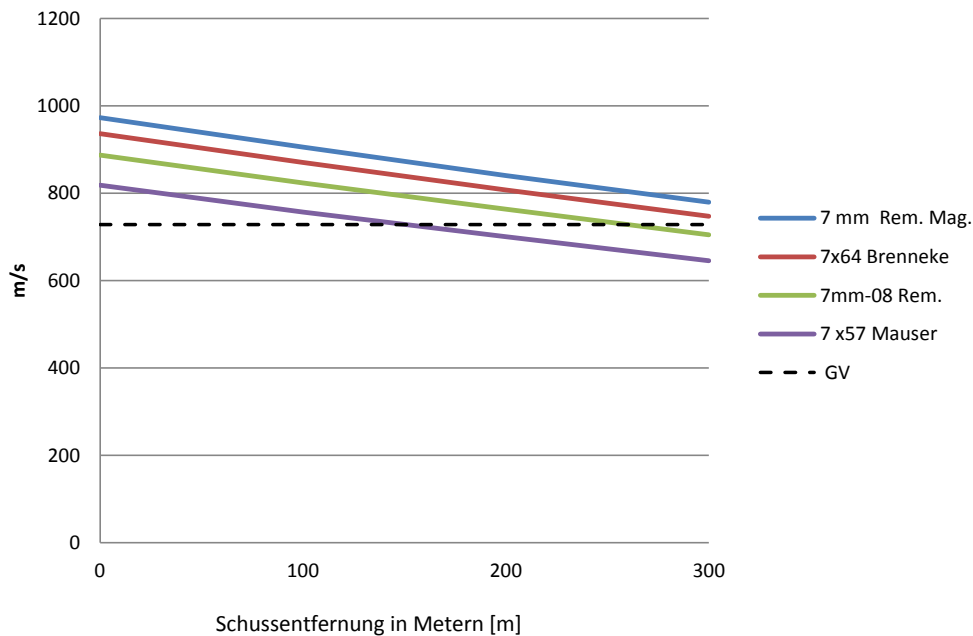
Schussentf.	8x57 IS	8x57 IRS	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	790	730	573
100	691	636	
200	600	548	
300	516	471	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
8x57 IS	230
8x57 IRS	175



### Ableitung Einsatzentfernung 7 mm 9,0 g Hornady GMX

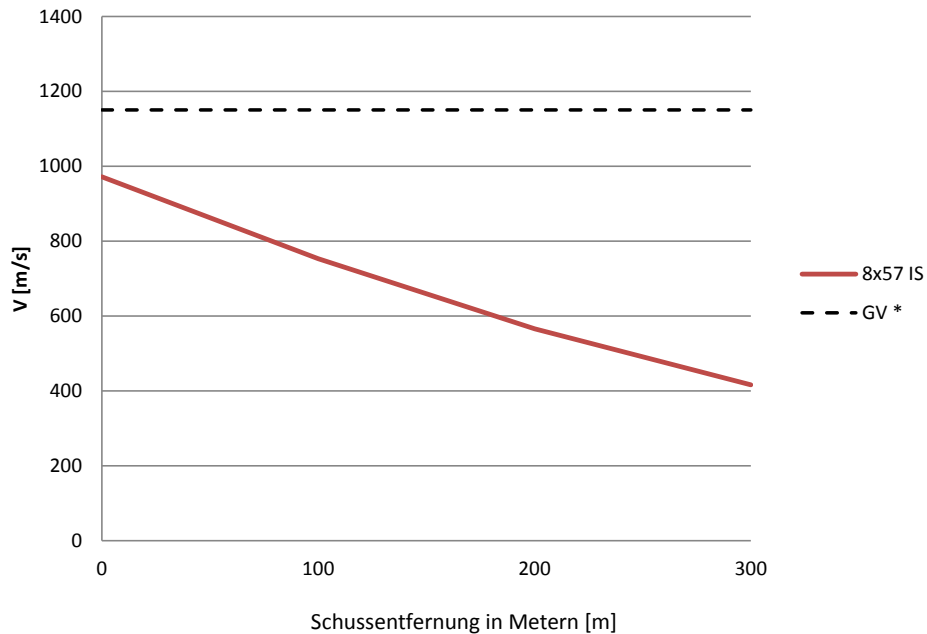


Schussentf.	7 mm Rem. Mag.	7x64 Brenneke	7mm-08 Rem.	7 x57 Mauser	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	973	936	887	818	728
100	905	870	823	757	
200	840	807	763	700	
300	779	747	705	645	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
7 mm Rem. Mag.	> 300
7x64 Brenneke	> 300
7mm-08 Rem.	265
7 x57 Mauser	155

