

## **Bericht**

**5. April 2011**

Medizinische Fakultät  
**Institut für Rechtsmedizin**

Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“  
der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
(Förderkennzeichen 2809HS001)

# Vergleich der Gefährdung durch abgeprallte bleihaltige und bleifreie Jagdgeschosse

Dr. sc. forens., Dr. med. h. c.

**Beat P. Kneubuehl**

Diplom-Mathematiker

## Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Definitionen und Bezeichnungen .....</b>	<b>VI</b>
1.1	Bezeichnungen beim Abpraller .....	VI
1.2	Bezeichnungen bei Geschossen .....	VII
1.3	Verwendete Abkürzungen, Formelzeichen und Maßeinheiten .....	VIII
1.4	Bedeutung der Farben in den Grafiken.....	VIII
<b>II</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Veranlassung .....	1
1.2	Auftrag .....	1
1.3	Schnittstelle zum Projektnehmer .....	1
1.4	Bereits erbrachte Leistungen .....	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1	Zur Beurteilung der Gefährlichkeit von Projektilen.....	3
2.2	Bereitzustellende ballistische Daten .....	4
<b>3</b>	<b>Durchgeführte Versuche .....</b>	<b>5</b>
3.1	Allgemeines .....	5
3.2	Versuchsergebnisse .....	5
3.3	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.....	5
<b>4</b>	<b>Auswertungen .....</b>	<b>6</b>
4.1	Beurteilungskonzept .....	6
4.2	Ausgewertete Versuchsergebnisse .....	7
4.3	Datenauswahl für die Bestimmung der Gefährdung .....	7
4.3.1	Allgemeines .....	7
4.3.2	Auftreffwinkel .....	8
4.3.3	Schussdistanz.....	8
<b>5</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>9</b>
5.1	Vorbemerkung .....	9
5.2	Abgangs- und Seitenwinkel .....	9
5.2.1	Abgangswinkel.....	9
5.2.2	Seitenwinkel.....	10
5.3	Restmasse und Energie des Abprallers.....	10

5.3.1	Prozentuale Restmasse.....	10
5.3.2	Prozentualer Energieerhalt .....	10
5.4	Reichweitenbestimmung des Abprallers.....	11
5.4.1	Anfangsgeschwindigkeit und Abgangswinkel des Abprallers .....	11
5.4.2	Luftwiderstand des Abprallers.....	11
5.4.3	Meteorologische Bedingungen .....	12
5.4.4	Flugbahnberechnung .....	13
5.4.5	Reichweiten der Abpraller.....	13
5.4.6	Einfluss einer bestimmten Geschosskonstruktion .....	14
<b>6</b>	<b>Beurteilung und Kommentar.....</b>	<b>14</b>
6.1	Abgangs- und Seitenwinkel .....	14
6.2	Restmasse und Energieerhalt.....	14
6.3	Reichweiten und Gefährdungszonen.....	15
6.3.1	Nähere Umgebung des Auftreffpunktes.....	15
6.3.2	Mehrfaches Abprallen .....	15
6.3.3	Rückpraller.....	16
6.3.4	Reichweite und Gefährdung in größerer Entfernung .....	16
6.3.5	Einfluss der Geschosskonstruktion.....	17
6.3.6	Einfluss des Kalibers.....	17
6.4	Zuverlässigkeit der Aussagen.....	17
6.4.1	In statistischer Hinsicht .....	17
6.4.2	Bezüglich der Auswertung .....	18
<b>7</b>	<b>Ergebnisse zusammengefasst.....</b>	<b>19</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	
A.1	Ausgewertete Ergebnisse insgesamt.....	A-1
A.1.1	Buschwerk (Gebüsch).....	A-1
A.1.1.1	Maximaler Energieerhalt, Distanzabhängigkeit.....	A-1
A.1.1.2	Maximaler Abgangswinkel, Distanzabhängigkeit.....	A-1
A.1.2	Baumstamm.....	A-2
A.1.2.1	Energieerhalt, Distanzabhängigkeit .....	A-2
A.1.2.2	Abgangswinkel, Distanzabhängigkeit.....	A-2
A.1.2.3	Seitenwinkelbereich .....	A-3
A.1.3	Harter Boden.....	A-3
A.1.3.1	Energieerhalt.....	A-3
A.1.3.2	Abgangswinkel .....	A-4
A.1.3.3	Seitenwinkelbereich .....	A-4

A.1.4	Steinplatte .....	A-5
A.1.4.1	Energieerhalt.....	A-5
A.1.4.2	Abgangswinkel.....	A-5
A.1.4.3	Seitenwinkel.....	A-6
A.1.5	Weicher Boden .....	A-6
A.1.5.1	Energieerhalt.....	A-6
A.1.5.2	Abgangswinkel.....	A-7
A.1.5.3	Seitenwinkelbereich .....	A-7
A.2	Ausgewertete Ergebnisse nach Geschosstypen und Kaliber .....	A-8
A.2.1	Buschwerk (Gebüsch).....	A-8
A.2.1.1	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-8
A.2.1.2	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-9
A.2.2	Baumstamm.....	A-10
A.2.2.1	25 m, Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-10
A.2.2.2	25 m, Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-10
A.2.2.3	25 m, Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-11
A.2.2.4	25 m, Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-11
A.2.2.5	50 m, Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-12
A.2.2.6	50 m, Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-13
A.2.2.7	50 m, Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-14
A.2.2.8	50 m, Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-15
A.2.2.9	100 m, Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-16
A.2.2.10	100 m, Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-16
A.2.2.11	100 m, Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-17
A.2.2.12	100 m, Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-17
A.2.3	Harter Boden.....	A-18
A.2.3.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-18
A.2.3.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-19
A.2.3.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-20
A.2.3.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-21
A.2.4	Steinplatte .....	A-22
A.2.4.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-22
A.2.4.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-23
A.2.4.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-24
A.2.4.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-25
A.2.5	Weicher Boden .....	A-26
A.2.5.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-26
A.2.5.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-27
A.2.5.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-28

A.2.5.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-29
A.3	Tabellarische Zusammenstellung der ausgewerteten Daten.....	A-30
	Buschwerk, zusammenfassender Überblick.....	A-30
	Buschwerk 25 m, Vergleiche .....	A-36
	Buschwerk 50 m, Vergleiche .....	A-41
	Buschwerk 100 m, Vergleiche .....	A-46
	Baumstamm, zusammenfassender Überblick .....	A-52
	Baumstamm 25 m, Vergleiche.....	A-76
	Baumstamm 50 m, Vergleiche.....	A-72
	Baumstamm 100 m, Vergleiche.....	A-77
	Harter Boden, zusammenfassender Überblick .....	A-83
	Harter Boden 50 m, Vergleiche.....	A-87
	Steinplatte, zusammenfassender Überblick.....	A-92
	Steinplatte 50 m, Vergleiche .....	A-97
	Weicher Boden, zusammenfassender Überblick.....	A-102
	Weicher Boden 50 m, Vergleiche .....	A-104

## **B Anhang**

B.1	Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel.....	B-1
	B.1.1 Abgangswinkel.....	B-1
	B.1.2 Seitenwinkel.....	B-2
	B.1.3 Tabelle .....	B-3
B.2	Vergleich von Restmasse und Energie nach dem Stoß .....	B-3
	B.2.1 Restmassen.....	B-4
	B.2.2 Energie nach dem Stoß .....	B-5
B.3	Vergleich maximaler Abprallerflugweiten.....	B-6
	B.3.1 Insgesamt .....	B-6
	B.3.2 Tabelle der Reichweiten .....	B-7
	B.3.3 Tabelle der Reichweiten ohne Geschoss C.....	B-8
B.4	Datenblätter zu B.1 bis B.3 .....	B-9
	B.4.1 Buschwerk .....	B-9
	B.4.2 Baumstamm.....	B-11
	B.4.3 Harter Boden.....	B-16
	B.4.4 Steinplatte .....	B-20
	B.4.5 Weicher Boden .....	B-25

# I Definitionen und Bezeichnungen

## I.1 Bezeichnungen beim Abpraller

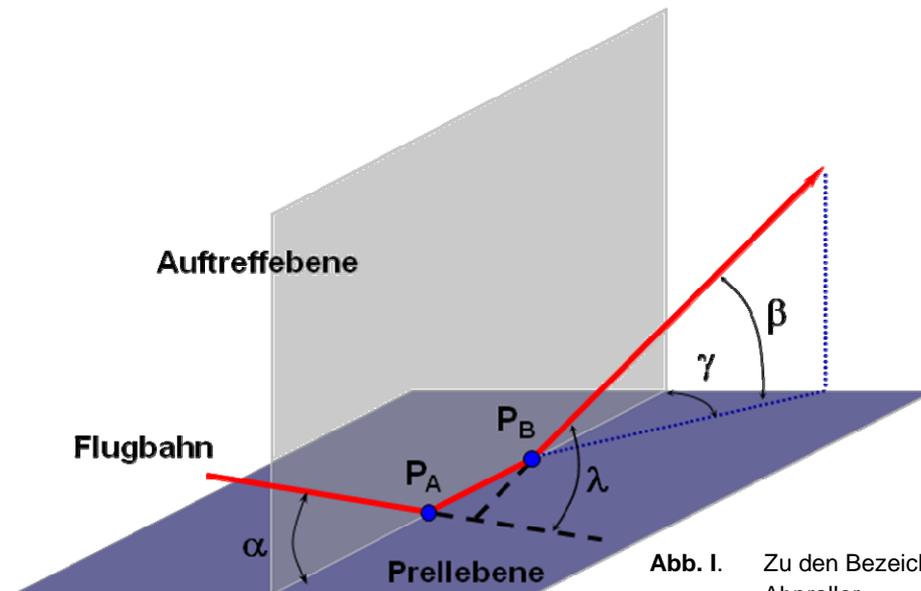
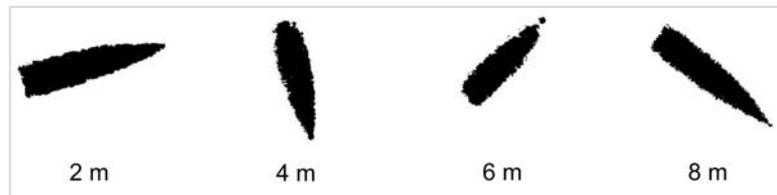
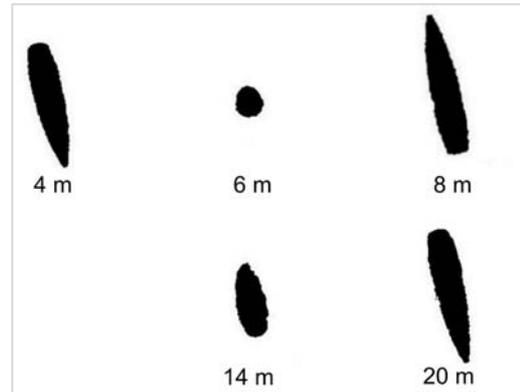


Abb. I. Zu den Bezeichnungen beim Abpraller.

Begriff	Symbol	Beschreibung
Prellobjekt oder Prellkörper		Fester oder flüssiger Körper, mit dem das Geschoss auf seiner Flugbahn in Berührung kommt
Auftreffpunkt	$P_A$	Punkt, an dem das Geschoss die Oberfläche des Prellkörpers berührt
Prellebene		Tangentialebene an den Prellkörper im Auftreffpunkt
Auftreffebene		Normalebene zur Prellebene durch die ungestörte Flugbahn des Geschosses
Auftreffwinkel	$\alpha$	Winkel zwischen Prellebene und Auftreffrichtung
Auftreffgeschwindigkeit	$v$	Geschwindigkeit, mit der das Geschoss auf dem Prellobjekt auftrifft
Abgangspunkt	$P_B$	Punkt, an dem das Geschoss die Oberfläche des Prellkörpers verläßt
Abgangswinkel	$\beta$	Winkel zwischen der Prellebene und der Tangenten an die Flugbahn des abgeprallten Geschosses im Abgangspunkt
Abgangsgeschwindigkeit	$u$	Geschwindigkeit, mit der das Geschoss das Prellobjekt verlässt
Seitenwinkel	$\gamma$	Winkel zwischen Aufreffebene und Abgangebene
Ablenkwinkel	$\lambda$	Winkel zwischen Auftreffrichtung und Abgangsrichtung
Spurlänge	$s_x$	Distanz zwischen Auftreffpunkt und Abgangspunkt



**Abb. II.** *oben.* Kartondurchschüsse eines Abprallers. Die Geschossachse dreht auf einem Kegel um die Schussrichtung und wechselt dadurch ständig die Richtung.



**Abb. III.** *rechts.* Kartondurchschüsse eines Querschlägers. Die Geschossachse dreht sich stets in derselben Ebene. Periodisch entsteht ein rundes Loch.

Die Begriffe Abpraller und Querschläger sind nicht synonym.

- Ein **Abpraller** ist ein kreiselstabil fliegendes Geschoss, das auf seiner Flugbahn durch Berührung mit einem Gegenstand gestört worden ist. Es führt anschließend mit seiner Längsachse eine komplizierte kegelförmige Bewegung aus (siehe Abb. II). Der Abpraller fliegt meist nach einer gewissen Strecke wieder mit der Längsachse in Flugrichtung (wieder „stabil“).
- Ein **Querschläger** ist ein unstabil fliegendes Geschoss, das keinen oder viel zu wenig Drall erhalten hat (z. B. bei einem ausgeschossenen Lauf). Es dreht sich stets in derselben Ebene um eine Querachse (siehe Abb. III). Der Querschläger fliegt nie mit der Längsachse in Flugrichtung.

## 1.2 Bezeichnungen bei Geschossen

Unter *Geschossart* werden in diesem Bericht die Geschossklassen bleihaltig und bleifrei bezeichnet, unabhängig vom Aufbau und vom Hersteller. Mit *Geschosstyp* werden die einzelnen geprüften Geschosskonstruktionen benannt:

- A RWS Kegelspitz-Geschoss
- B Nosler Partition
- C Brenneke TOG
- D Barnes TSX
- E Reichenberger HDBoH
- F Lapua Naturalis

Eine genaue Beschreibung dieser Geschosse einschließlich deren innerem Aufbau kann dem Abschlussbericht der DEVA (Lit. [1]) entnommen werden.

### I.3 *Verwendete Abkürzungen, Formelzeichen und Maßeinheiten*

$c_w$	Lufwiderstandsbeiwert (Funktion von der Geschwindigkeit)	[-]
$g$	Erdbeschleunigung	[m/s <sup>2</sup> ]
$m$	Masse eines Projektils	[g], [kg]
$A$	angeströmte Fläche des Projektils	[m <sup>2</sup> ]
$t$	Flugzeit des Projektils	[s]
$v$	Bahngeschwindigkeit eines Projektils	[m/s]
$v_x$	horizontale Geschwindigkeitskomponente	[m/s]
$v_y$	vertikale Geschwindigkeitskomponente	[m/s]
$x$	horizontale Bahnkoordinate	[m]
$y$	vertikale Bahnkoordinate	[m]
$z$	seitliche Abweichung	[m]
$E$	Energie	[J]
$ED$	Energiedichte	[J/mm <sup>2</sup> ]
$\rho$	Luftdichte (von Ortshöhe, Luftdruck und -temperatur abhängig)	[kg/m <sup>3</sup> ]

Auftreffwinkel wurden in Grad (90°-Teilung), Abgangs-, Seiten- und Ablenkwinkel in den in der Ballistik üblichen Promillen (360°  $\Leftrightarrow$  6400 Prom) angegeben. Bei kleinen Winkeln entspricht dieses Winkelmaß ungefähr dem Tangens des betreffenden Winkels. Es erlaubt deshalb eine rasche Schätzung der Ablagen in vorgegebenen Distanzen. In den grafischen Darstellungen und in Resultattabellen wurden alle Winkel in derselben Maßeinheit (Grad) dargestellt.

### I.4 *Bedeutung der Farben in den Grafiken*

	Bleihaltige Geschosse, positive Werte
	Bleihaltige Geschosse, negative Werte
	Bleifreie Geschosse, positive Werte
	Bleifreie Geschosse, negative Werte

## II Literaturverzeichnis

- [1] ROTTENBERGER I., Abschlussbericht vom 15. Februar 2011 zum Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“, DEVA, Deutsche Versuchsanstalt für Jagd- und Sportwaffen e. V., Altenbeken
- [2] KNEUBUEHL B.P., Geschosse Bd. 1, Ballistik, Treffsicherheit, Wirkungsweise, 2. Aufl. Verlag Stocker-Schmid, Dietikon, 1998
- [3] KNEUBUEHL B.P., Geschosse Bd. 2, Ballistik, Wirksamkeit, Messtechnik, Verlag Stocker-Schmid, Dietikon, 2004
- [4] KNEUBUEHL B.P., Das Abprallen von Geschossen aus forensischer Sicht, Dissertation, Universität Lausanne, Ecole des Sciences Criminelles, 1999
- [5] KNEUBUEHL B.P. (Hsg.), Wundballistik, Grundlagen und Anwendungen, Springer-Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2008
- [6] BIR C.A., STEWART S.J., WILHELM M., Skin Penetration Assessment of Less Lethal Kinetic Energy Munitions, J. Forens. Sci. 2005, Vol. 50 No. 6
- [7] Die verwendete *k-ballistics-Software 4.2* berechnet Flugbahnen nach dem 3-dimensionalen Massenpunktsmodell. Das zugehörige ballistische Differenzialgleichungssystem wird numerisch nach dem Verfahren von Runge-Kutta gelöst. Ballistikmodell: B. KNEUBUEHL, Programmierung: S. ROTHE
- [8] PFANZAGL J., Allgemeine Methodenlehre der Statistik II, Walter de Gruyter, Berlin, 1974 (Sammlung Göschen, Bd. 7047)

## 1 Einleitung

### 1.1 Veranlassung

Mit Schreiben vom 26.08.2009 des Bundesamtes für Landwirtschaft und Ernährung in Bonn (BLE) wurde das Zentrum Forensische Physik / Ballistik (ZFPB) des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Bern (IRM Bern) aufgefordert, im Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“ (Förderkennzeichen 2809HS001) ein Angebot zu unterbreiten, das die Mitwirkung als externer Gutachter umfassen sollte. Nach Einreichen eines Angebots (03.09.2009) und dem Abschluss eines entsprechenden Vertrages wurde der Leiter des ZFPB zum Gutachter bestellt.

### 1.2 Auftrag

Der im Angebot umschriebene Auftrag umfasste die folgenden Arbeiten:

- die Beurteilung des Versuchsprogramms und des Versuchsaufbaues,
- die Eignung der Versuchsgeräte zur Erfüllung des Versuchszieles,
- die Überprüfung der Datenauswertung und
- eine abschließende Beurteilung zum Abprallverhalten bleihaltiger und bleifreier Geschosse hinsichtlich ihrer räumlichen Gefährdungszonen und ihres Gefährdungspotenzials für Menschen.

Die ebenfalls gewünschte Stellungnahme zum Gefährdungspotenzial von Jäger und Jagdgesellschaften wurde abgelehnt, weil hierbei die vom ZFPB nicht beurteilbaren jagdlichen Vorschriften eine maßgebende Rolle spielen.

### 1.3 Schnittstelle zum Projektnehmer

Mittlere und maximale räumliche Gefährdungszonen lassen sich nicht direkt aus den in den Abprallversuchen ermittelten Daten bestimmen. Es musste noch eine ergänzende und zusammenfassende Auswertung zwischengeschaltet werden. Es ist deshalb am Platz, die datenmäßige Schnittstelle zwischen Projektnehmer (DEVA Altenbeken) und Gutachter festzuhalten.