### Ableitung Einsatzentfernung 8 mm 6,5 g Impala KS



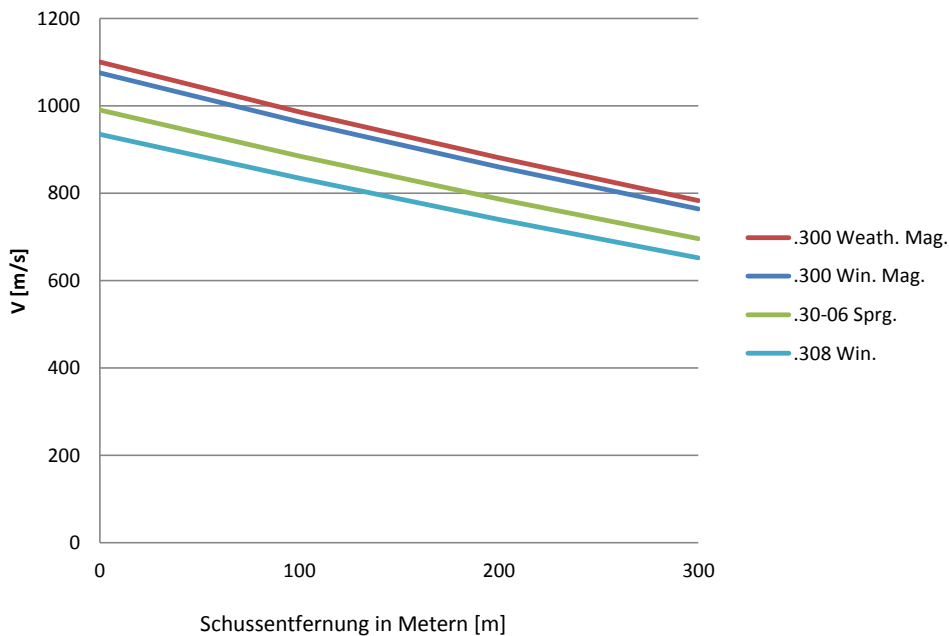
Schussentf.	8x57 IS	GV *
[m]	[m/s]	[m/s]
0	972	1150
100	753	
200	566	
300	416	

\* abgeleitet

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{Jagd}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
8x57 IS	nicht erreicht

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Impala LS 8,4 g

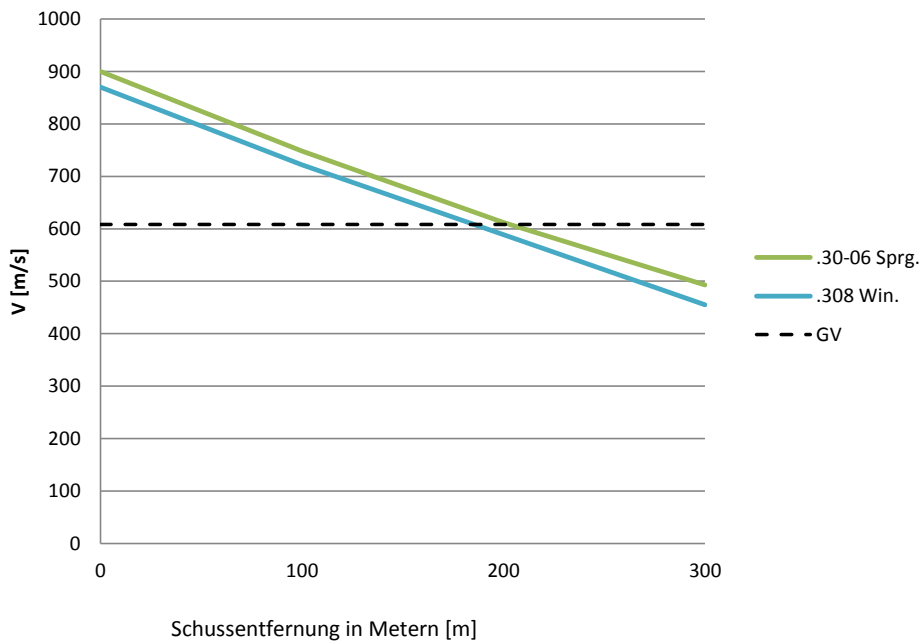


Schussentf.	.300 Weath. Mag.	.300 Win. Mag.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV ILS
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	1100	1075	990	935	n.e.
100	986	963	885	834	
200	881	860	787	740	
300	783	764	696	652	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{Jagd}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
unabhängig	nicht erreicht