Für jede unter gleichen Bedingungen geschossene Serie (Prellobjekt, Distanz, Kaliber, Geschoss, Auftreffwinkel) wurde von der DEVA ein Schießprotokoll (siehe Abb. 1) erstellt, auf dem die Serie bereits zusammengefasst wurde (Bildung

**Ergebnisse des Forschungsvorhabens**  
**Abprallverhalten von Jagdbüchsen geschossen**

DEVA

Datum: \_\_\_\_\_

Probziel : Steinplatte Entfernung : 50 m  
 Winkel (nom.) : 10° Geschoss : B  
 Kaliber : .308 Win. Geschossmasse : 10.72 g

Geschoss	v <sub>1</sub>	m <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	m <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	x	y	z	α	β	γ	λ
Nr.	m/s	g	J	m/s	g	%	m	mm	mm	Grad	Prom	Prom	Prom
1	810.4	10.69	3510	565.3	7.77	39.2	3.07	0	564	2.5	184.9	0.0	184.9
2	803.9	10.68	3451	785.0	5.93	50.3	3.09	30	554	2.5	180.6	-9.9	180.9
3	811.7	10.70	3525	629.9	6.19	34.6	3.04	-30	490	2.5	182.5	10.0	182.8
4	809.1	10.71	3505	721.5	3.83	28.4	3.12	15	505	2.5	183.4	-4.9	183.5
5	807.1	10.71	3488	775.2	3.91	33.7	3.03	-30	507	2.5	186.7	10.1	186.9
6	803.2	10.70	3452	772.5	4.12	35.6	3.08	-15	560	2.5	184.6	5.0	184.7
7	807.1	10.71	3488	788.9	5.71	50.7	3.03	0	500	2.5	186.8	0.0	186.8
8													
9													
10													

**Mittel- und Extremwerte**

	Min.	Mittel	Max.
Geschwindigkeit vor Aufprall	803	807	810
Geschossmasse original	10.68	10.70	10.71
Energie vor Aufprall	3451	3488	3526
Masse des Restkörpers nach Aufprall	3.83	5.35	7.77
Geschwindigkeit des Restkörpers nach Aufprall	585	721	787
Restmasse in % der Ausgangsmasse	50.0		
Energie des Restkörpers in % der Aufprallenergie	28.4	38.0	50.7
Aufprallwinkel α		2.5	
Abprallwinkel in Y-Richtung (Höhe) β	182.5	173.1	184.9
Abprallwinkel in Z-Richtung (Seite) γ	-9.9	1.5	10.1
Abprallwinkel im Raum λ	182.8	173.2	184.9
Schusszahl	7		

Abb. 1. Schießprotokoll der DEVA

u<sup>b</sup>

243 Win. 10°	Geschoss A			Geschoss B			Geschoss C		
	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max
v <sub>1</sub> m/s	915.8	922.8	926.8						
m <sub>1</sub> g	6.13	6.14	6.15						
E <sub>1</sub> Joule	2570	2615	2641						
m <sub>2</sub> g	1.83	1.93	2.10						
v <sub>2</sub> m/s	873.7	877.2	879.3						
m <sub>1</sub> /m <sub>2</sub> %		31.5							
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> %		27.1	28.4	30.8					
α Grad		10							
β Prom	181.8	187.2	196.4						
γ Prom	-25.9	27.1	-29.4						
λ Prom	183.6	189.1	198.5						
n		3							

308 Win. 10°	Geschoss A			Geschoss B			Geschoss C		
	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max
v <sub>1</sub> m/s	756.4	761.2	764.5	803.2	807.5	811.7	754.7	757.2	760.5
m <sub>1</sub> g	10.68	10.69	10.71	10.68	10.70	10.71	10.74	10.76	10.77
E <sub>1</sub> Joule	3055	3098	3130	3451	3488	3525	3059	3084	3111
m <sub>2</sub> g	2.93	6.07	7.30	3.83	5.35	7.77	10.58	10.62	10.66
v <sub>2</sub> m/s	702.5	714.1	735.3	595.3	720.9	786.9	697.2	718.0	735.2
m <sub>1</sub> /m <sub>2</sub> %		56.8	50.0					98.7	
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> %		25.4	45.7	59.8	28.4	39.0	50.7	84.1	88.7
α Grad		10			10			10	
β Prom	172.9	178.5	191.0	182.5	173.1	184.9	172.2	179.6	191.2
γ Prom	0.0	5.4	18.5	-9.9	1.5	10.1	3.4	8.4	17.1
λ Prom	172.9	178.7	191.1	182.8	173.2	184.9	172.5	179.8	191.3
n		6			7			6	

9.3 x 74 10°	Geschoss A			Geschoss B			Geschoss C		
	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max
v <sub>1</sub> m/s	728.3	731.8	738.6						
m <sub>1</sub> g	16.00	16.01	16.02						
E <sub>1</sub> Joule	4248	4287	4367						
m <sub>2</sub> g	5.12	11.15	15.67						
v <sub>2</sub> m/s	684.0	698.9	717.7						
m <sub>1</sub> /m <sub>2</sub> %		69.6							
E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> %		28.2	63.6	87.3					
α Grad		10							
β Prom	159.3	177.3	196.9						
γ Prom	-15.2	6.8	26.4						
λ Prom	159.5	177.8	197.4						
n		6							

Steinplatte

Abb. 2. Erste Datenzusammenstellung des Gutachters

von Mittel-, Maximal- und Minimalwerten). Das zugehörige Formular war in Absprache mit dem Gutachter erstellt worden.

Die Ergebnisse der Serien wurden vom Gutachter von den Schießprotokollen übernommen und in einen ersten Datenzusammenzug übertragen (siehe Abb. 2). Die Schnittstelle zwischen Projektnehmer (DEVA) und Gutachter liegt somit zwischen diesen beiden Formularen.

### 1.4 Bereits erbrachte Leistungen

Gemäß den ersten Punkten des umschriebenen Auftrages hat der Gutachter vor dem Beginn der Versuche maßgeblich am Versuchsprogramm mitgearbeitet und die Versuchsaufbauten, wie auch die Eignung der bei den Versuchen eingesetzten Geräte beurteilt.

Während der Versuche stand er in periodischem Kontakt mit der DEVA und besprach sich bei auftretenden Problemen mit deren Versuchsleiter.

Fertiggestellte Schießprotokolle wurden auf ihre Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Zur Beurteilung der Gefährlichkeit von Projektilen

Für die Beurteilung der Gefährlichkeit von Kurz- und Langwaffengeschossen sowie von Splintern lassen sich beispielsweise die folgenden Kriterien zur Ungefährlichkeit formulieren (siehe Lit. [3] und [5]): Ein Projektil (Geschoss oder Splitter) soll als *ungefährlich* gelten, wenn es:

- A am unbedeckten menschlichen Körper mit großer Wahrscheinlichkeit keine Schädigungen hervorruft (anzuwenden bei unbeteiligten Zivilpersonen).
- B am unbedeckten menschlichen Körper mit großer Wahrscheinlichkeit nur geringfügige (ambulant zu versorgende) Schädigungen hervorruft (anzuwenden bei Personen, die dienstlich oder freiwillig an einem Einsatz teilnehmen, bei dem Schusswaffen zur Anwendung kommen können).

Aus dem Kriterium A folgt unmittelbar, dass das Projektil nicht in den menschlichen Körper eindringen und auch keine subcutanen Verletzungen (Hämatome) hervorrufen darf. Dies bedeutet, dass seine Energiedichte die Grenzwerte bei Haut und bei den Augen unterschreiten muss.

Nach der Arbeit von BIR et al. (Lit. [6]) ist der von SELLIER und KNEUBUEHL seit vielen Jahren angewendete Grenzwert für die Haut ( $0.1 \text{ J/mm}^2$ ) ein in der Praxis durchaus verwendbarer Schwellenwert im Hinblick auf Gefährlichkeit (Wahrscheinlichkeit des Eindringens  $< 5 \%$ ). Die Grenzwerte für die Augen ( $0.06 \text{ J/mm}^2$  für Kugeln und  $0.02 \text{ J/mm}^2$  für Würfel) sind hingegen Mittelwerte. Sie müssen bei Gefährlichkeitsbeurteilungen deutlich unterschritten werden. Die Werte sind etwa zu halbieren.

Aus der Erfahrung mit den sogenannten «Softair-Guns» ist bekannt, dass Kugeln mit Energiedichten von  $0.025 \text{ J/mm}^2$  bei Kindern bereits teilweise irreversible Augenverletzungen verursachen können.

Nach Kriterium B werden geringfügige Schädigungen in Kauf genommen. Dies bedeutet, dass ein Projektil den Grenzwert von  $0.1 \text{ J/mm}^2$  wohl überschreiten darf, seine Energie jedoch so gering sein muss, dass die Eindringtiefe auf ca. 2 cm beschränkt bleibt. Dieser Grenzwert beträgt aber höchstens einige wenige Joule ( $< 5\text{--}10 \text{ J}$ ). Er spielt in der Regel nur für kleine Projektile (Splitter) eine Rolle.

*Bei ungestörter Flugbahn sind **sämtliche Geschosse bei jedem Abschusswinkel und jeder Distanz gefährlich** und können lebensbedrohende Verletzungen verursachen.* Ausgenommen davon sind nur Schrote bis 4 mm (und Diabolos), die von einer gewissen Distanz an nach den obigen Kriterien nicht mehr als gefährlich gelten (2 mm Bleischrot ab etwa 120 m, 4 mm Bleischrot ab etwa 300 m, Diabolo bei Luftdruckwaffen nach Waffengesetz ab ca. 270 m).

## 2.2 Bereitzustellende ballistische Daten

Die Bestimmung der Gefährlichkeit eines Geschosses oder Projektils ausserhalb des Einflussbereich des Schützen erfordert nach Abschn. 2.1 die Bestimmung seiner Energie längs der Flugbahn. Weil Energie nicht direkt messbar ist, müssen am Auftreffpunkt Masse und Geschwindigkeit des Projektils bekannt sein.

Die Berechnung des Orts- und Geschwindigkeitsverlaufes eines Projektils erfolgt mittels des ballistischen Differentialgleichungssystems für die Geschwindigkeits- und Ortskomponenten des Projektilschwerpunktes (siehe Lit. [2] und [4]).

Dieses Differentialgleichungssystem lässt sich numerisch (unter Verwendung von RUNGE-KUTTA-Verfahren) lösen, wenn

- die Querschnittsbelastung (Masse pro Querschnittsfläche) des Projektils,
- dessen Luftwiderstandsbeiwert (geschwindigkeitsabhängig) und
- die Luftdichte

bekannt sind. Zusätzlich müssen als Anfangswerte Ort und Geschwindigkeit des Geschosses in einem Flugbahnpunkt bekannt sind (Anfangswertproblem). Dieser Punkt ist im Regelfall die Mündung der Waffe oder im Fall eines Abprallers, dessen Abgangspunkt.

Auf die vorliegende Fragestellung angewendet, bedeutet dies, dass von jedem abgeprallten Geschoss sowohl die Masse und die Form als auch die Abgangsgeschwindigkeit ermittelt werden müssen. Liegen diese Werte nicht vor, kann der betreffende Schuss bezüglich seiner maximalen Reichweite nicht ausgewertet werden.

Die Form (z. B. eine Abbildung) des Geschosses (bzw. des Geschossrestes) ist notwendig, damit die wirksame Querschnittsfläche geschätzt werden kann.

Querschnittsbelastung und Luftwiderstandsbeiwert eines abgeprallten Geschosses können nur näherungsweise angegeben werden, wenn keine Radarmessungen über eine größere Distanz vorliegen. Da es sich jedoch bei der durchzuführenden Untersuchung um einen Vergleich zweier Geschossarten (bleihaltig – bleifrei) handelt, ist nur entscheidend, dass beide mit der gleichen Methode ausgewertet werden. Die ermittelten Gefahrenbereiche können somit nur gegenseitig in Beziehung gebracht werden.

**Ein Schluss auf absolute Größen der Gefahrenbereiche ist nicht zulässig**, insbesondere, weil diese auch von der Luftdichte und somit von der Ortshöhe und den meteorologischen Bedingungen abhängig sind.

### 3 Durchgeführte Versuche

#### 3.1 Allgemeines

Das Versuchsprogramm wurde von der DEVA gemeinsam mit dem Gutachter erstellt und vom begleitenden Projektrat gutgeheissen.

Eine vollständige Beschreibung der Versuchsaufbauten, des Versuchsablaufes und der Ergebnisse sind im Abschlussbericht der DEVA (Lit. [1]) zu finden.

#### 3.2 Versuchsergebnisse

Die ermittelten Daten jeder geschossenen Serie wurden in einem Schießprotokoll festgehalten und über die auswertbaren Schüsse gemittelt. Dieses Protokoll enthielt jeweils das Minimum und das Maximum der Serie sowie den Mittelwert der folgenden Daten:

- Individuelle Geschossmasse,
- Geschwindigkeit und Energie vor dem Aufprall,
- Masse des Restkörpers,
- Geschwindigkeit des Restkörpers nach dem Aufprall,
- Energie des Restkörpers,
- Auftreffwinkel,
- Abgangswinkel (Ablenkwinkel in der Höhe),
- Seitenwinkel (Ablenkwinkel in der Seite).

#### 3.3 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Die Schießprotokolle der DEVA wurden in einem ersten Schritt durch den Eintrag entsprechender Formeln so angepasst, dass anstelle des Absolutwertes der erhaltenen Energie, deren Relativwert berechnet wurde. Anschließend wurden die Ergebnisblöcke der Schießprotokolle in eine erste Zusammenstellung übernommen, in der die bleihaltigen bzw. bleifreien Geschosse aller drei Kaliber bei gleichem Auftreffwinkel einander gegenübergestellt waren (siehe Abb. 2). Dieser Zwischenschritt war notwendig, um die große Datenmenge möglichst rationell in allgemeine Vergleichslisten zu übernehmen. Die betreffenden Formulare des Zwischenschrittes sind in diesem Bericht nicht enthalten.

## 4 Auswertungen

### 4.1 Beurteilungskonzept

Die Auswertungen haben zum Ziel, die ermittelten Daten im Hinblick auf die Beantwortung der Fragestellung zu ordnen und zueinander in Beziehung zu bringen. Dies erfolgte in mehreren Schritten.

In einem ersten Schritt wurden die Ergebnisse für jede Versuchsanordnung in einer für alle drei Kaliber und alle 6 Geschossarten gemeinsamen Tabelle zusammengestellt (siehe Abb. 3). In diesen Vergleichslisten (siehe Abb. 3) sind somit für jede Distanz-Prelobjekt-Auftreffwinkel-Kombination die Ergebnisse aller Geschosse und Kaliber eingetragen und einander gegenübergestellt. Dies gestattet, für jeden Prüfpunkt (gleiche Distanz, gleiches Prelobjekt und gleicher Auftreffwinkel) die Ergebnisse von bleihaltigen und bleifreien Geschossen, die Unterschiede zwischen den Kalibern und zwischen den einzelnen Geschosstypen zu überblicken. Sie sind in den grafischen Darstellungen im Anhang A veranschaulicht.

In einem zweiten Schritt wurden mittlere und maximale Abgangsdaten jeder Versuchsanordnung zwischen den bleihaltigen und den bleifreien Geschossen ermittelt und miteinander verglichen um festzustellen, ob diese in Abgangs- und Seitenwinkeln sowie im prozentualen Energieerhalt und in der prozentualen Restmasse des Abprallers wesentlich voneinander abweichen.

Abpraller Untersuchung BLE  
Steinplatte, Zusammenfassender Überblick  
d = 50 m

Kaliber		Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
				Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	3		27.1	28.4	30.8	181.8	187.2	196.4	25.9	27.1	29.4	28.4	187.2	27.1	30.8	196.4	29.4
	B																	
	C																	
	D	6	84.4	86.7	88.4	172.2	188.8	205.0	5.4	8.2	10.7	86.7	188.8	8.2	88.4	205.0	10.7	
	E																	
	F																	
308 Win	A	6	25.4	49.7	59.8	171.9	178.5	191.0	0.0	5.4	18.5	59.1	177.1	5.1	93.2	191.2	18.5	
	B																	
	C																	
	D	6	79.2	86.9	92.2	180.2	201.0	235.2	1.6	5.3	8.4	87.6	201.3	7.4	92.2	235.2	14.8	
	E																	
	F																	
9.3 x 74	A	6	28.2	63.6	87.3	159.3	177.3	196.9	-15.2	6.8	26.4	63.6	177.3	6.8	87.3	196.9	26.4	
	B																	
	C																	
	D	5	88.0	91.5	93.8	178.4	184.0	193.6	7.8	10.3	13.6	91.5	184.0	10.3	93.8	193.6	13.6	
	E																	
	F																	
Gesamtwert												50.4	180.5	13.0	93.2	196.9	29.4	
												mit Blei	88.6	191.4	8.6	93.8	235.2	14.8
												ohne Blei						

A-94

Abb. 3. Vergleichsliste, hier Beispiel für Steinplatte, 50 m Schussdistanz und Auftreffwinkel 10°

Die großen Unterschiede in den Auftreffenergien der verschiedenen Kaliber legten es nahe, nicht die absoluten Energiewerte des abgeprallten Geschosses zu betrachten, sondern den Energieerhalt beim Abprallen in Beziehung zur Auftreffenergie zu setzen. Mit diesem relativen Energieerhalt kann beispielsweise der Gefährlichkeitsbereich für die verschiedenen Kaliber unter Normalbedingungen und auch – wenn erforderlich – für verschiedene Schussdistanzen bis zum Abprallpunkt bestimmt werden.

In einem dritten Schritt wurden mit den ermittelten Abgangsdaten und mit Hilfe ballistischer Rechnungen maximale Flugweiten (unter Berücksichtigung der unter Abschnitt 2.1 angegebenen Grenzwerte) bestimmt und zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen verglichen.

Die Auswertung erfolgte zum Teil mit Mittelwerten und zum Teil mit Maximalwerten des gleichen Geschosstyps.

## **4.2 Ausgewertete Versuchsergebnisse**

Die Vergleichslisten und die zugehörigen grafischen Darstellungen sind im Anhang zusammengestellt. Sie dienen einerseits einem qualitativen Überblick, andererseits der Auswahl der für die Bestimmung der Gefährlichkeitsbereiche relevanten Werte.

## **4.3 Datenauswahl für die Bestimmung der Gefährdung**

### **4.3.1 Allgemeines**

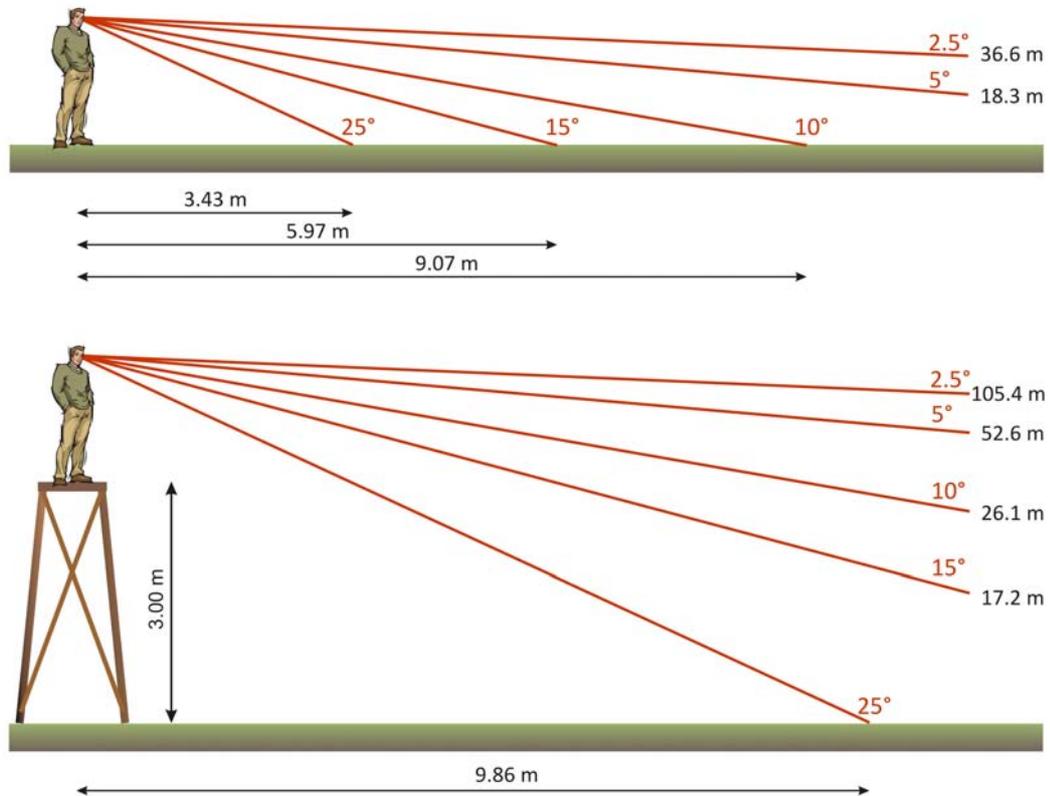
Die Auswahl der für die Bestimmung der Gefährdungsbereiche wesentlichen Ausgangsdaten hat unter dem Gesichtspunkt zu erfolgen, dass bleihaltige und bleifreie Geschosse generell einander gegenüberzustellen sind. Vergleiche müssen allerdings unter gleichen ballistischen Auftreffbedingungen erfolgen.

Dies bedeutet, dass die drei geprüften Kaliber getrennt zu beurteilen sind, innerhalb des gleichen Kalibers jedoch die drei bleihaltigen und die drei bleifreien Geschosse in der Regel zusammengefasst werden können.

Einzelfälle, wie zum Beispiel ein bleihaltiges Geschoss mit besonders starkem Mantel, sind gesondert auch noch zu betrachten.

### **4.3.2 Auftreffwinkel**

Die Versuche wurden – sofern es das Prellobjekt überhaupt erlaubte – bis zu einem Auftreffwinkel von 25° durchgeführt. Größere Auftreffwinkel geben wohl auch aus praktischen Gründen keinen Sinn (siehe Abb. 4).



**Abb. 4.** Auftreffwinkel von Visierlinien (entsprechen ungefähr dem Geschossauftrreffwinkel) beim auf Grund stehenden Schützen (oben) und beim Schützen auf Hochsitz.

#### 4.3.3 Schussdistanz

Die Schussdistanzen 25 und 100 m wurden nur bei den beiden Zielkonfigurationen „Buschwerk“ und „Baumstamm“ geschossen. Dabei zeigte sich, dass der prozentuale Energieerhalt von der Distanz praktisch unabhängig ist. Weil zudem der Geschwindigkeitsunterschied zwischen 25 und 50 m im Rahmen des Unterschieds in der Mündungsgeschwindigkeit von Waffen mit kurzen und langen Läufen liegt (wobei auch die munitionseigene Geschwindigkeitsstreuung einzu-beziehen ist), wurde die Berechnung der Gefährdungsbereiche ausschließlich mit den Daten der 50-m-Versuche durchgeführt. Wegen der Konsistenz der Energieerhaltung sind bei andern Geschwindigkeiten (Distanzen) keine andern Ergebnisse zu erwarten.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Vorbemerkung

Insgesamt stehen zum Vergleich des Abprallverhaltens bleifreier und bleihaltiger Geschosse 54 Kaliber-Prellobjekt-Auftreffwinkel (im Fall des Buschwerk: Trefferarten)-Kombinationen zur Verfügung. Davon ließen sich 8 wegen mangelnder Schusszahl nicht auswerten, sodass bei 46 Kombinationen entschieden werden konnte, ob die für die Gefährdung relevanten Größen bei bleifreien oder bei bleihaltigen Geschossen größer ausfielen.

Bei den prozentualen Restmassen und beim prozentualen Energieerhalt der abgeprallten Geschosse wurden jeweils die pro Kaliber und Geschossart (bleifrei – bleihaltig) bestimmten Mittelwerte verglichen, bei den Abgangs- und Seitenwinkeln sowie bei der Reichweite jeweils die entsprechenden Maximalwerte. Dies ist dadurch begründet, dass die maximale Geschossrestmasse nicht zwingend mit dem maximalen Energieerhalt korrespondiert, die Winkel jedoch davon unabhängig zu sein scheinen. Im Hinblick auf die Beurteilung der Gefährdung ist die Wahl der maximalen Winkel richtig.

Auf eine zusammenfassende Beurteilung der einzelnen Kaliber oder gar der Gesamtheit aller Ergebnisse wurde verzichtet. Dies hätte eine Mittelung über alle Prellobjekte bedeutet, was wegen der großen Unterschiede in der Wechselwirkung mit dem Geschoss wenig sinnvoll erschien. Hingegen ließen sich innerhalb der Prellobjekte die drei Kaliber zusammenfassend beurteilen.

Die für die Beurteilung relevanten Ergebnisse sind im Anhang B, Abschnitt B.4, in den Tabellen Seiten B-10 bis B-27 zusammengestellt.

### 5.2 Abgangs- und Seitenwinkel

#### 5.2.1 *Abgangswinkel*

Bei den 46 in Abschnitt 5.1 erwähnten Kombinationen zeigten in 18 Fällen (39 %) die bleifreien Geschosse größere Abgangswinkel und in 28 Fällen (61 %) die bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-1). Werden für jeden Prellobjektfall die maximalen Abgangswinkel der bleifreien und der bleihaltigen Geschosse gemittelt und deren Differenz gebildet (siehe Anhang B, Seite B-3), so ergibt sich insgesamt für bleifreie Geschosse einen im Mittel um  $0.16^\circ$  größeren Abgangswinkel.

Wird in einer analogen Auswertung jeweils das Maximum der maximalen Abgangswinkel betrachtet, so ist dieses Maximum bei den bleifreien Geschossen im

Mittel um 0.1° kleiner als bei den bleihaltigen Geschossen (siehe Anhang B, Seite B-3).

### 5.2.2 *Seitenwinkel*

Bei den Seitenwinkeln ergaben in 22 von 46 (48 %) Fällen die bleifreien Geschosse größere Ablenkungen, die bleihaltigen Geschosse in 24 Fällen (52 %) (siehe Anhang B, Seite B-2). Über alle Prellobjektfälle gemittelt, ergeben die bleifreien Geschosse einen im Mittel um 0.14° größeren seitlichen Ablenkwinkel als die bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-3).

## 5.3 **Restmasse und Energie des Abprallers**

### 5.3.1 *Prozentuale Restmasse*

Ein eindeutiges Resultat zeigt sich bei der prozentualen Restmasse, die bei den bleifreien Geschossen durchweg größer ist als beiden bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-4). Die Unterschiede sind geringfügig (10-20 %) beim Buschwerk und bei den kleinen Winkeln am Baumstamm und an der Steinplatte. Bei größeren Auftreffwinkeln und insbesondere am harten Boden kann die prozentuale Restmasse der bleifreien Geschosse bis zu 5 Mal größer sein als jene der bleihaltigen Geschosse.

### 5.3.2 *Prozentualer Energieerhalt*

Die bleifreien Geschosse erhalten beim Abprallen in 34 von 46 Fällen (74 %) die Energie besser als die bleihaltigen (12 von 46 Fällen, 26 %). Beim Buschwerk und bei kleinen Auftreffwinkeln am Baumstamm und bei der Steinplatte sind die Unterschiede klein, am harten Boden und bei großen Auftreffwinkeln können sie recht beträchtlich sein (siehe Anhang B, Seite B-5).

Die in der Tafel eingetragenen Verhältniszahlen sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Besitzt das bleihaltige Geschoss eine sehr geringe Restenergie, so kann das Verhältnis sehr groß werden, trotz einer ebenfalls relativ kleinen Restenergie des bleifreien Geschosses.

*Beispiel:* Beim Kaliber 243 Win. am Baumstamm unter 45° erscheint das Verhältnis 7.90 als sehr groß. Die Restenergie des bleihaltigen Geschosses beträgt dabei 1.35 %, jene des bleifreien 10.67 %. Trotz des großen Verhältnisses ist die Restenergie des bleifreien Geschosses und damit auch das Gefährdungspotenzial relativ klein.

## 5.4 Reichweitenbestimmung des Abprallers

### 5.4.1 Anfangsgeschwindigkeit und Abgangswinkel des Abprallers

Die Ausgangsdaten zur Bestimmung der Abprallerreichweiten wurden wie folgt bestimmt:

- Standardauftreffgeschwindigkeiten bei 50 m, abgeleitet vom Mittelwert aller während der Versuche durchgeführten Messungen,
- Standardgeschossmassen gemäß Herstellerangaben,
- mittlerer prozentualer Energieerhalt beim Abprallvorgang gemäß den durchgeführten Messungen,
- mittlere Restmasse der nach dem Abprallen pro Schuss eingesammelten, Geschossreste.

Aus diesen Daten ergab sich die Anfangsgeschwindigkeit des Abprallers. Für dessen Startelevation wurde der innerhalb einer Serie Schüsse maximal aufgetretene Abgangswinkel gewählt.

### 5.4.2 Luftwiderstand des Abprallers

Der Luftwiderstand eines fliegenden Objekts wird stets mithilfe des Strömungstaudruckes dargestellt. Die Form des Körpers wird im Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  berücksichtigt, die Masse ist bekannt. Beim stabil fliegenden Geschoss gilt die mit dem Kaliber gebildete Querschnittsfläche als angeströmte Fläche. Der Luftwiderstandsbeiwert ist formtypisch und kann nur bei exakt gleichen Außenkonturen von einem Geschoss auf ein anderes (anderer Masse oder anderen Kalibers) übertragen werden. Er ist geschwindigkeitsabhängig und wird durch Messen der Geschossgeschwindigkeit längs der Flugbahn bestimmt.

Bei einem Abpraller mit seiner komplizierten Eigenbewegung und – im Fall einer Deformation oder eines Bruches des Geschosskörpers – der undefinierten Kontur ist weder die Form noch die angeströmte Fläche bekannt. Daher muss das Produkt aus  $c_w$  und  $A$  als Ganzes geschätzt werden, wenn nicht Geschwindigkeitsmessungen längs eines größeren Stückes der Flugbahn vorliegen. Im vorliegenden Fall sind hierzu zwei Varianten gewählt worden:

- 1 Bleibt das Geschoss beim Abprallen formstabil, so kann von einem durch die Nutation bedingten, erhöhten Anstellwinkel ausgegangen werden. In diesem Fall wurde die  $c_w$ -Funktion des Originalgeschosses gewählt und mit einem dem vermutlichen Nutationswinkel entsprechenden Faktor vergrößert.

ßert. Die Vergrößerung der  $c_W$ -Funktion in Abhängigkeit des Anstellwinkels ist ungefähr bekannt.

Die  $c_W$ -Funktionen der Originalgeschosse wurden mittels des sogenannten „Ballistic Coefficient“ (BC) des Geschosses bestimmt. Dieser lag entweder als Werksangabe des Herstellers vor oder er wurde aus Schusstafelangaben des Herstellers errechnet.

Die BC-Methode ist in den USA sehr stark verbreitet. Sie bezieht sich auf eine feste  $c_W$ -Funktion (des sogenannten Krupp-Geschosses) und ist daher auch nur eine (grobe) Näherung.

Es ist bekannt, dass formstabile Abpraller nach einer gewissen Strecke wieder in eine axiale Fluglage gelangen (spitz- oder heckvoran). Von dort an müsste eigentlich die Flugbahnrechnung mit geänderten Basisdaten weitergeführt werden. Weil dies jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden ist, wurde die Luftwiderstandsfunktion anfänglich weniger erhöht, dafür für die ganze Flugbahn beibehalten.

- 2 Ist der Abpraller stärker deformiert oder ein Bruchstück, so bietet sich als  $c_W$ -Funktion jene des Würfels an, der an seinen Kanten ähnliche Strömungsabriss verursacht, wie ein unregelmäßig geformter Körper. Die angeströmte Fläche muss dann allerdings mittels eines Korrekturfaktors der effektiven Form des Abprallers angepasst werden. Im vorliegenden Fall erfolgte dies für jede unter gleichen Bedingungen geschossene Serie durch (subjektive) Beurteilung der betreffenden eingesammelten Geschossrestkörper.

#### 5.4.3 Meteorologische Bedingungen

Wie bei Flugbahnrechnungen allgemeinen Charakters üblich, wurden für die Luft-  
hülle die ICAO-Standardbedingungen auf Meereshöhe verwendet:

- Luftdruck 1013.25 mb (hPa)
- Temperatur 15.0 °C
- Luftdichte 1.225 kg/m<sup>3</sup>

Auf die Berechnung und die Berücksichtigung des Einflusses von Quer- und Längswind, die bei Abprallern mit ihrem hohen Luftwiderstand einen merklichen Einfluss haben können (insbesondere der Querwind), wurde verzichtet.

Unterschiedliche Ortshöhen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Sie spielen ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Rolle. So kann ein Abpraller im Gebirge bei 1500 m/M allein wegen der geringeren Luftdichte 10 % oder mehr weiter fliegen als auf Meereshöhe.

#### 5.4.4 *Flugbahnberechnung*

Mit den unter Abschn. 5.4.1 erwähnten Anfangsbedingungen, wurden mit der Außenballistik-Computersoftware *k-ballistics 4.2* (siehe Lit. [7]) für jede Kaliber-Geschoss-Prellobjekt-Winkel-Kombination eine (oft zur Kontrolle auch mehrere Flugbahnen) gerechnet und die erreichte Distanz in eine Ergebnistabelle eingetragen (siehe Abb. 5). Gleichzeitig wurde auch die Energiedichte am Ende der Flugbahn notiert. In Fällen, in denen die Energiedichte die kritische Grenze nach Abschn. 2.1 vor Erreichen der maximalen Reichweite unterschritt, wurde diese Distanz als Angabe der maximalen Reichweite verwendet. In der Tabelle sind diese Fälle grün markiert.

Beim Abpraller am Baumstamm und im Gebüsch wurde der Abgangspunkt 1.5 m über Grund gewählt, da in diesen Fällen ein Auftreffpunkt auf Grund keinen Sinn ergibt.

Insgesamt wurden 263 Flugbahnen gerechnet, wobei auch darauf geachtet wurde, dass zwischen den beiden in Abschn. 5.1.2 beschriebenen Verfahren keine Diskrepanz entstand.

#### 5.4.5 *Reichweiten der Abpraller*

Maximale Flugdistanzen von Abprallern sind nicht maximale ballistische Reichweiten, da Abpraller nur unter bestimmten Bedingungen den für die ballistische maximale Reichweite erforderlichen Abgangswinkel erhalten. So ist es durchaus möglich, dass die Reichweite eines abgeprallten Geschosses nur einige wenige Hundert Meter betragen kann.

Die mittels der vorgängig beschriebenen Methode ermittelten maximalen Modell-Reichweiten sind im Anhang B, Seiten B-6 und B-7 zusammengestellt.

Dieses Ergebnis ist erwartungsgemäß, da bleifreie Geschosse sowohl eine signifikant größere Masse, als auch eine signifikant größere Energie des Abprallers aufweisen und die Abgangswinkel nicht signifikant kleiner sind.

Entnimmt man der Tabelle zudem die Minima und die Maxima der maximalen Reichweiten (Anhang B, Seite B-7, letzte zwei Kolonnen), so zeigt sich, dass über alle Abprallkonfigurationen und alle Kaliber

- die bleihaltigen Geschosse Reichweiten zwischen 114 und 1470 m,
- die bleifreien Geschosse Reichweiten zwischen 79 und 1521 m erreichen.

#### 5.4.6 Einfluss einer bestimmten Geschosskonstruktion

Um festzustellen, wie stark eine einzelne Geschosskonstruktion die Ergebnisse beeinflusst, wurde zusätzlich die Auswertung unter Verzicht auf Geschoss C durchgeführt.

Dieses bleihaltige Geschoss besitzt eine besonders starke Mantelkonstruktion und zeigte während der Versuche subjektiv ein ähnliches Verhalten wie die bleifreien Geschosse.

Die Ergebnisse ohne Geschoss C sind in der Tabelle im Anhang B, Seiten B-8 und B-9 zusammengestellt.

## 6 Beurteilung und Kommentar

### 6.1 Abgangs- und Seitenwinkel

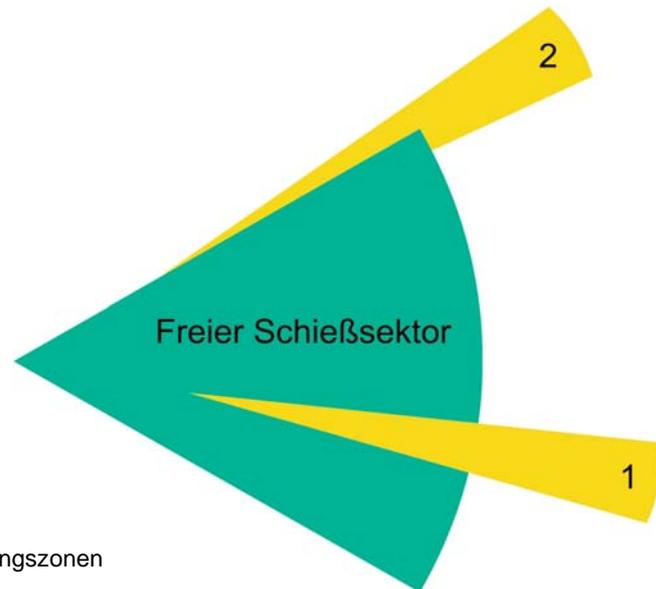
Gemäß den Abschnitten 5.2.1 und 5.2.2 sind die Unterschiede in den Abgangs- und Seitenwinkeln zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen geringfügig. Ein verteilungunabhängiges statistisches Testverfahren, das sich für die Beurteilung von Differenzen eignet (Vorzeichen-Rang-Test von Wilcoxon, siehe Lit. [8]), attestiert sowohl für den Abgangs- als auch für den Seitenwinkel einen nicht signifikanten Unterschied zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen. Die Seitenwinkel sind im Mittel klein ( $1.7^\circ$  für bleihaltige und  $1.85^\circ$  für bleifreie Geschosse).

Die Versuche haben somit gezeigt, dass bleihaltige und bleifreie Geschosse im Mittel unter ungefähr gleichen Winkeln abgelenkt werden.

### 6.2 Restmasse und Energieerhalt

Wird der Wilcoxon-Test auf die Differenzen der prozentualen Restmassen bzw. des prozentualen Energieerhalts angewendet, so werden die in den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2 dargelegten Ergebnisse auch statistisch bestätigt. In beiden Fällen ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen. Dennoch war in 14 der 46 Abprallkonfigurationen (d. h. in 30%) die Energie der bleihaltigen Geschosse größer.

Bleifreie Geschosse erhalten beim Abprallen ihre Masse und ihre Energie signifikant besser als bleihaltige Geschosse.



**Abb. 5.** Darstellung der Gefährdungszonen eines Abprallers.

## 6.3 Reichweiten und Gefährdungszonen

### 6.3.1 Nähere Umgebung des Auftreffpunktes

Grundsätzlich hat der Schießende im Hinblick auf seinen Direktschuss für einen ausreichenden Geschossfang zu sorgen. Dies kann in einem gegebenen freien Schießsektor (siehe Abb. 5) vorausgesetzt werden. Entsteht im Innern des Schießsektors ein Abpraller (Abb. 5 Fall 1), so ergibt sich eine Gefährdung in größerer Entfernung (hinter dem Geschossfang). Dies wird im 6.3.4 besprochen.

Prallt ein Geschoss am Rand des Schießsektors ab (Abb. 5, Fall 2), so wird zusätzlich zur Gefährdung in weiterer Distanz auch die gefährdete Zone des Schießsektors um den Seitenwinkel größer. Da jedoch die Seitenwinkel bleifreier Geschosse nicht signifikant anders sind als jene der bleihaltigen, bleibt auch die Gefährdung durch die beiden Geschossarten gleich. Die größere Masse der Geschossreste und die bessere Energieerhaltung der bleifreien Geschosse spielt dabei keine Rolle, da in diesem Nahbereich beide Geschossarten eine Energiedichte weit über der Gefährlichkeitsgrenze aufweisen.

### 6.3.2 Mehrfaches Abprallen

Ein mehrfaches Abprallen eines Geschosses wurde in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Es ist jedoch bekannt, dass Geschosse, die mit großem Anstellwinkel aufprallen, wesentlich weniger leicht in Objekte eindringen (geringere

Energiedichte beim Aufprall) und daher abprallfreudiger sind als axial auftreffende Geschosse. Andererseits haben sie auch weniger Energie und geben am Prellobjekt in der Regel mehr Energie ab.

In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass ein aus einem Tierkörper austretendes Geschoss sich sehr ähnlich wie ein Abpraller verhalten kann.

Wegen der signifikant größeren Masse und Energie bilden bleifreie Geschosse bezüglich des mehrfachen Abprallens eine größere Gefahr als bleihaltige. Unberücksichtigt ist dabei, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Geschoss mehrfach abprallen kann.

Offen bleibt zudem die Frage, unter welchen Winkeln ein bereits abgepralltes Geschoss ein zweites Mal abprallen wird.

### 6.3.3 *Rückpraller*

Die Gefährdung durch Rückpraller wurde an Holz und Stein bei senkrechtem Auftreffen nach Durchschuss eines 25 cm dicken Seifenblocks erprobt (Schussdistanz 50 m). Beim Holz dringen die Geschosse ein und es kommt zu keinem Rückprallen.

Von Stein (nach Durchschuss eines Tierkörpers!) zurückprallende Geschosse gefährden daher den Schützen nicht. Ein senkrechter Schuss direkt auf einen Stein ist selbstverständlich zu unterlassen. Hierbei können Geschosssplitter bis zu einer Distanz von ca. 30 m den Schützen ernsthaft schädigen.

### 6.3.4 *Reichweite und Gefährdung in größerer Entfernung*

Werden wiederum für jede Abprallkonfiguration die Differenzen der mittleren maximalen Reichweiten zwischen bleifreien und bleihaltigen Geschossen bestimmt, so ergeben sich für bleifreie Geschosse nach Wilcoxon-Test im Mittel erwartungsgemäß signifikant größere Reichweiten als für bleihaltige Geschosse.

Mit den maximalen Reichweiten abgeprallter Geschosse (sie kann auch real 1 bis 2 km betragen), lässt sich zusammen mit den Seitenwinkeln eine gewisse Gefährdungsfläche errechnen. Diese ist wegen der möglichen größeren Reichweite für bleifreien Geschosse größer, hängt aber jeweils stark von den entsprechenden Seitenwinkeln ab. Eine größere Gefährdung für unbeteiligte Personen entsteht dadurch allerdings nur, wenn in diesem zusätzlichen Gefährdungsraum stark begangene oder befahrene Wege oder Straßen führen oder wenn er gar besiedlet ist.