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Brenneke TAG 10,0 g

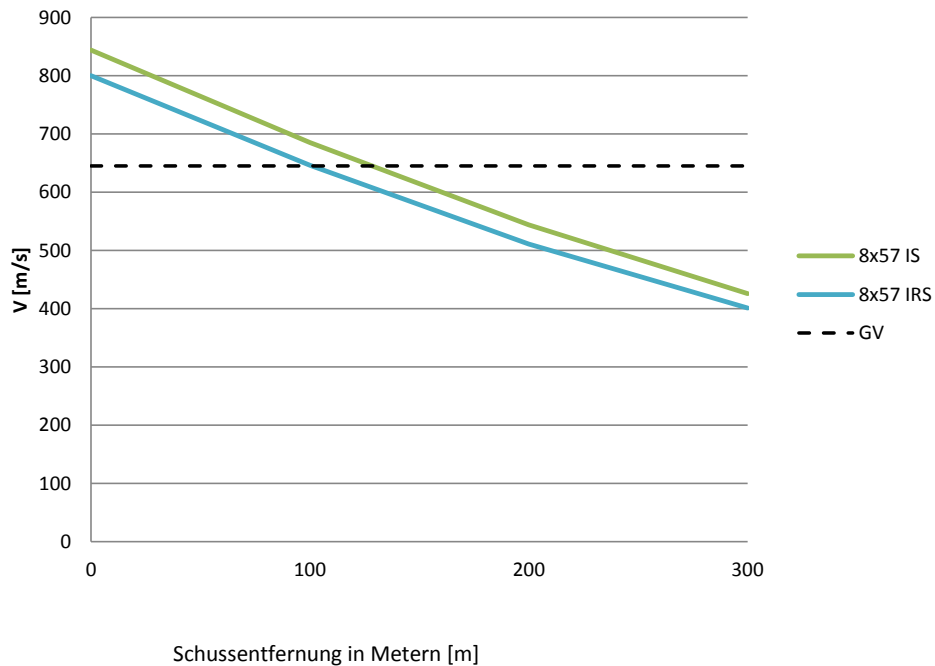


Schussentf.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	900	870	608
100	748	722	
200	612	589	
300	493	455	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.308 Win.	190
.30-06 Sprg.	210

### Ableitung Einsatzentfernung 8 mm Brenneke TAG 11,3 g

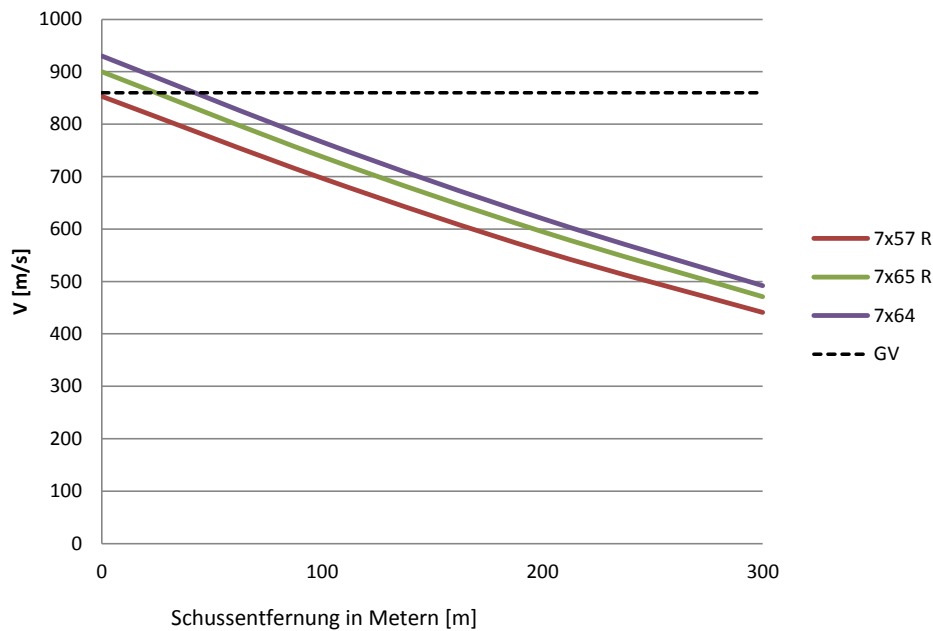


Schussentf.	8x57 IS	8x57 IRS	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	844	800	645
100	685	646	
200	544	511	
300	426	401	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{Jagd}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
8x57 IS	140
8x57 IRS	100

### Ableitung Einsatzentfernung 7 mm Brenneke TIG nature 8,3 g

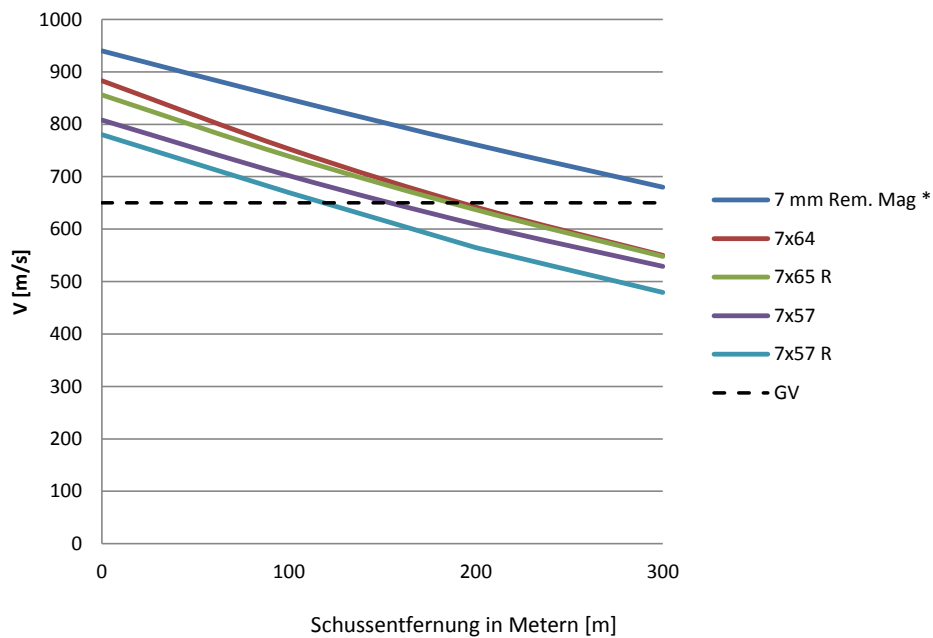


Schussentf.	7x57 R	7x65 R	7x64	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	853	900	930	860
100	697	738	766	
200	558	595	620	
300	441	471	492	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
7x64	50
7x65 R	30
7x57 R	nicht erreicht

### Ableitung Einsatzentfernung 7 mm 9,0 g Teilmantel

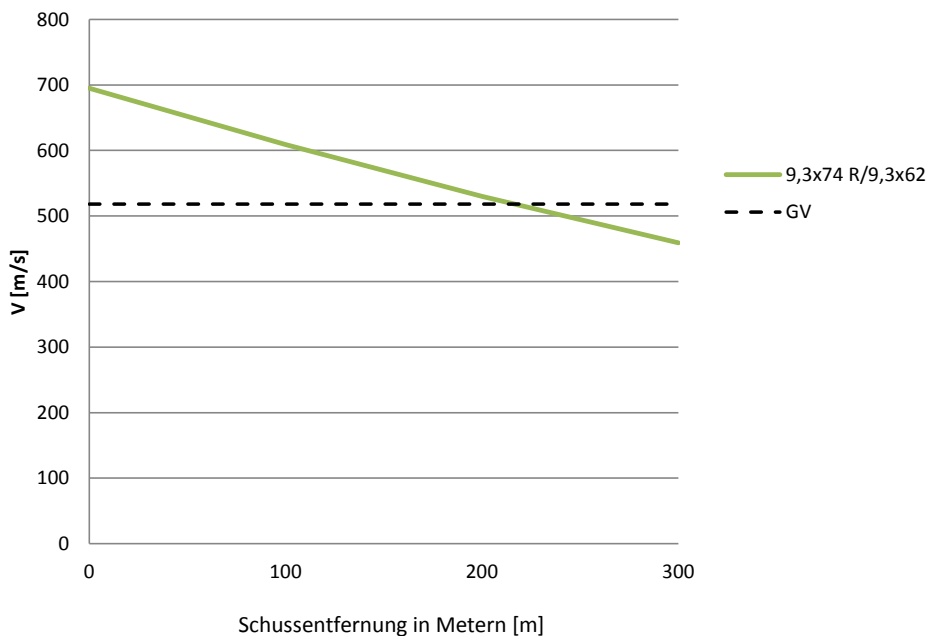


Schussentf.	7 mm Rem. Mag *	7x64	7x65 R	7x57	7x57 R	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	940	883	856	808	780	650
100	848	753	739	702	670	
200	761	642	637	609	565	
300	680	550	548	529	479	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{Jagd}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
7mm Rem. Mag.	> 300 m
7x64	190 m
7x65 R	180 m
7x57 R	115 m