In freiem Gelände nimmt die gefährdete Fläche beim Wechsel von bleihaltigen zu bleifreien Geschossen in gleichem Maße zu wie die Treffwahrscheinlichkeit der sich dort aufhaltenden Personen sinkt. Eine Präferenz für eine der beiden Geschossarten lässt sich daraus nicht ableiten.

#### 6.3.5 *Einfluss der Geschosskonstruktion*

Anhand der Reichweiten wurde auch der im Abschnitt 5.4.6 beschriebene Einfluss der Geschosskonstruktion untersucht (siehe Anhang B, Seite B-7). Es zeigte sich dabei eine deutliche Erhöhung der Signifikanz des Unterschiedes zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen (das Verhältnis von Testzahl zu Schwellenwert stieg von 1.22 auf 1.42). Dies bedeutet, dass das Geschoss C in der Tat zu einem Verhalten in Richtung bleifreier Geschosse neigt.

#### 6.3.6 *Einfluss des Kalibers*

Bei der Reichweite ist der Unterschied zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen vom Kaliber abhängig. Während beim kleinen Kaliber (243 Win.) die bleihaltigen Geschosse nur in 2 von 14 Abprallkonfigurationen eine größere Reichweite als die bleifreien aufweisen, sind es im Kaliber 308 Win. bereits 7 von 17 und beim großen Kaliber (9.3 x 74 R) 8 von 15. Wird Geschoss C von der Betrachtung ausgeschlossen, so lauten die entsprechenden Verhältniszahlen 2 von 11 (243 Win.), 1 von 16 (308 Win.) und 7 von 13 (9.3 x 74 R). Dieses Ergebnis bestätigt die Vermutung aus Abschnitt 6.3.5, dass sich das bleihaltige Geschoss C sehr ähnlich wie ein bleifreies verhält.

### 6.4 **Zuverlässigkeit der Aussagen**

#### 6.4.1 *In statistischer Hinsicht*

Wenn unter gleichen Bedingungen (Kaliber, Geschoss, Prellobjekt, Schussdistanz, Winkel) nur 6 Schüsse geschossen werden, so erscheint dies aus statistischer Sicht wenig. Es ist aber zu bedenken, dass bei Wahl von nur 3 Kalibern, 6 Geschosstypen (je 3 pro Geschossart), 6 Prellobjekten, 5 Auftreffwinkeln und 3 Distanzen bereits gegen 10'000 Schuss im Plan gewesen wären. Durch Verzicht des Beschusses aller drei Distanzen und aller drei Kaliber bei sämtlichen Prellobjekten konnte die Schusszahl auf eine praktisch durchführbare Zahl von ca. 2500 reduziert werden. Im Verlauf der Versuche verringerte sich die Schusszahl weiter von selbst, indem durch Eindringen oder Zerschellen der Geschosse bei

bereits kleineren Winkeln oder bei Gefährdung der Einrichtungen gewisse Serien vorzeitig abgebrochen werden konnten (bzw. mussten).

Insgesamt blieben 1459 ausgewertete Schüsse übrig (wovon ungefähr die Hälfte von bleihaltigen Geschossen), eine Zahl, die völlig ausreicht, die in dieser Untersuchung gestellte Frage zu beantworten und auf gewisse Unterschiede z. B. bei den Kalibern hinzuweisen. **Die Untersuchung darf aber nicht dazu verwendet werden, weitergehende, detailliertere Schlüsse zu ziehen** und beispielsweise zwei bleifreie Geschosskonstruktionen in einem bestimmten Kaliber gegeneinander abzuwägen. Hier würden im Mittel nur etwa 2.5 Schüsse einander gegenüberstehen.

#### 6.4.2 *Bezüglich der Auswertung*

Die beiden Geschossarten „bleihaltig“ und „bleifrei“ wurden in der ganzen Arbeit mit gleichen Methoden und Verfahren ausgewertet. Die Ergebnisse liefern daher bezüglich der diesem Bericht zugrunde liegenden Fragestellung zuverlässige Aussagen.

Hingegen sind die in diesem Bericht ermittelten **absoluten Gefährungsdistanzen und -bereiche nicht zuverlässig**, da sie nur auf Schätzungen der Luftwiderstandsfunktionen beruhen und keine spezifischen meteorologischen Werte (insbesondere Winde) berücksichtigen. Sie haben nur Modellcharakter.

Zuverlässige Werte über Flugdistanzen und seitliche Abweichungen von Abprallern können nur mit einem erheblich größeren Aufwand (Radarverfolgung der abgeprallten Projektile auf großen, abgesperrten Schießplätzen) ermittelt werden.

## 7 Ergebnisse zusammengefasst

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche lassen die folgenden Schlüsse zu:

- Die beim Abprallen entstehenden Ablenkwinkel bleifreier Geschosse unterscheiden sich *nicht signifikant* von den Ablenkwinkeln bleihaltiger Geschosse.
- Die seitlichen Ablenkwinkel sind im Mittel klein ( $< 2^\circ$ ). Die extremsten Seitenwinkel waren immer noch kleiner als  $20^\circ$ .
- Abgeprallte Geschosse bzw. Geschossreste bleifreier Konstruktion besitzen eine *signifikant größere Masse* und eine *signifikant größere Energie*. In 30 % der Abprallkonstellationen haben dennoch die bleihaltigen Geschosse mehr Energie als bleifreie.
- Die mittlere maximale Reichweite der Abpraller ist bei bleifreien Geschossen *signifikant größer* als bei bleihaltigen.
- Bei der Reichweite ist beim Unterschied zwischen bleihaltigen und bleifreien Geschossen eine Abhängigkeit vom Kaliber feststellbar.
- Ein bleihaltiges Geschoss mit sehr dickem Mantel ähnelt in seinem Abprallverhalten demjenigen eines bleifreien Geschosses.
- Das Medium, an dem ein Geschoss abprallt, übt einen Einfluss darauf aus, ob bleihaltige oder bleifreie Geschosse „gefährlicher“ abprallen, d. h. mit größerem Ablenkwinkel oder besserer Energieerhaltung.

Der Gutachter:



Beat Kneubuehl  
Dr. sc. forens., Dr. med. h. c.  
Diplom-Mathematiker  
Leiter Zentrum Forensische Physik/Ballistik

*u<sup>b</sup>*

---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

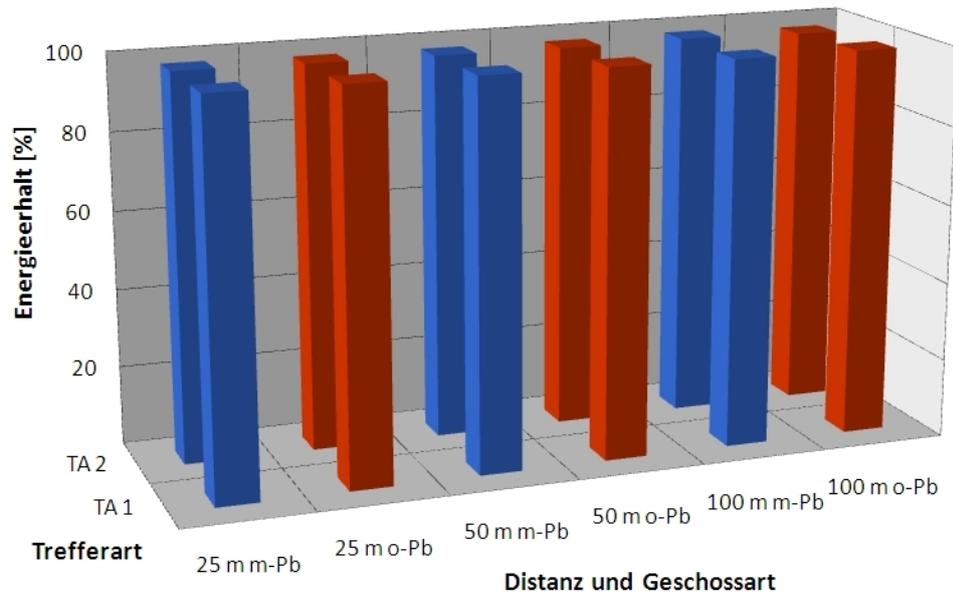
Institut für Rechtsmedizin

# Anhang A

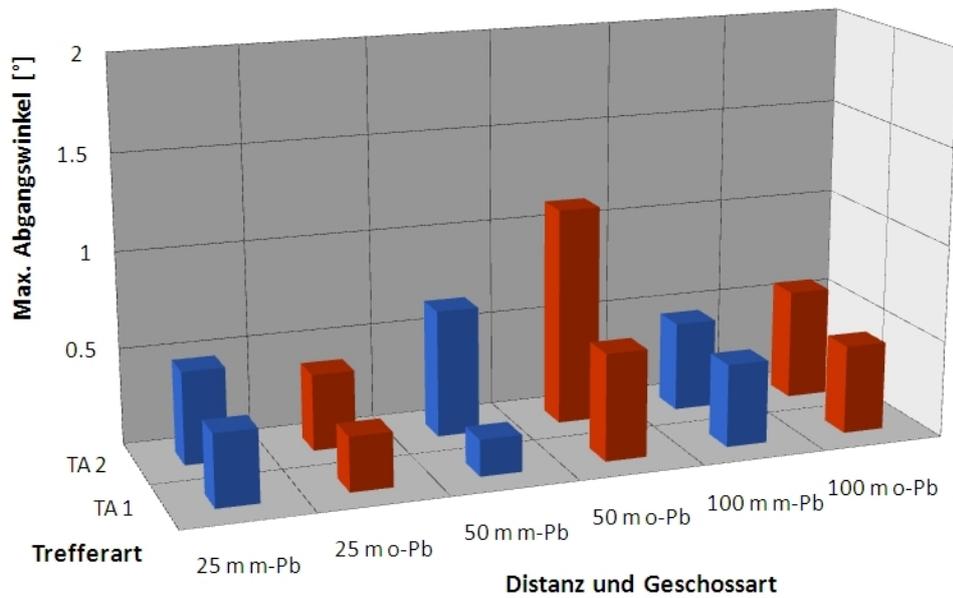
A.1 Ausgewertete Ergebnisse insgesamt

A.1.1 Buschwerk (Gebüsch)

A.1.1.1 Maximaler Energieerhalt, Distanzabhängigkeit

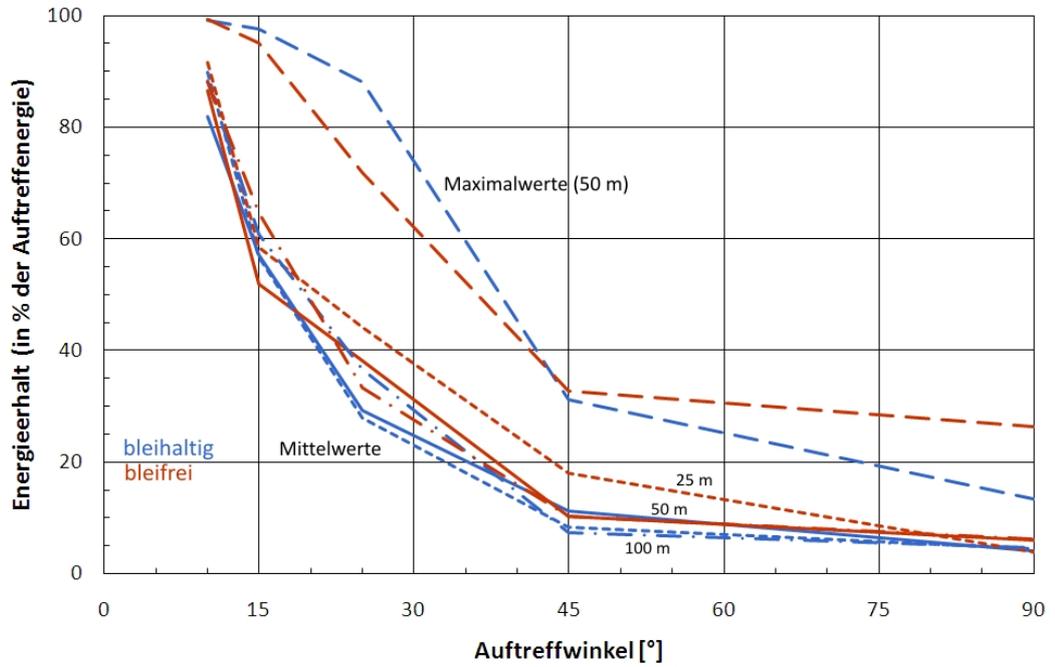


A.1.1.2 Maximaler Abgangswinkel, Distanzabhängigkeit

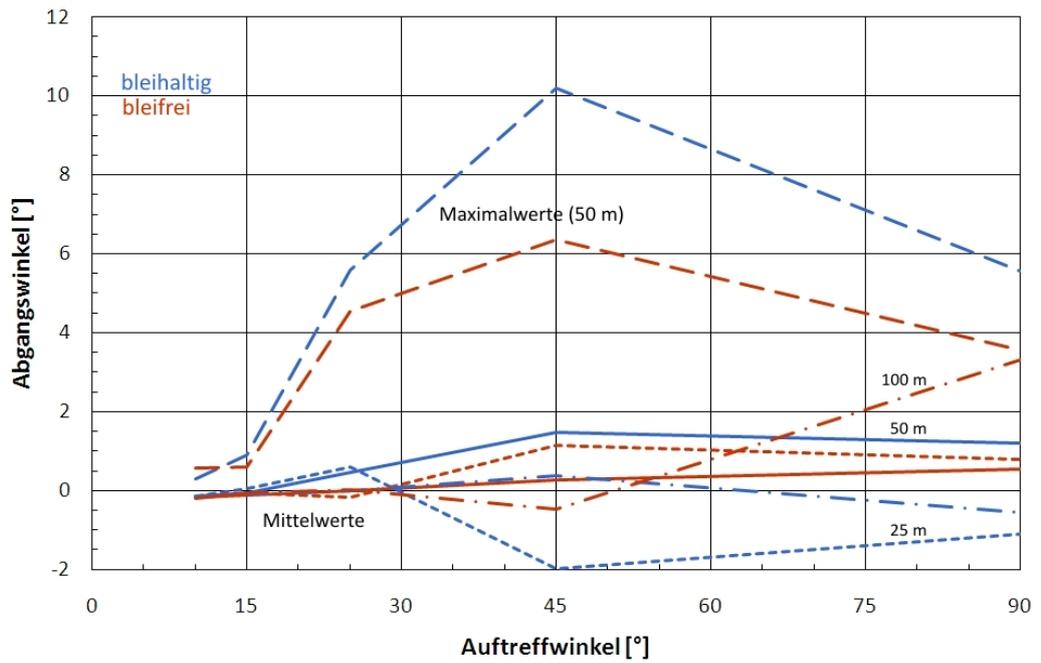


## A.1.2 Baumstamm

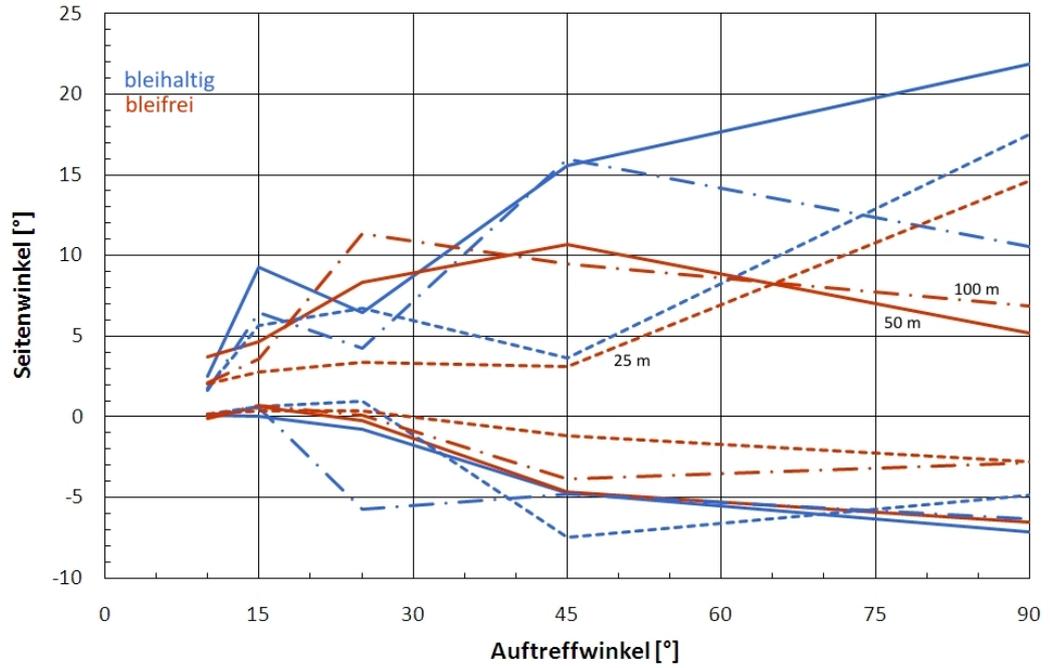
### A.1.2.1 Energieerhalt, Distanzabhängigkeit



### A.1.2.2 Abgangswinkel, Distanzabhängigkeit

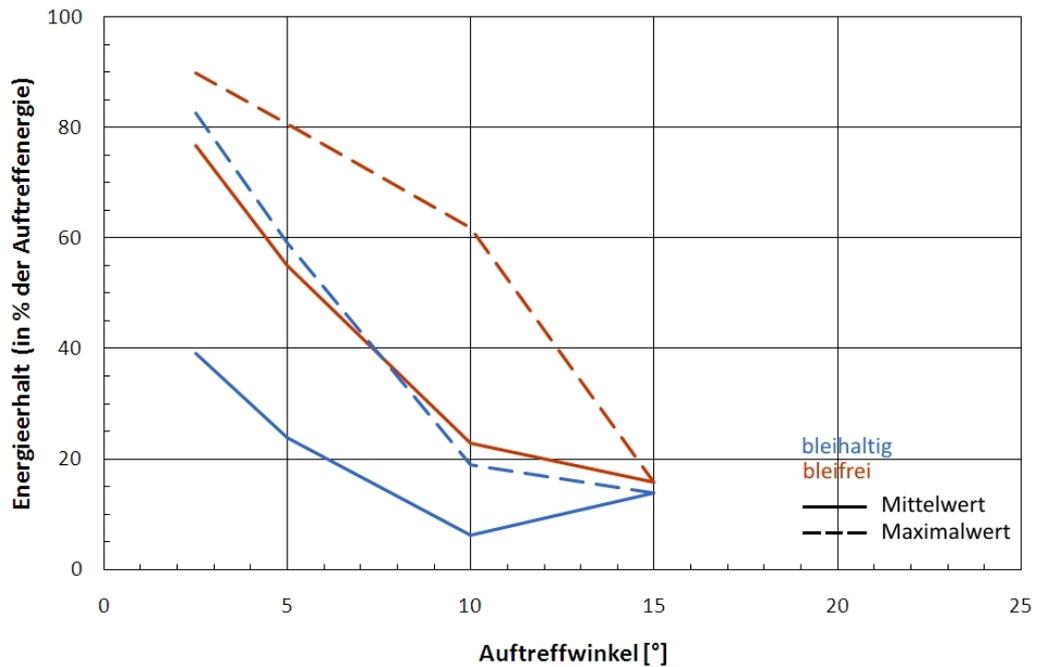


A.1.2.3 Baumstamm, Seitenwinkelbereich

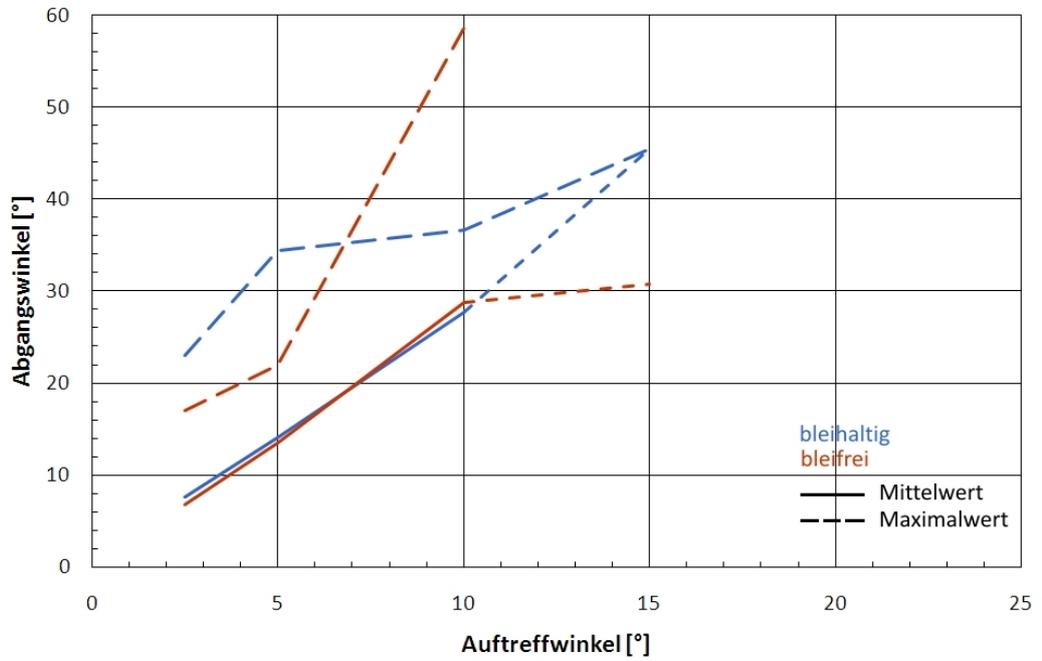


A.1.3 Naturweg (harter Boden)

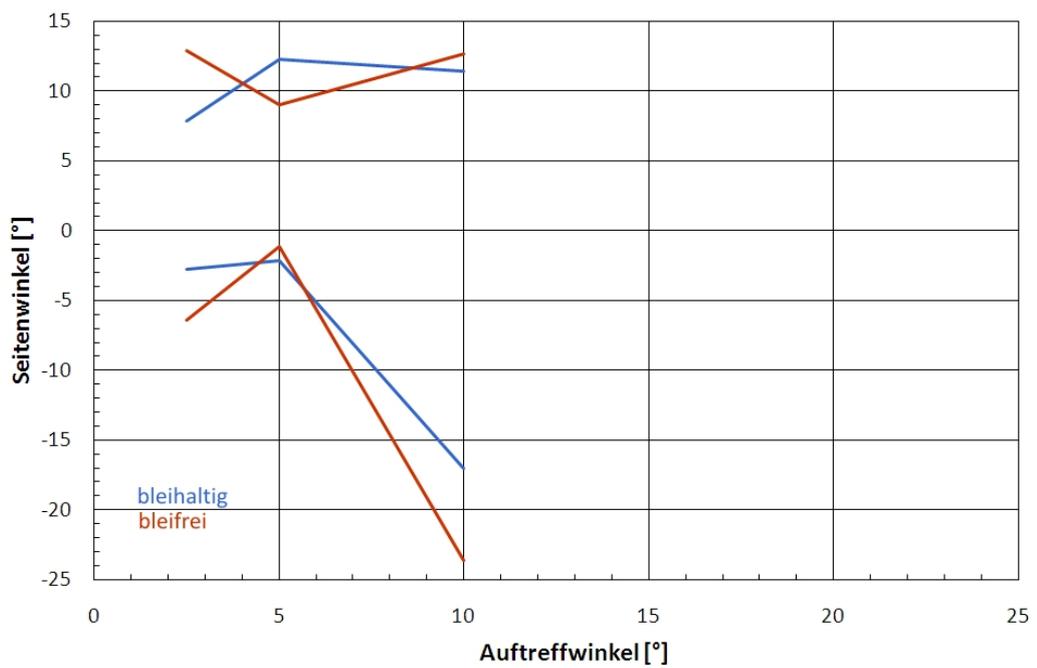
A.1.3.1 Energieerhalt



A.1.3.2 Naturweg, Abgangswinkel

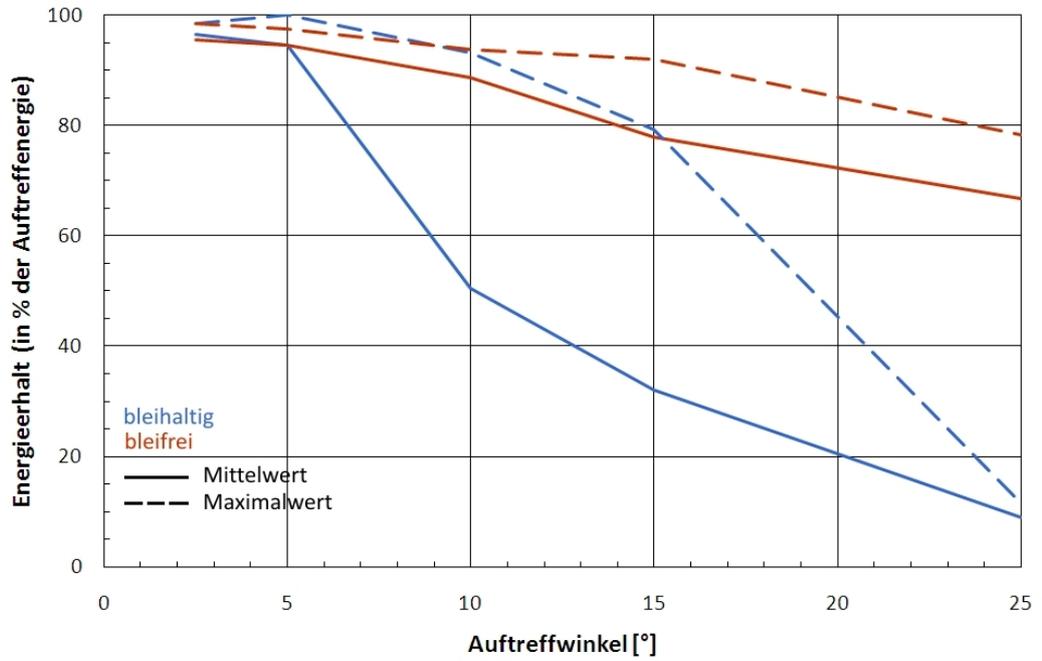


A.1.3.3 Seitenwinkelbereich

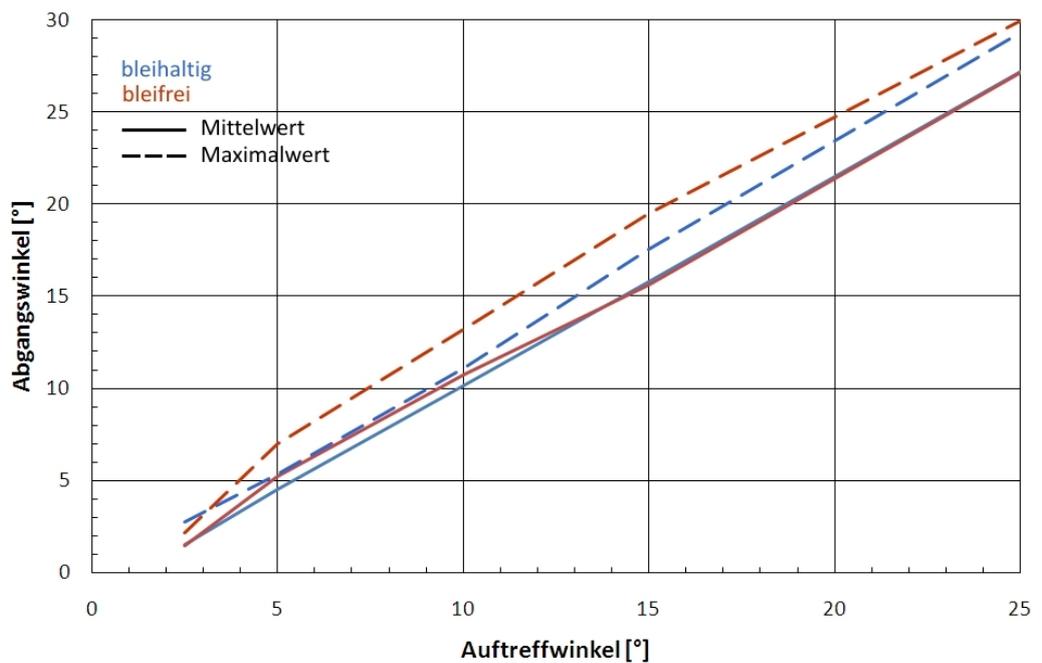


## A.1.4 Steinplatte

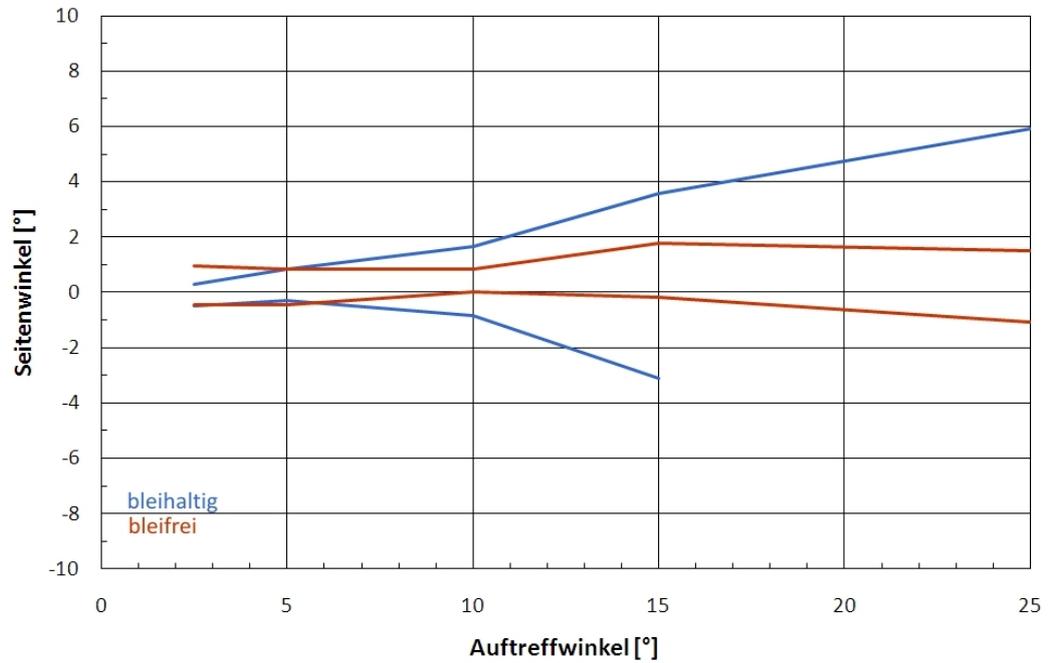
### A.1.4.1 Energieerhalt



### A.1.4.2 Abgangswinkel

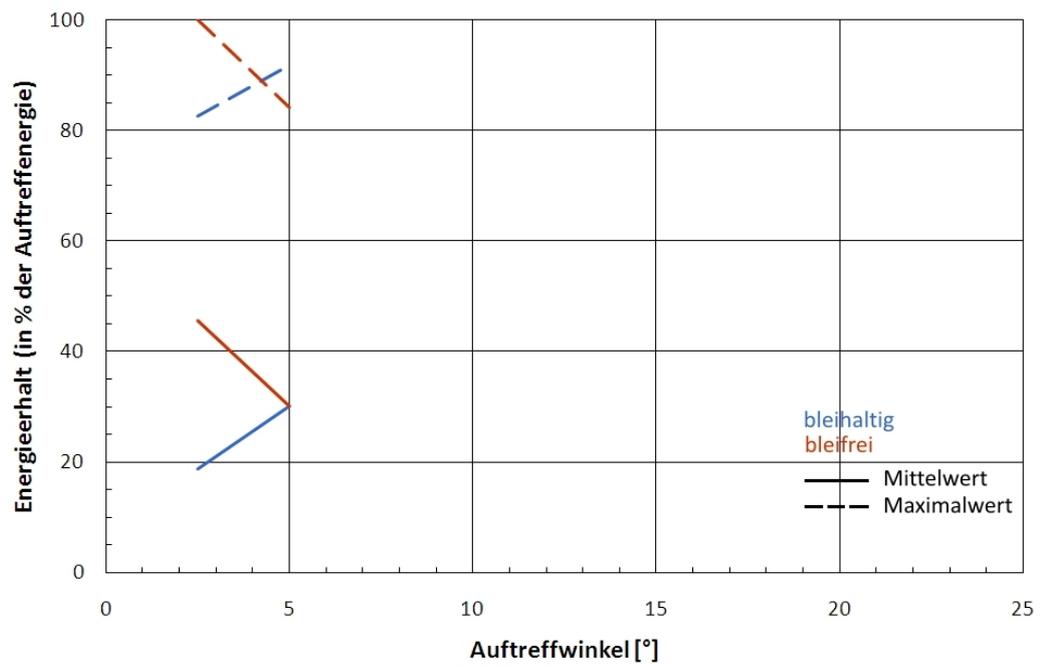


### A.1.4.3 Seitenwinkelbereich

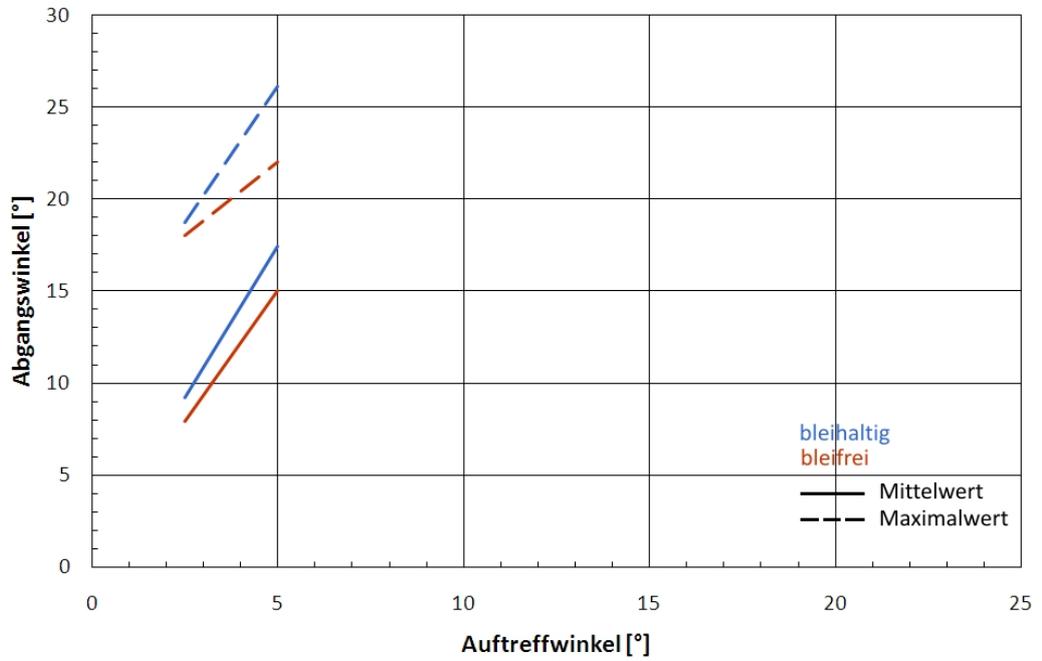


### A.1.5 Weicher Boden

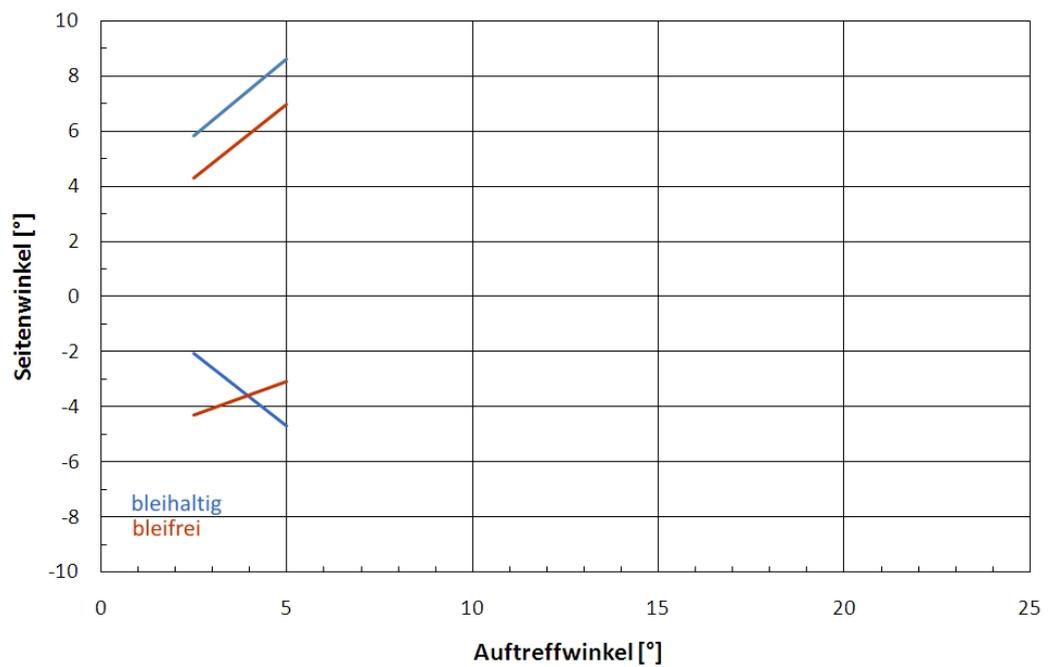
#### A.1.5.1 Energieerhalt



### A.1.5.2 Abgangswinkel



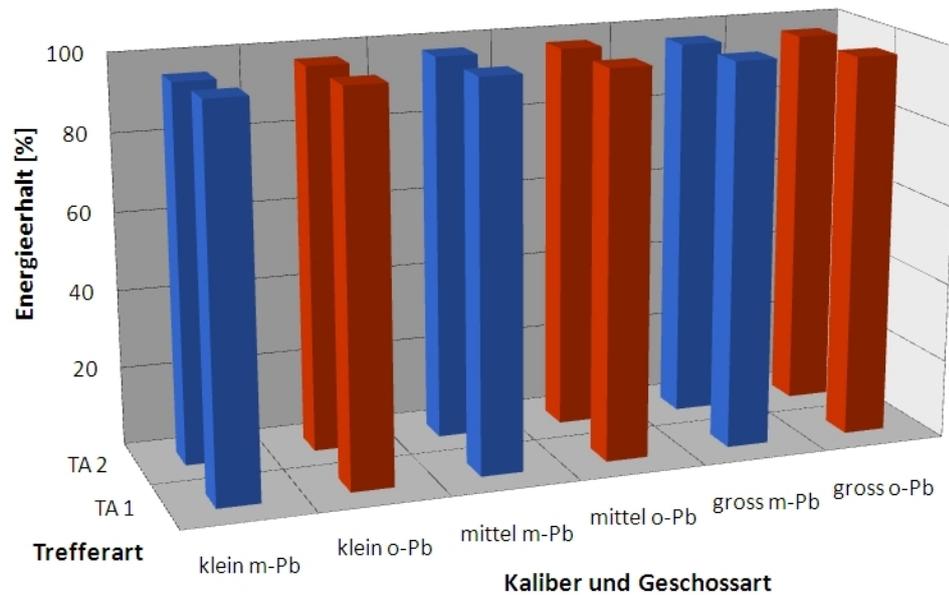
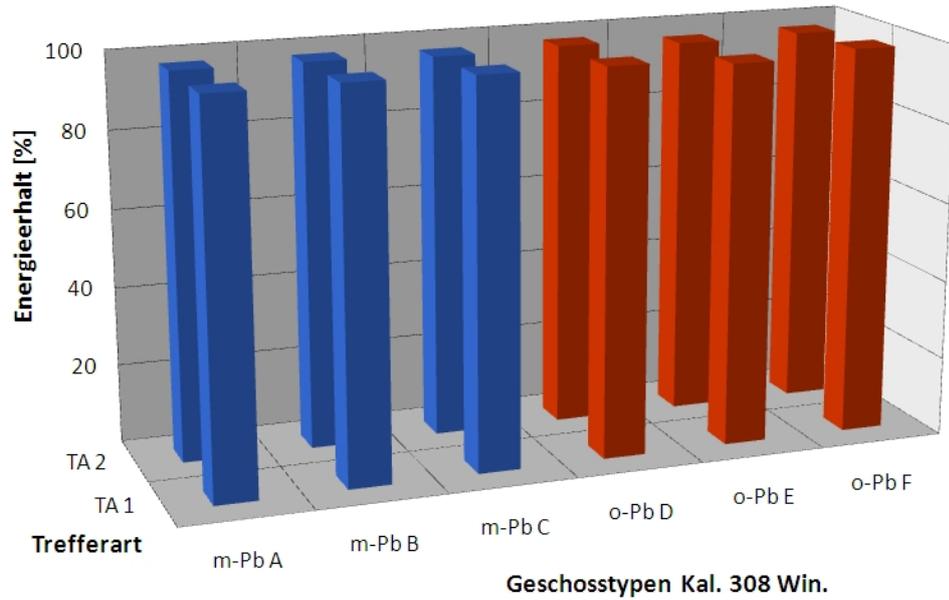
### A.1.5.3 Seitenwinkelbereiche