### Ableitung Einsatzentfernung 9,3 mm 18,5 g Teilmantel Rundkopf



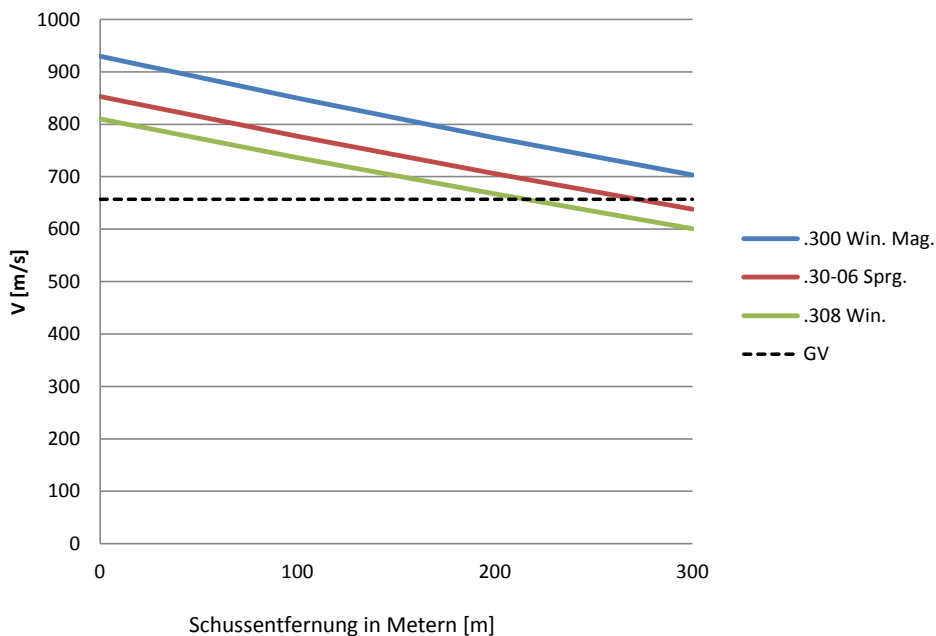
Schussentf.	9,3x74 R/9,3x62	GV
[m]	[m/s]	[m/s]
0	695	518
100	609	
200	530	
300	459	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
9,3x74 R/9,3x62	210



### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Barnes TSX 10,7 g

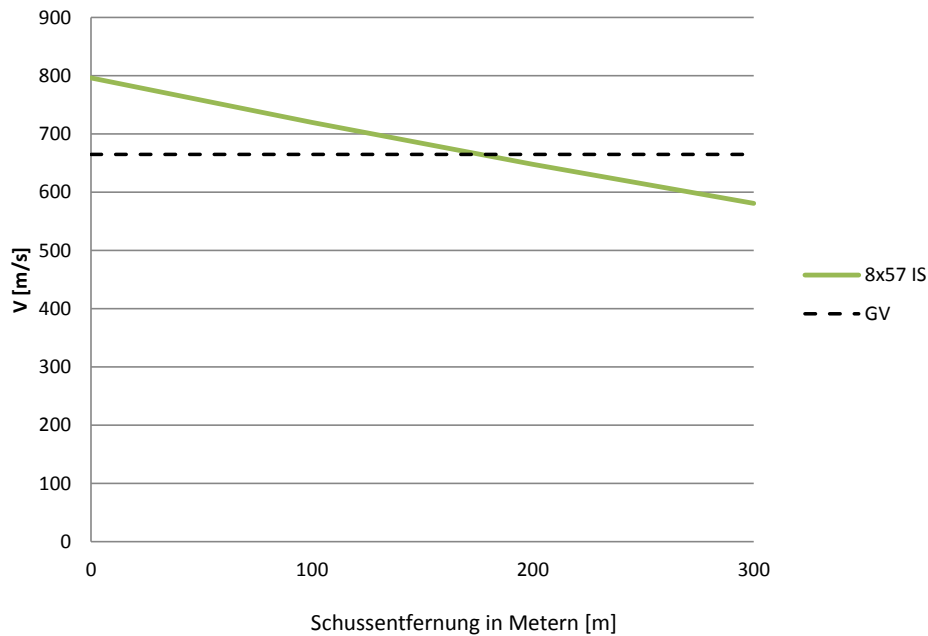


Schussentf.	.300 Win. Mag.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	930	853	810	657
100	850	777	736	
200	774	706	667	
300	703	638	601	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.300 Win. Mag.	> 300
.30-06 Sprg.	270
.308 Win.	210