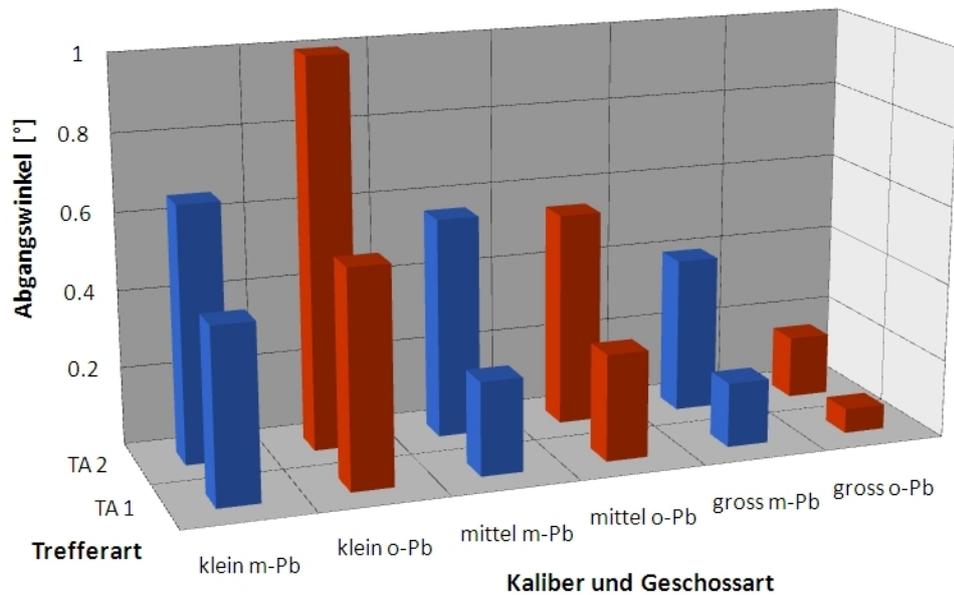
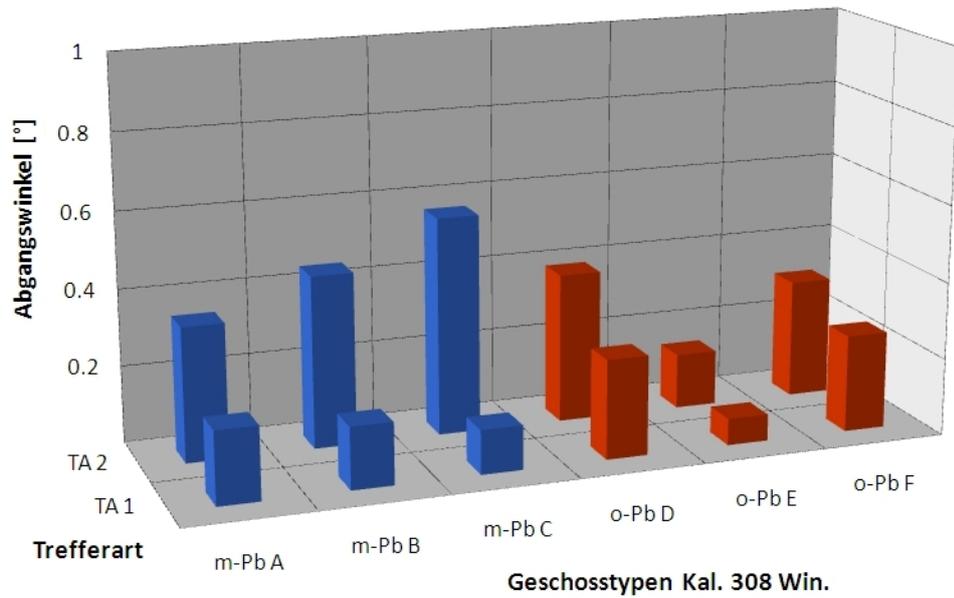
## A.2 Ausgewertete Ergebnisse nach Geschosstypen und Kaliber

### A.2.1 Buschwerk (Gebüsch)

#### A.2.1.1 Energieerhalt, Maximalwerte

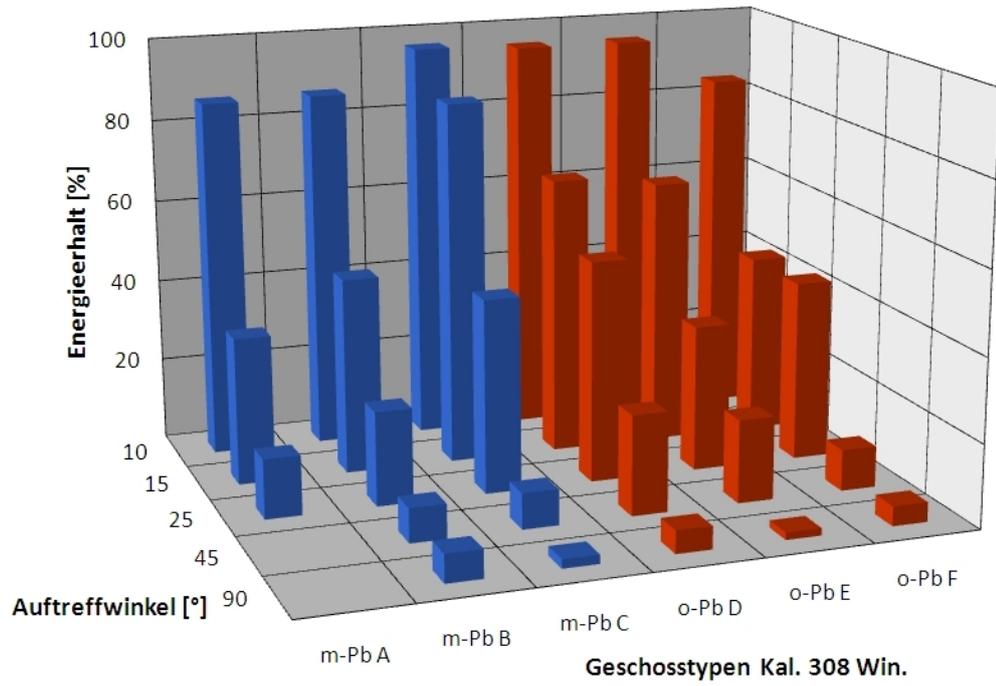


A.2.1.2 Buschwerk: Abgangswinkel, Maximalwerte

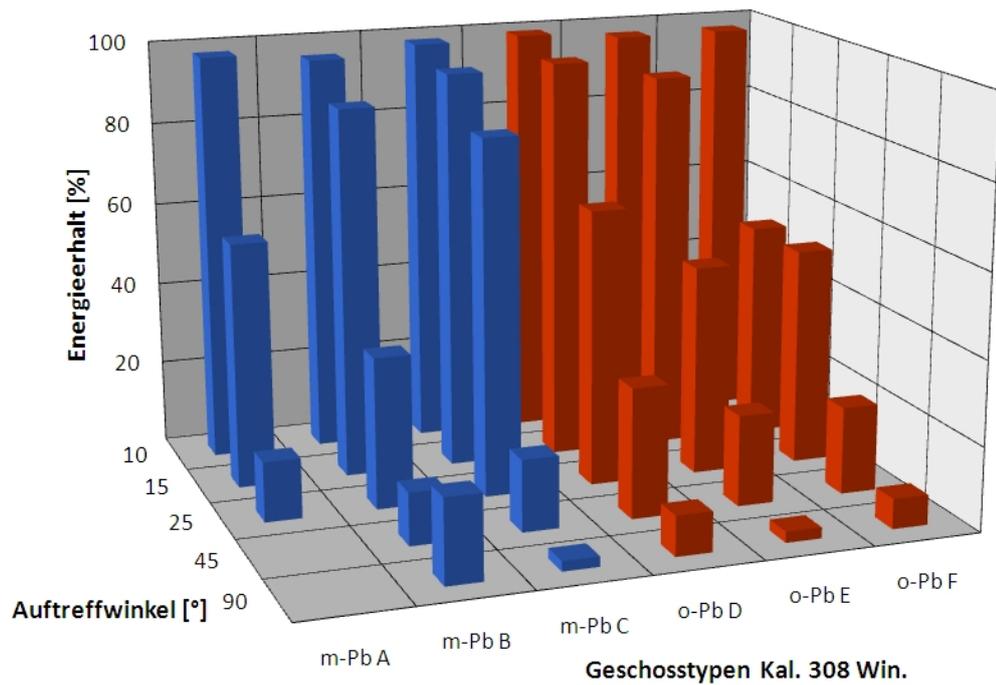


**A.2.2 Baumstamm**

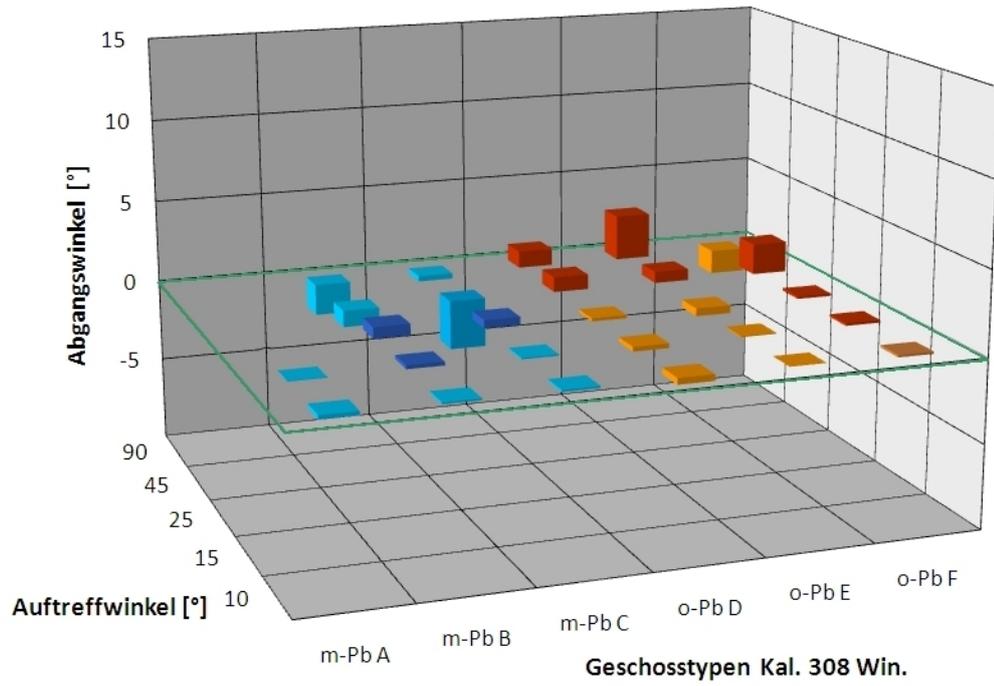
*A.2.2.1 25 m, Energieerhalt, Mittelwerte*



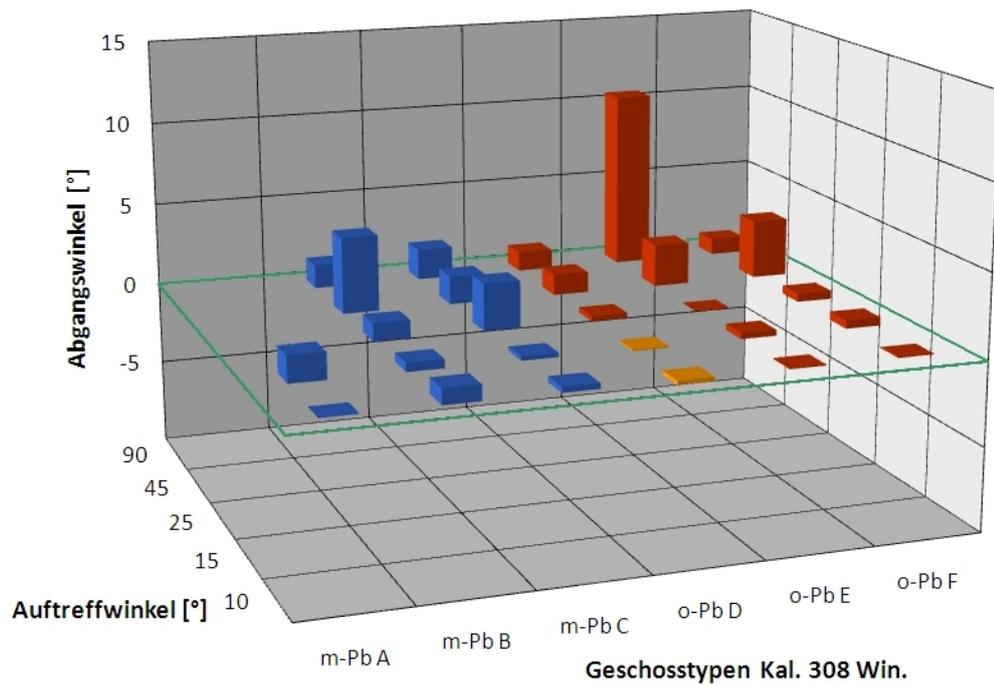
*A.2.2.2 25 m, Energieerhalt, Maximalwerte*



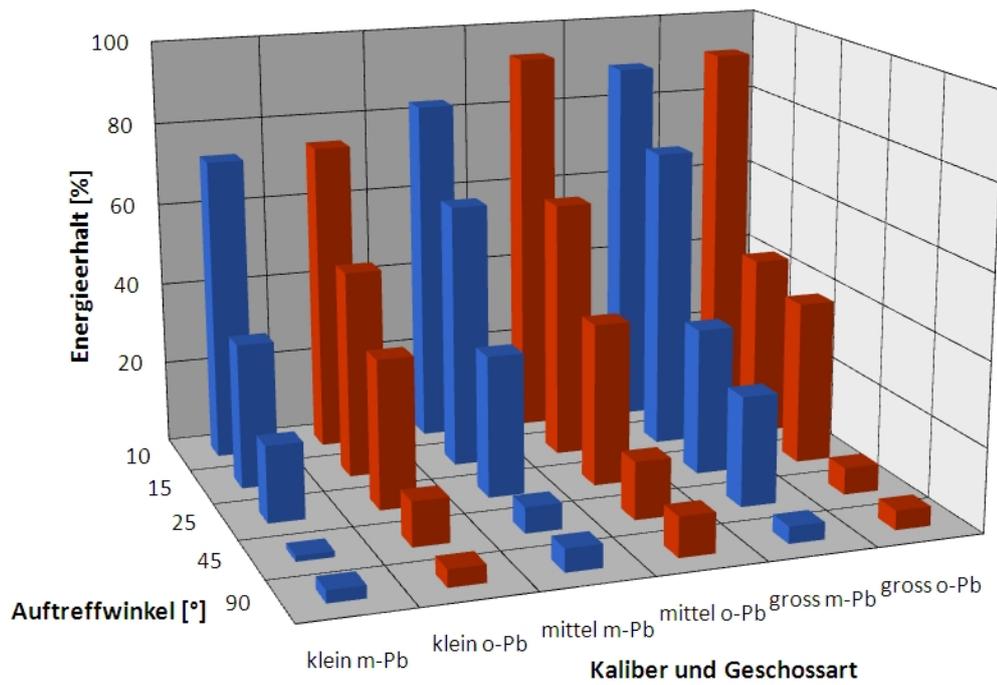
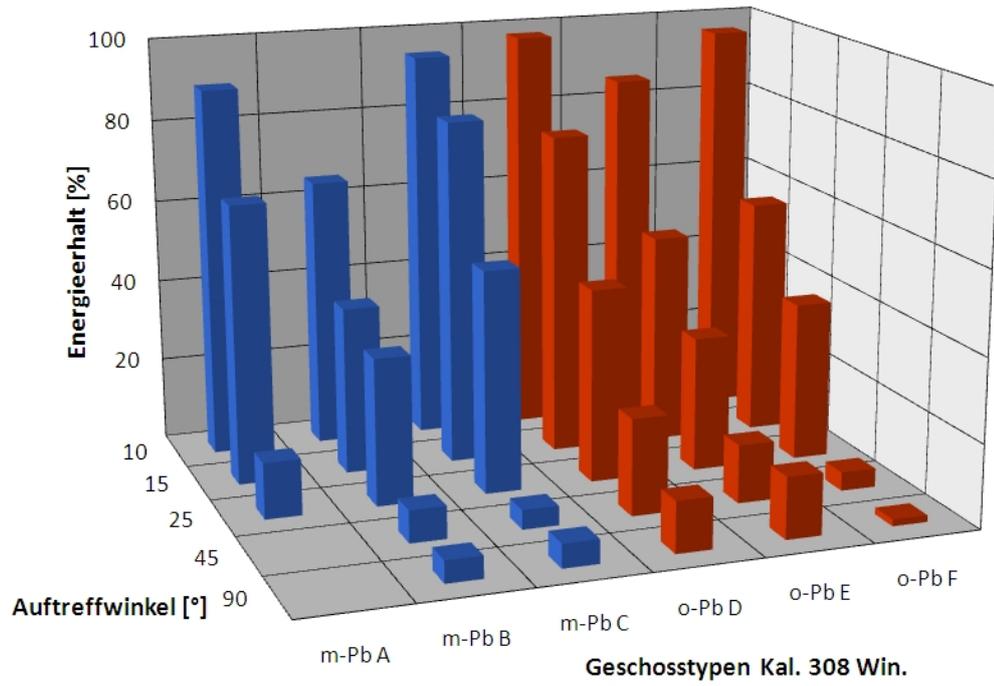
A.2.2.3 Baumstamm 25 m, Abgangswinkel, Mittelwerte



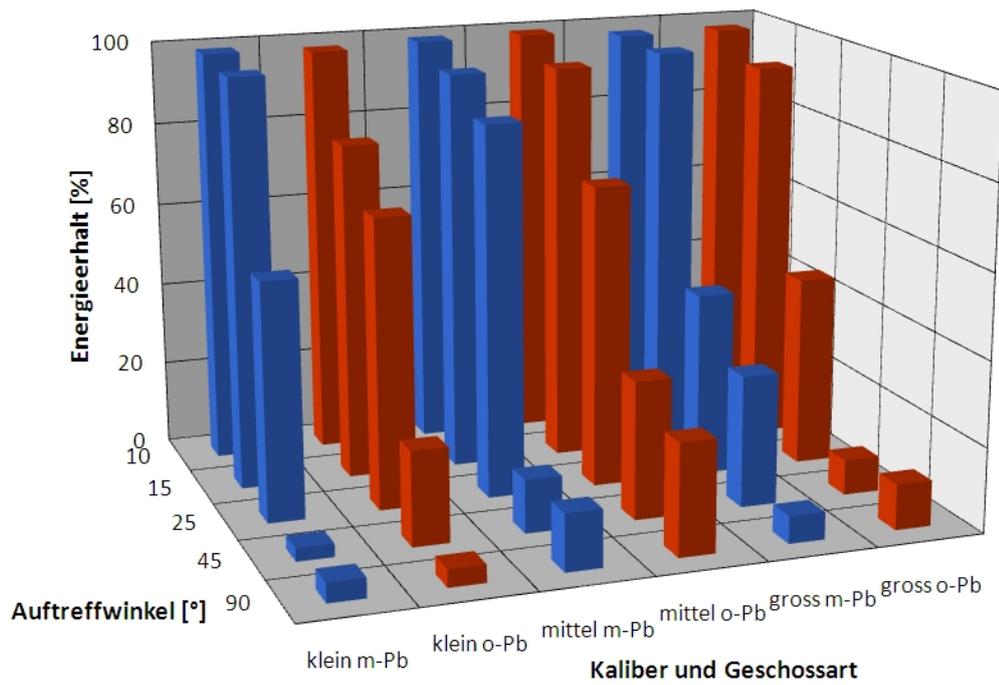
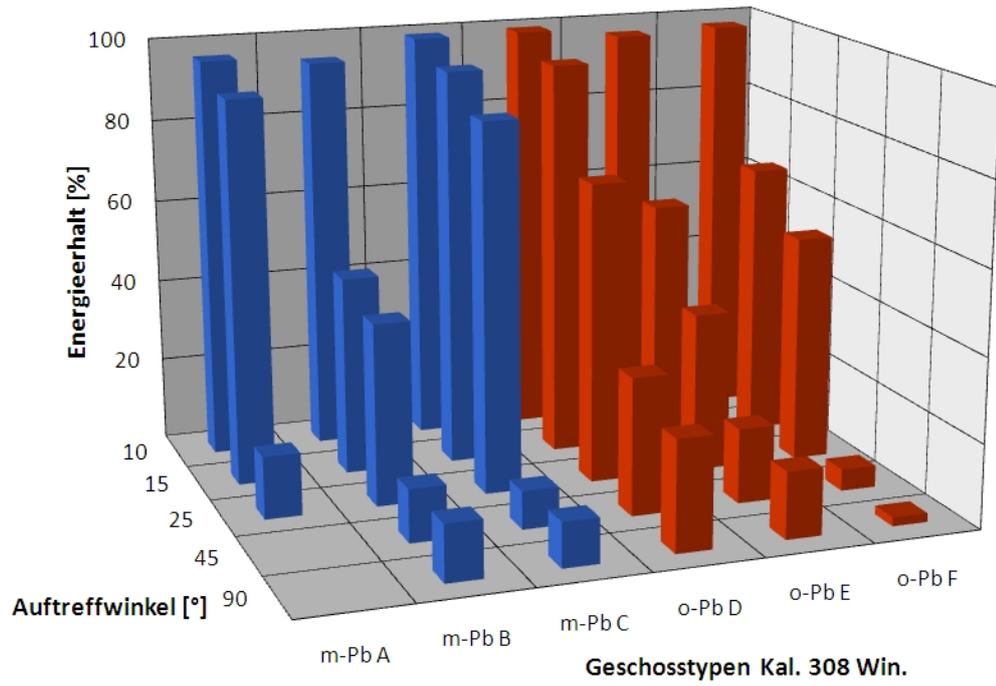
A.2.2.4 Baumstamm 25 m, Abgangswinkel, Maximalwerte



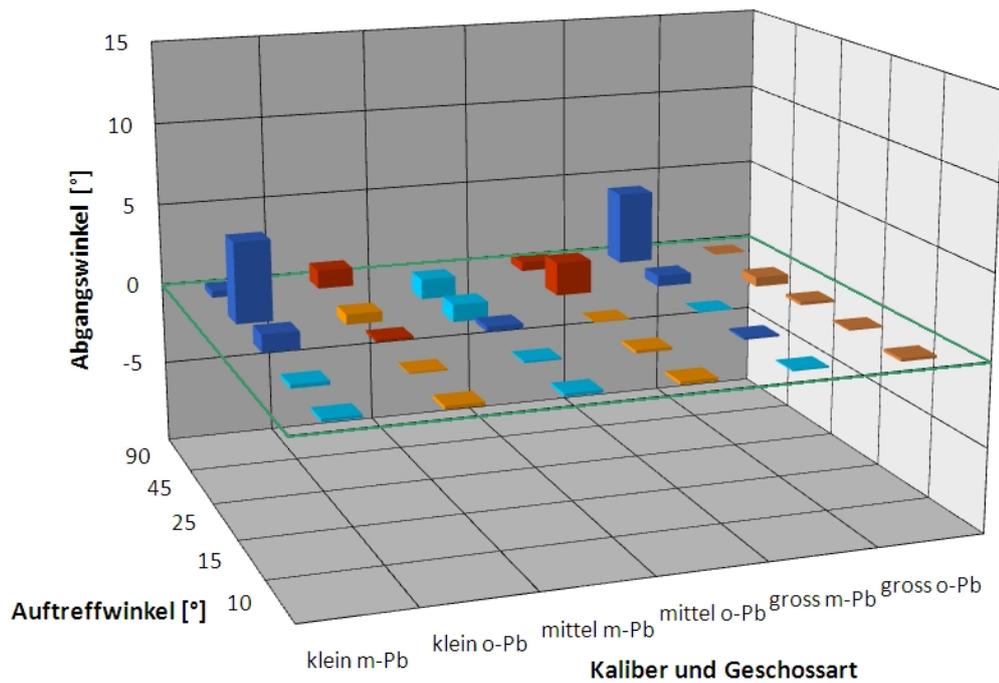
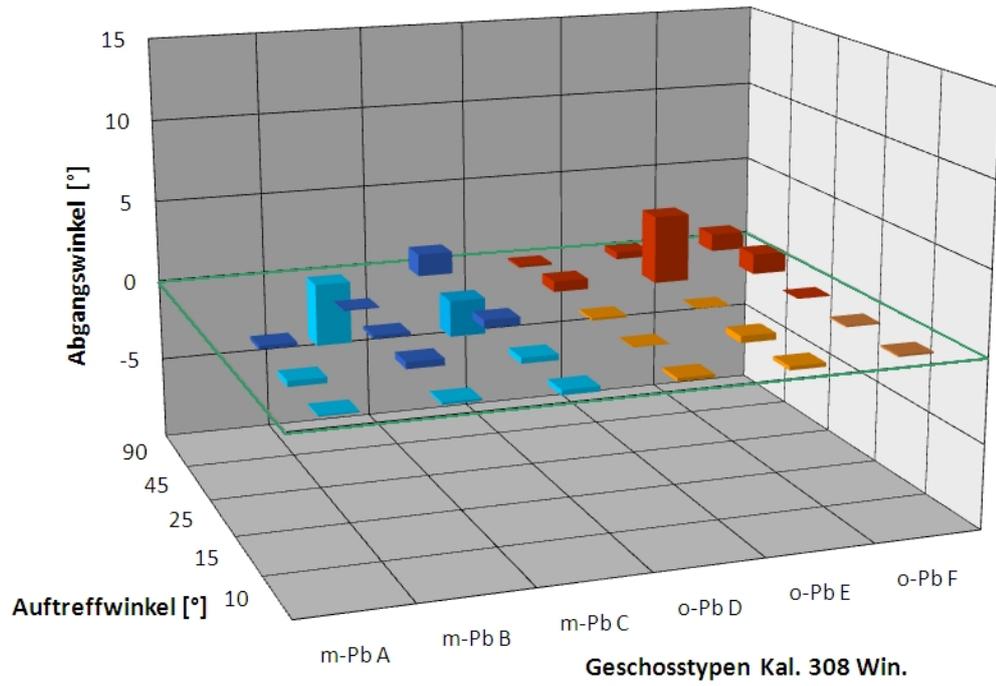
A.2.2.5 Baumstamm 50 m, Energieerhalt, Mittelwerte



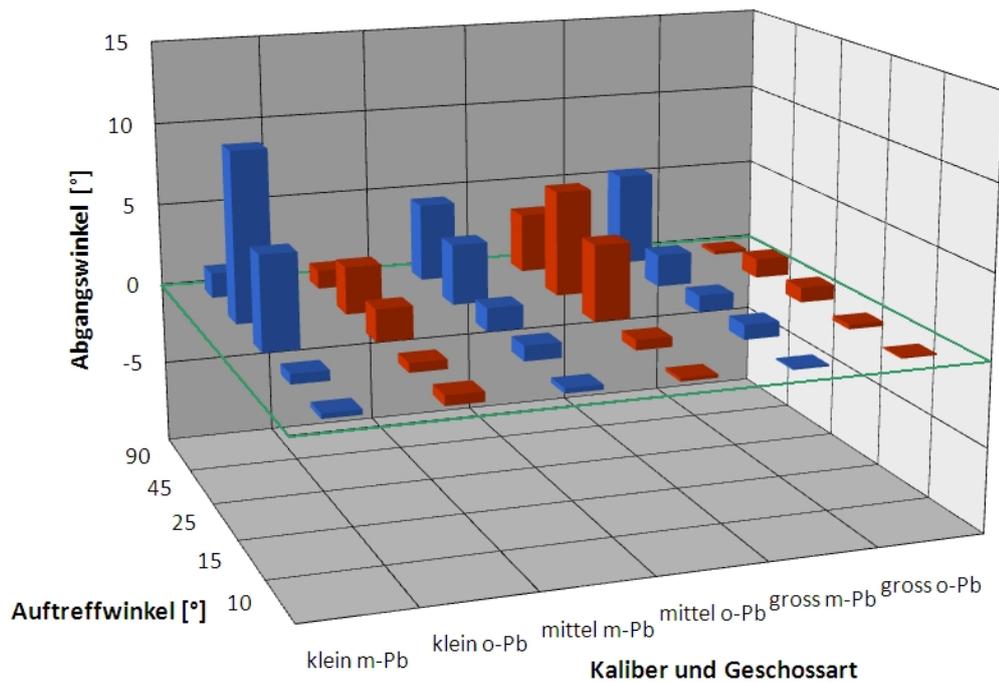
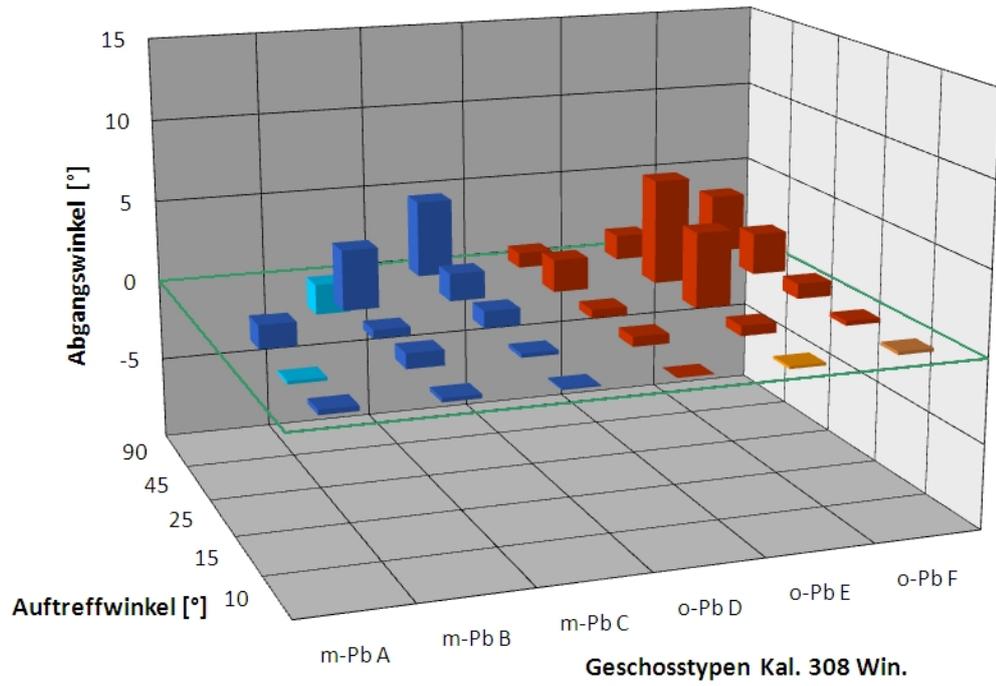
A.2.2.6 Baumstamm 50 m: Energieerhalt, Maximalwerte



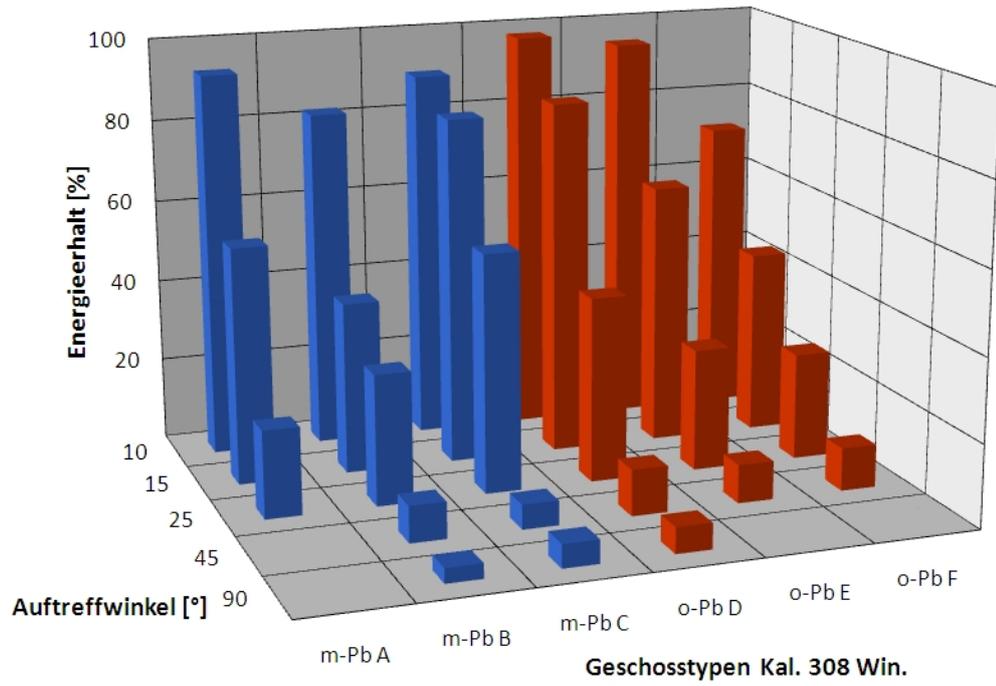
A.2.2.7 Baumstamm 50 m: Abgangswinkel, Mittelwerte



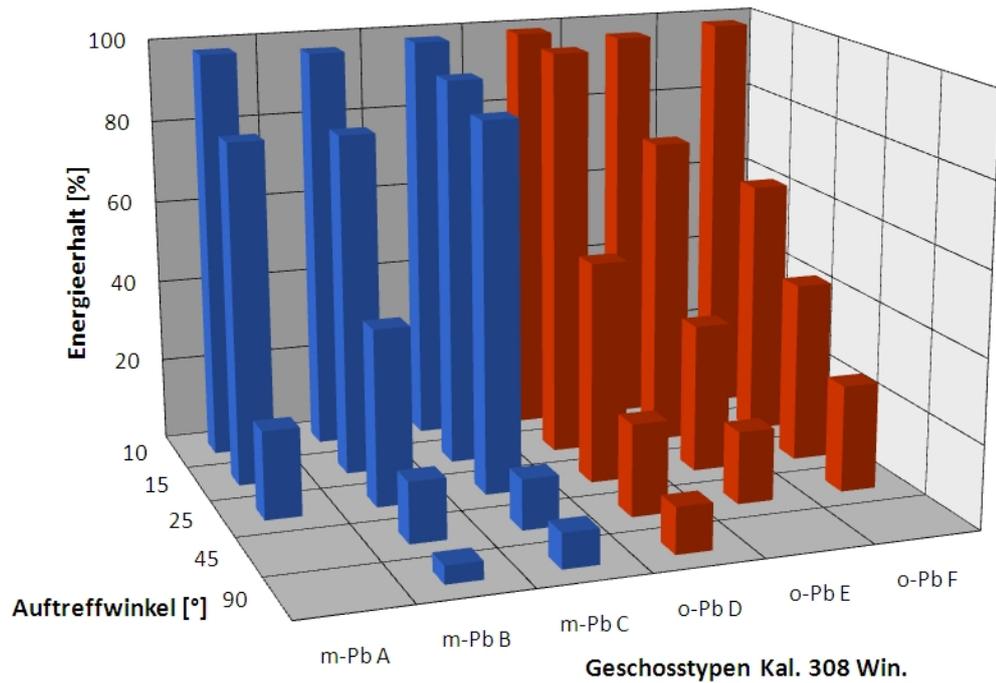
A.2.2.8 Baumstamm 50 m: Abgangswinkel, Maximalwerte



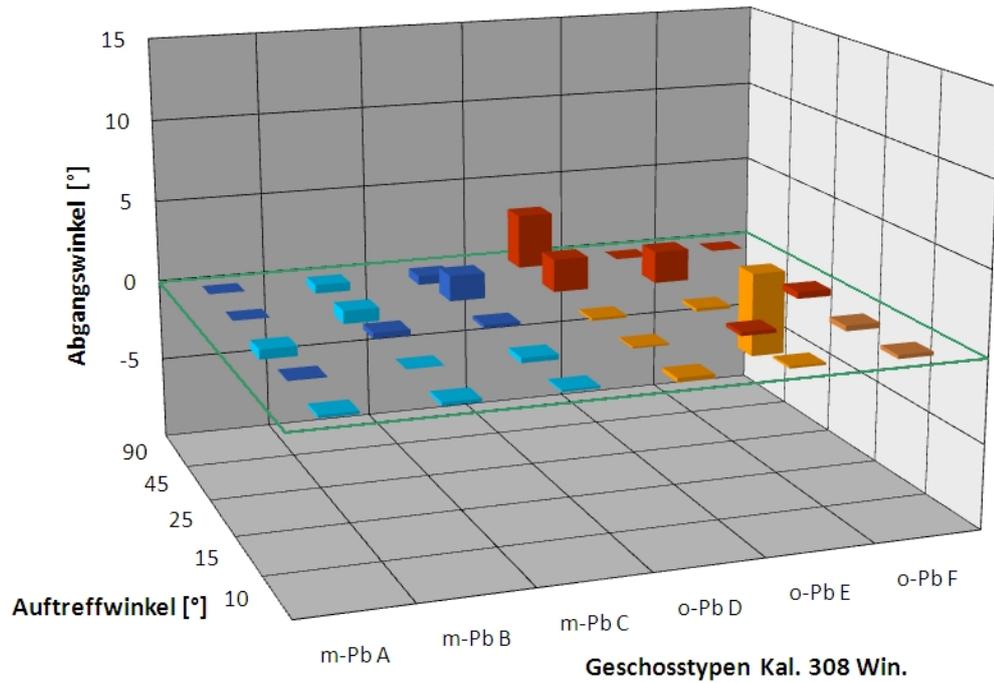
A.2.2.9 Baumstamm 100 m: Energieerhalt, Mittelwerte



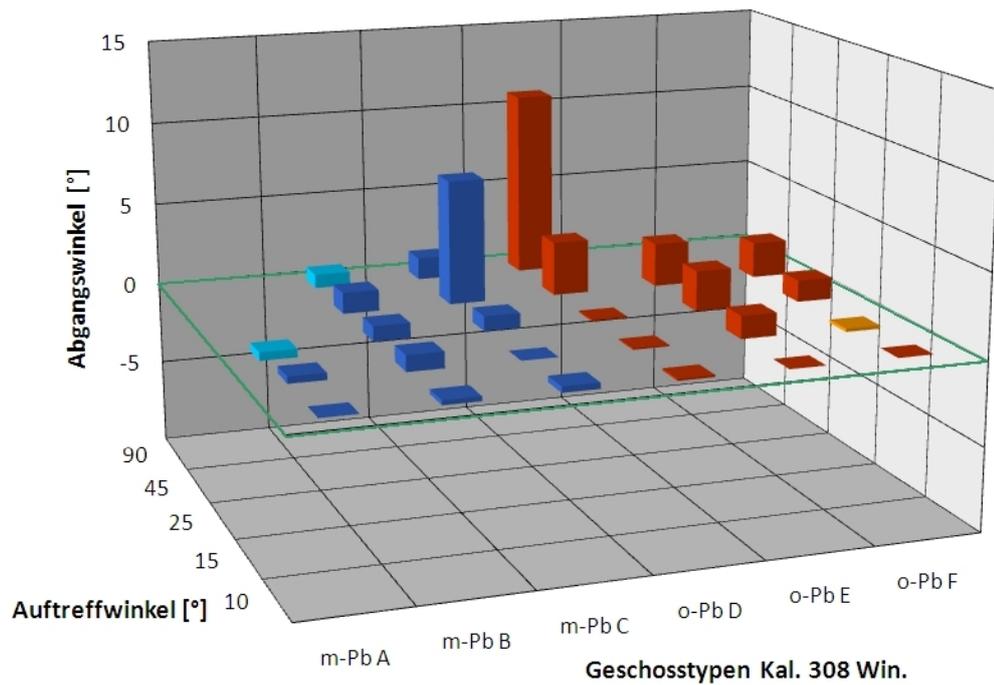
A.2.2.10 Baumstamm 100 m: Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.2.11 Baumstamm 100 m: Abgangswinkel, Mittelwerte