### Ableitung Einsatzentfernung 8 mm Barnes TSX 11,7 g

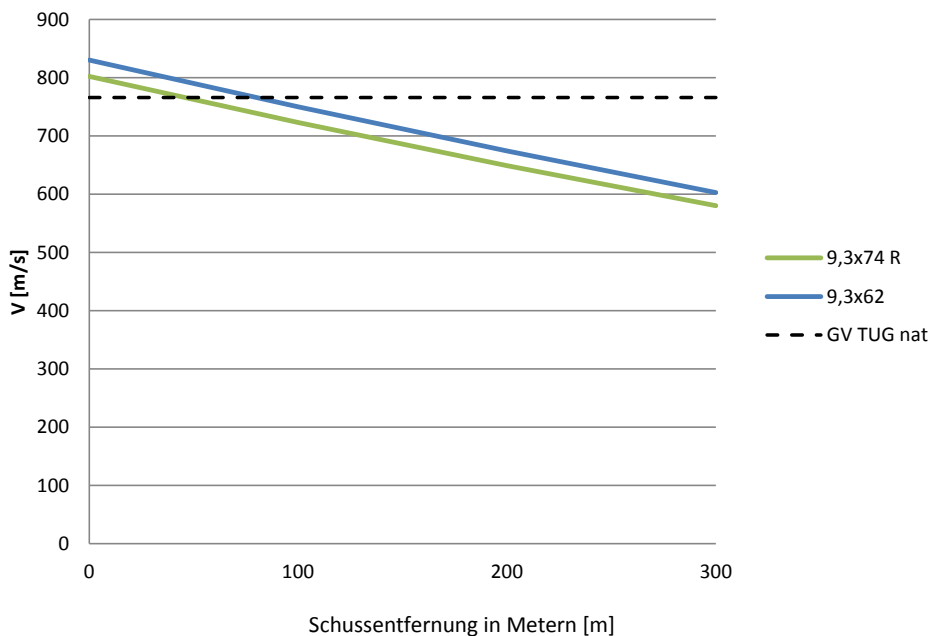


Schussentf.	8x57 IS	GV
[m]	[m/s]	[m/s]
0	796	665
100	720	
200	648	
300	581	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
8x57 IS	180

### Ableitung Einsatzentfernung 9,3 mm Brenneke TUG nature 14,2 g

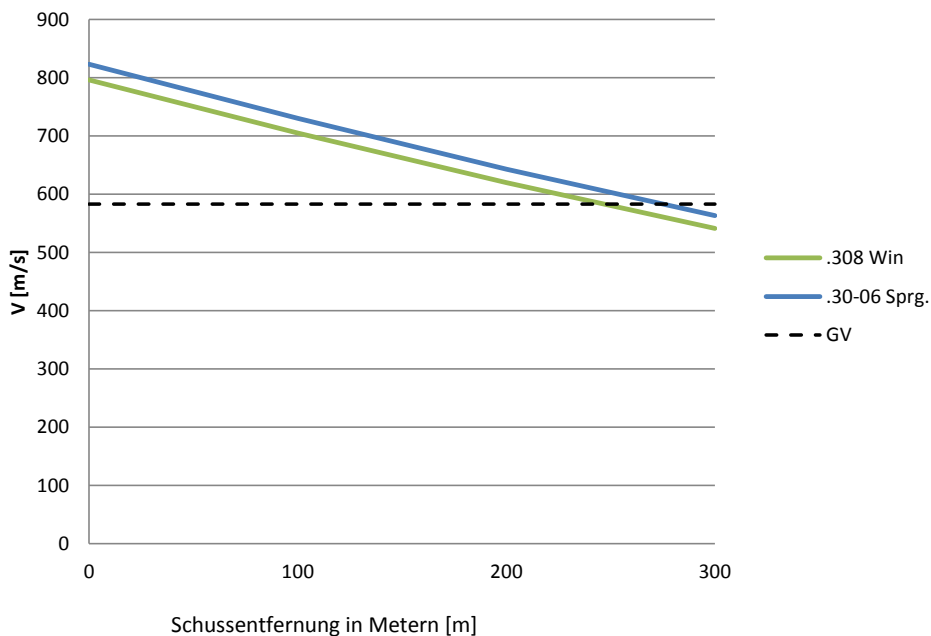


Schussentf. [m]	9,3x74 R [m/s]	9,3x62 [m/s]	GV TUG nat [m/s]
0	802	830	766
100	723	750	
200	649	674	
300	580	603	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
9,3x74 R	50
9,3x62	85

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Norma Vulkan 11,7 g



Schussentf.	.308 Win	.30-06 Sprg.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	796	823	583
100	705	730	
200	620	643	
300	541	563	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

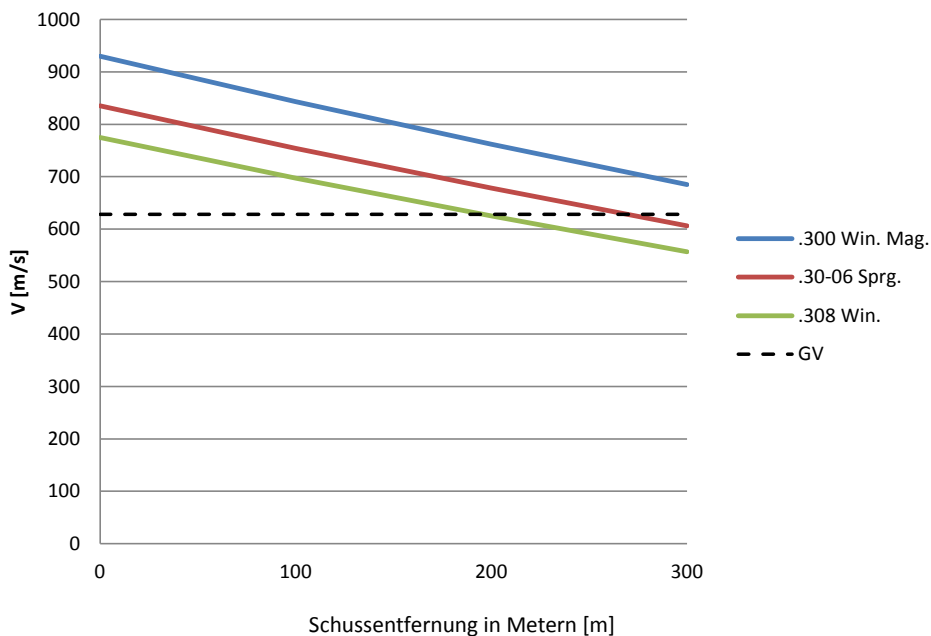
Patrone	Meter
.30-06	280
.308	240

Nr. 16

\* Ableitung aus IZW. 2008 (Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit nach Verfahren FWWJ (siehe Punkt 2.4.5) wird empfohlen)

**Pb-frei**

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm 11,9 g RWS Evolution



Schussentf.	.300 Win. Mag.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	930	835	775	628 *
100	843	754	697	
200	762	678	625	
300	685	606	557	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.300 Win. Mag.	> 300
.30-06 Sprg.	280
.308 Win.	200

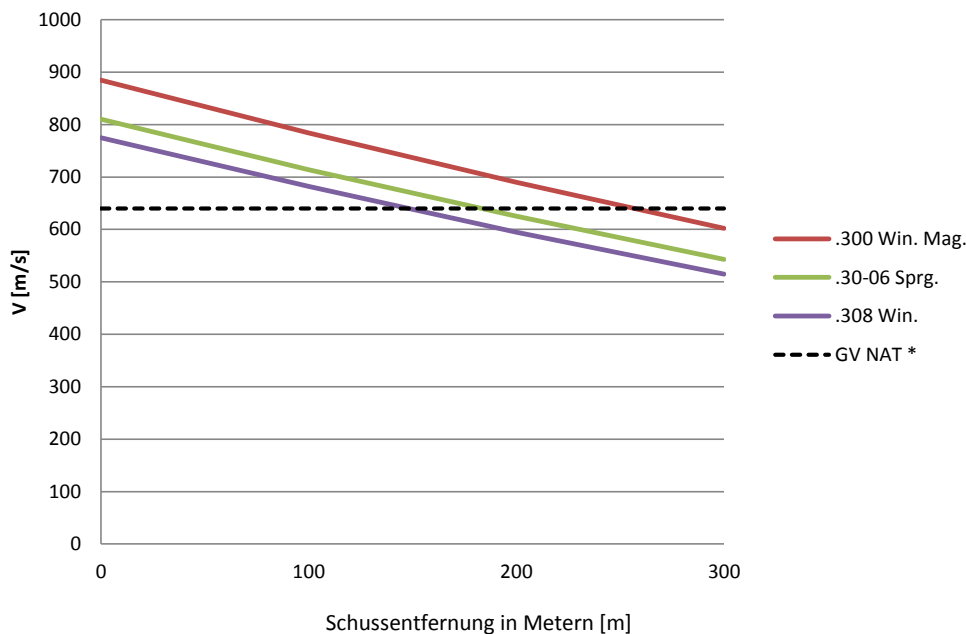
Nr. 17

\* Ableitung aus IZW. 2008 (Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit nach Verfahren FWWJ (siehe Punkt 2.4.5) wird empfohlen)

\*\* Ballistische Daten nach Herstellerangaben gegenüber Bericht vom 30.11.2012 korrigiert

Pb-frei

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm 11,7g Lapua Naturalis



Schussentf.	.300 Win. Mag.**	30-06 Sprg.**	.308 Win. **	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	910	810	775	640 *
100	806	714	682	
200	709	625	595	
300	619	543	515	

\* abgeleitet

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

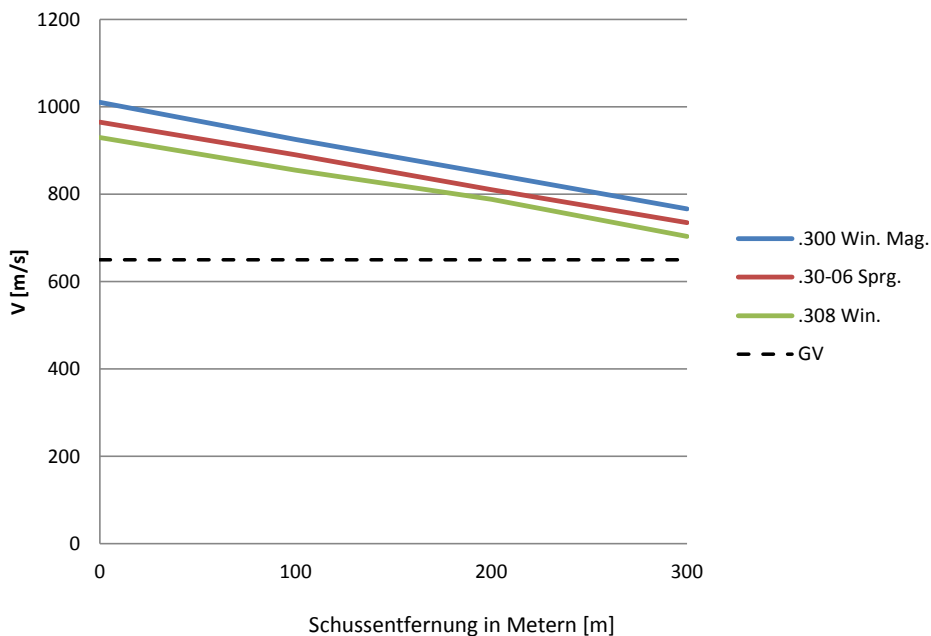
Patrone	Meter
.300 Win. Mag.	280
.30-06 Sprg.	185
.308 Win.	150

Nr. 18

\* Ableitung aus IZW. 2008 (Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit nach Verfahren FWWJ (siehe Punkt 2.4.5) wird empfohlen)

**Pb-frei**

### Ableitung Einsatzentfernung Möller KJG 7,62 mm 8,0 g



Schussentf.	.300 Win. Mag.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	1010	965	930	650 *
100	925	890	855	
200	846	810	788	
300	766	735	703	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

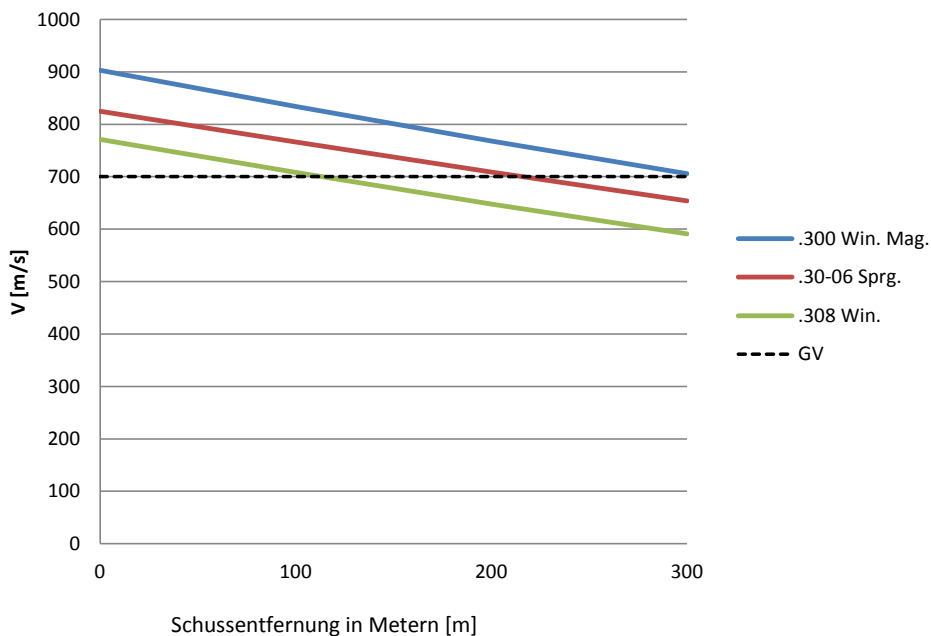
Patrone	Meter
.300 Win. Mag.	> 300
.30-06 Sprg.	> 300
.308 Win.	> 300

Nr. 19

\* Ableitung aus IZW. 2008 (Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit nach Verfahren FWWJ (siehe Punkt 2.4.5) wird empfohlen)

**Pb-frei**

### Ableitung Einsatzentfernung 7,62 mm Barnes TSX 11,7 g



Schussentf.	.300 Win. Mag.	.30-06 Sprg.	.308 Win.	GV
[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
0	903	825	771	700 *
100	834	766	708	
200	768	709	648	
300	706	654	591	

Die Grenzleistung Zielballistik ( $GL_{\text{Jagd}}$ ) für den Einsatz zur Bejagung von Schalenwild wird mit dieser Geschosskonstruktion im Spektrum der Auftreffgeschwindigkeit nach Kaliber/Laborierung erreicht bis:

Patrone	Meter
.300 Win. Mag.	300
.30-06 Sprg.	210
.308 Win.	125