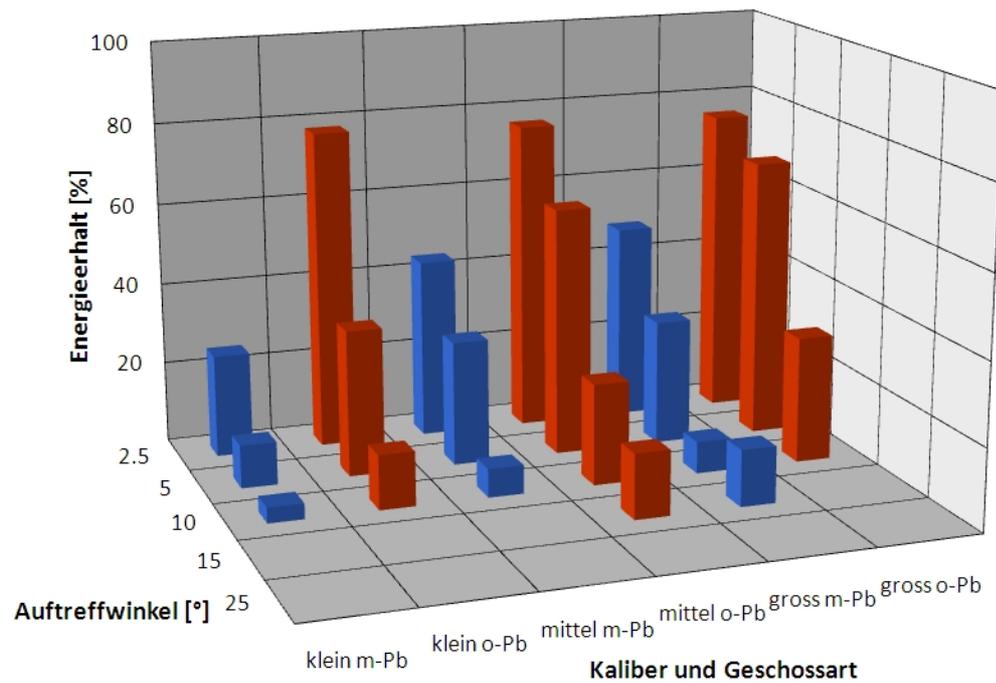
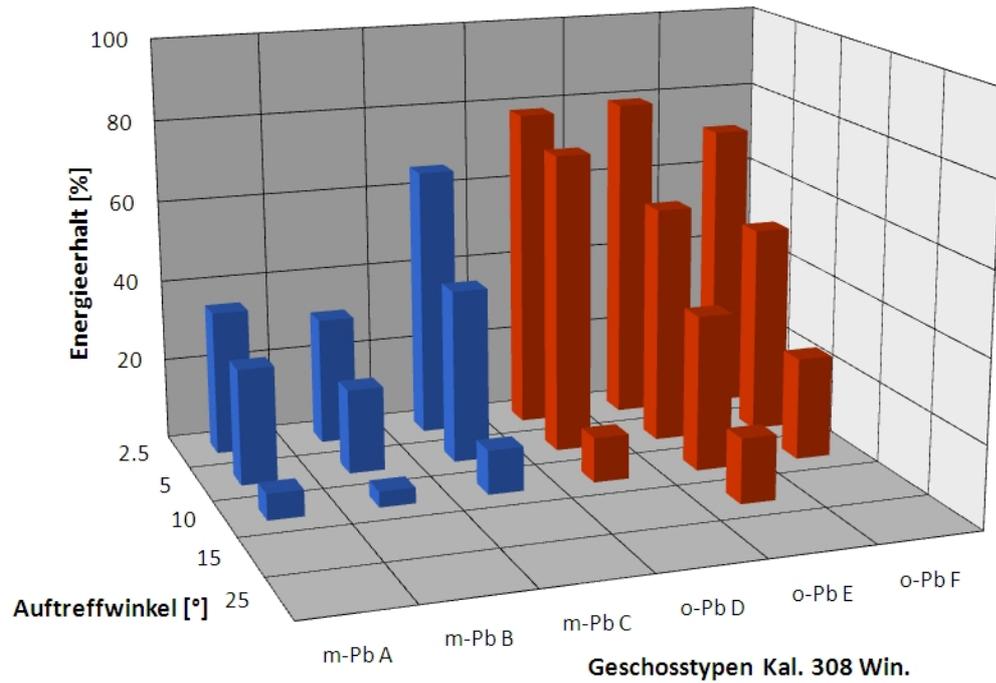


A.2.2.12 Baumstamm 100 m: Abgangswinkel, Maximalwerte

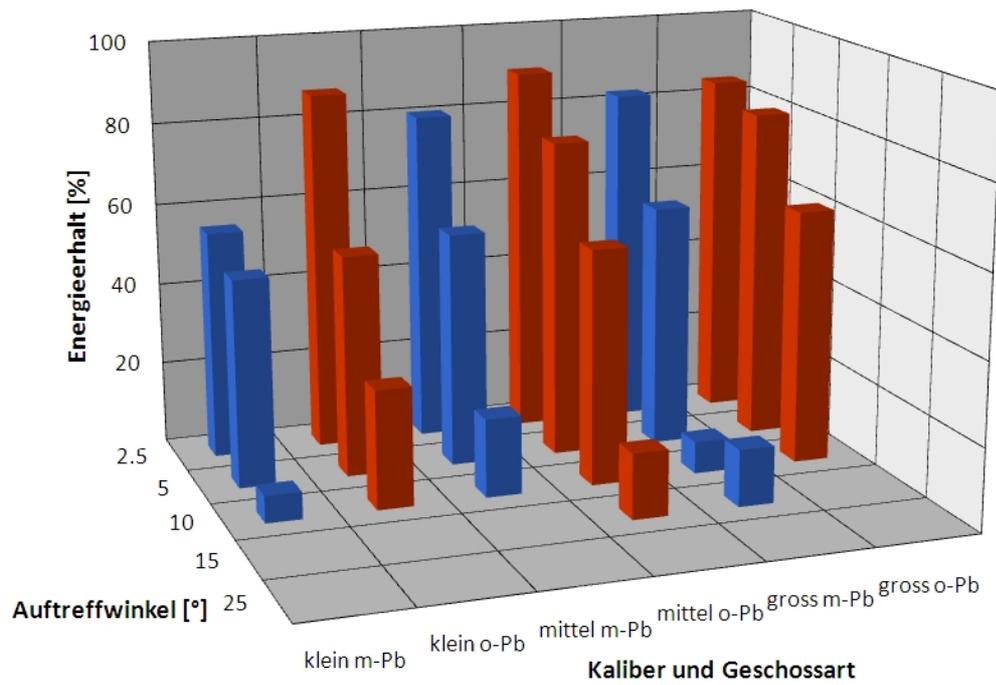
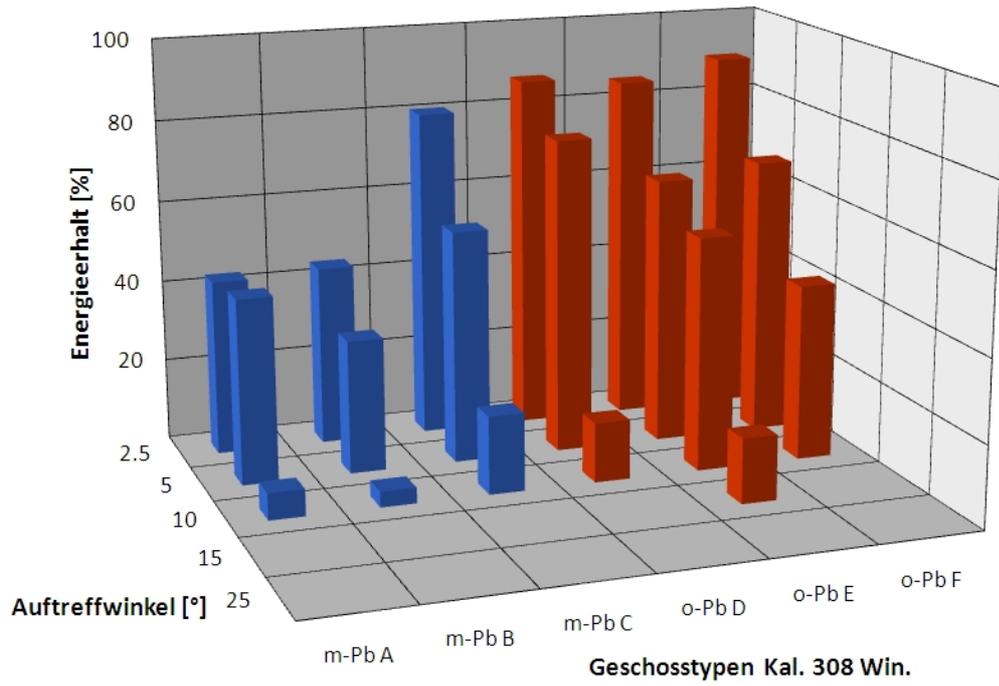


### A.2.3 Naturweg (harter Boden)

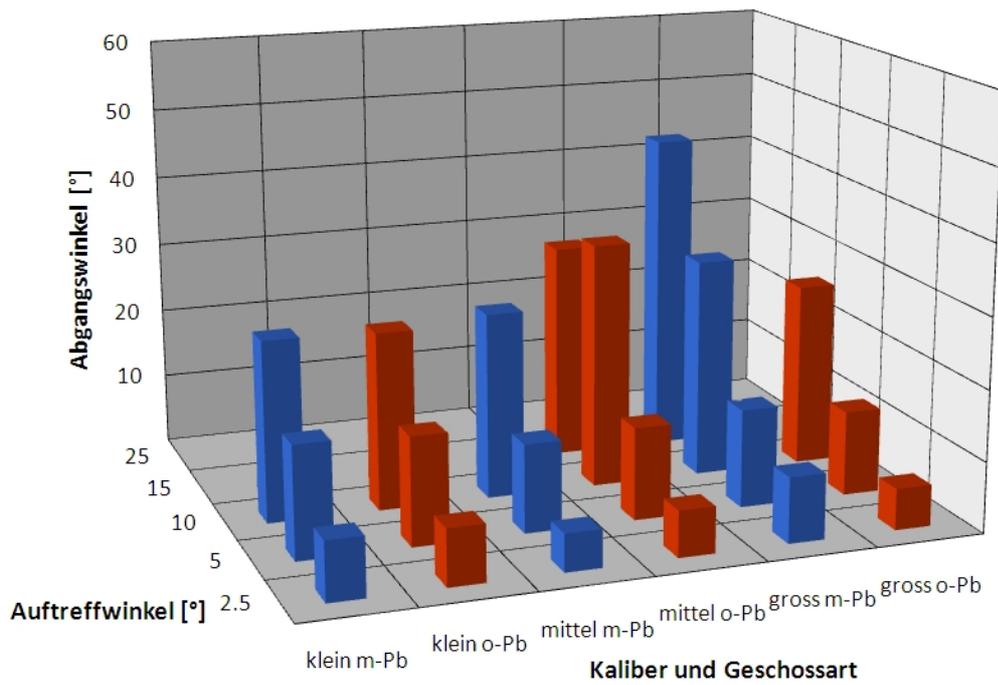
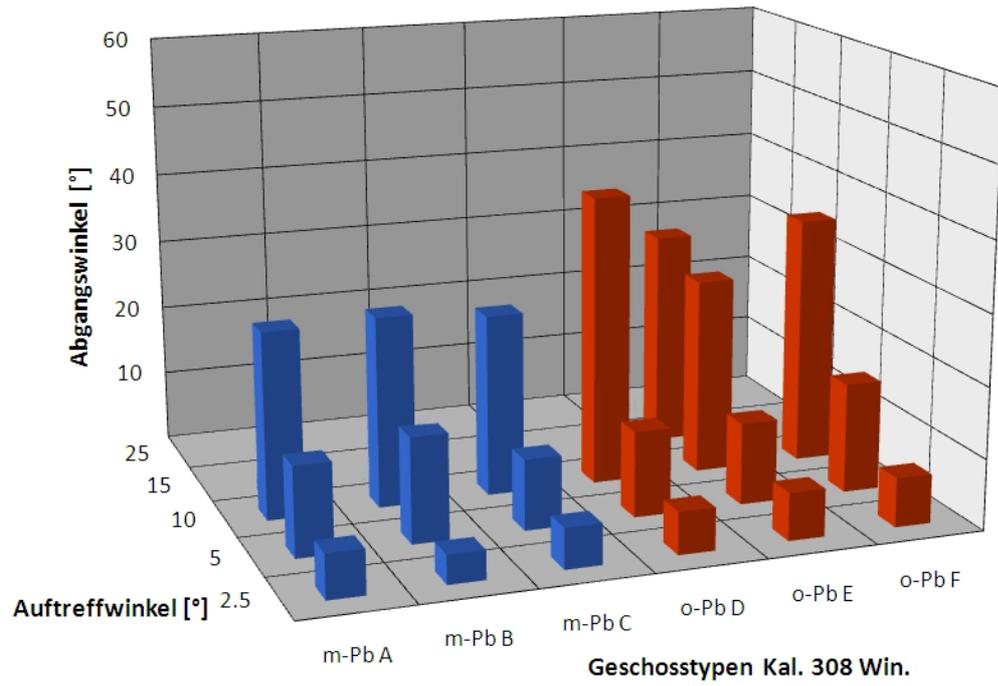
#### A.2.3.1 Energieerhalt, Mittelwerte



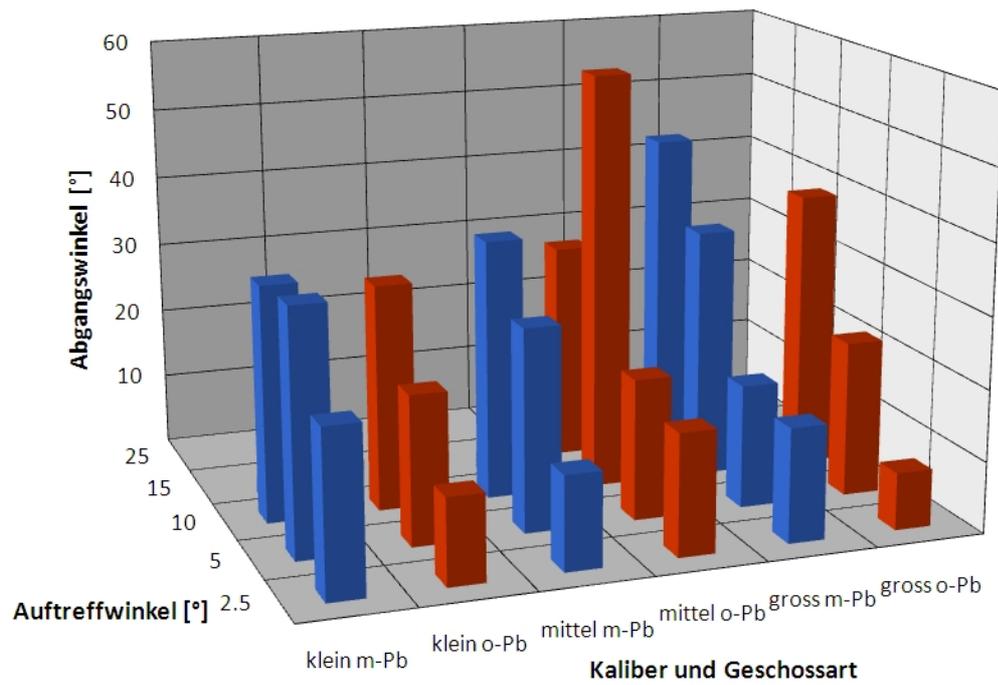
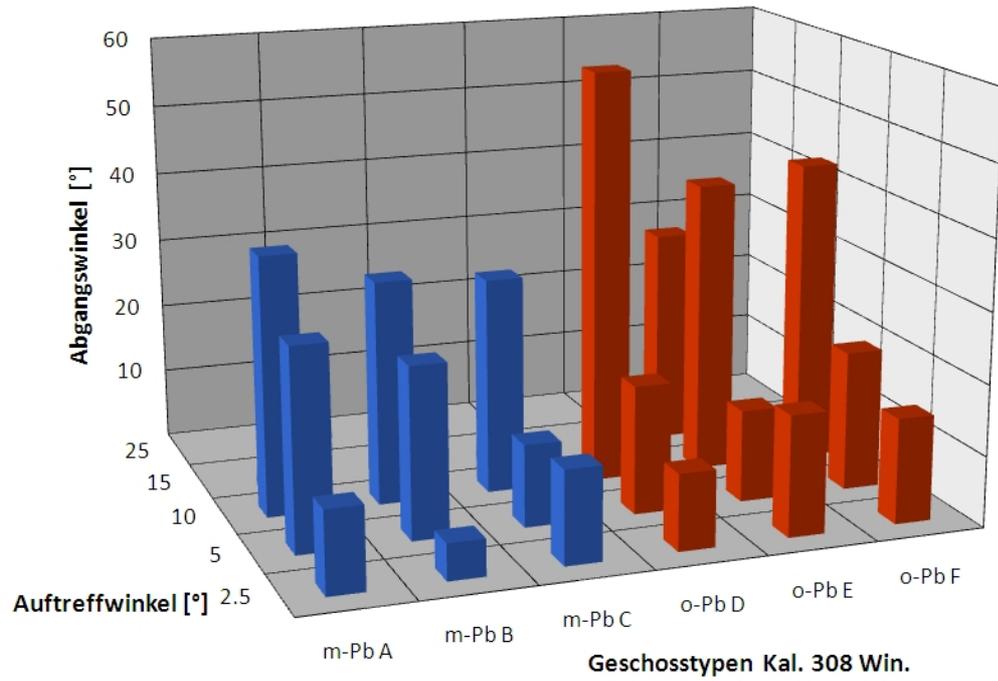
A.2.3.2 Naturweg: Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.3.3 Naturweg: Abgangswinkel, Mittelwerte

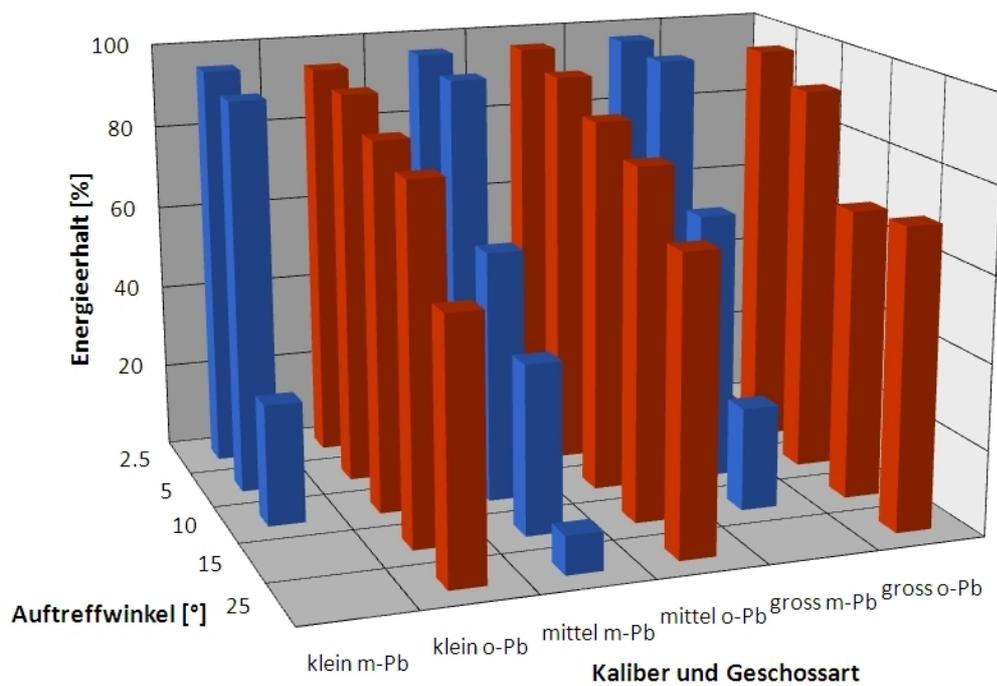
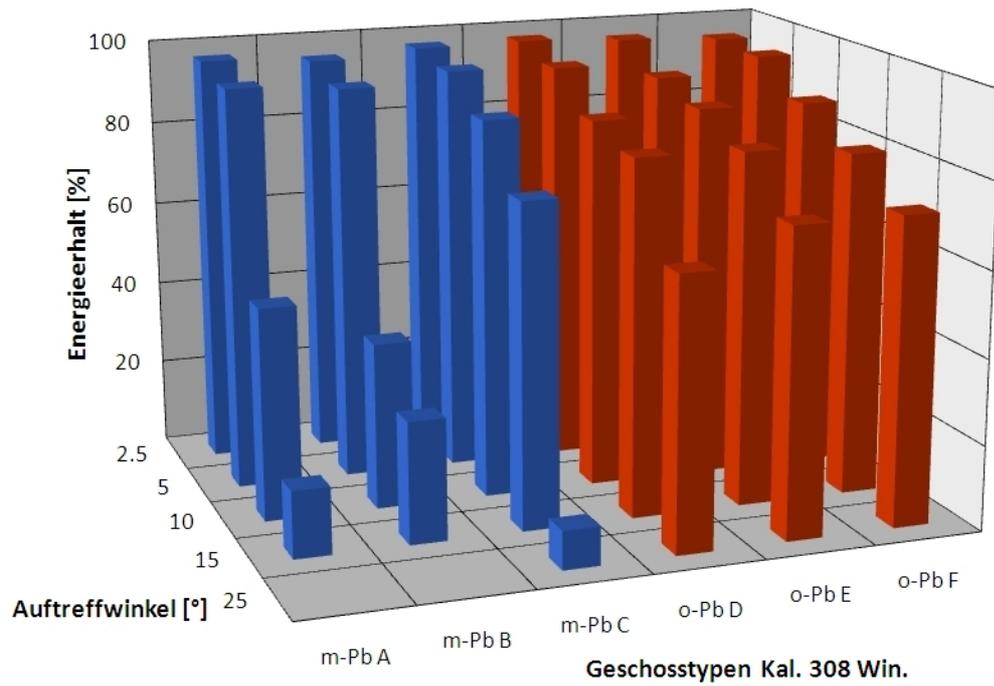


A.2.3.4 Naturweg: Abgangswinkel, Maximalwerte

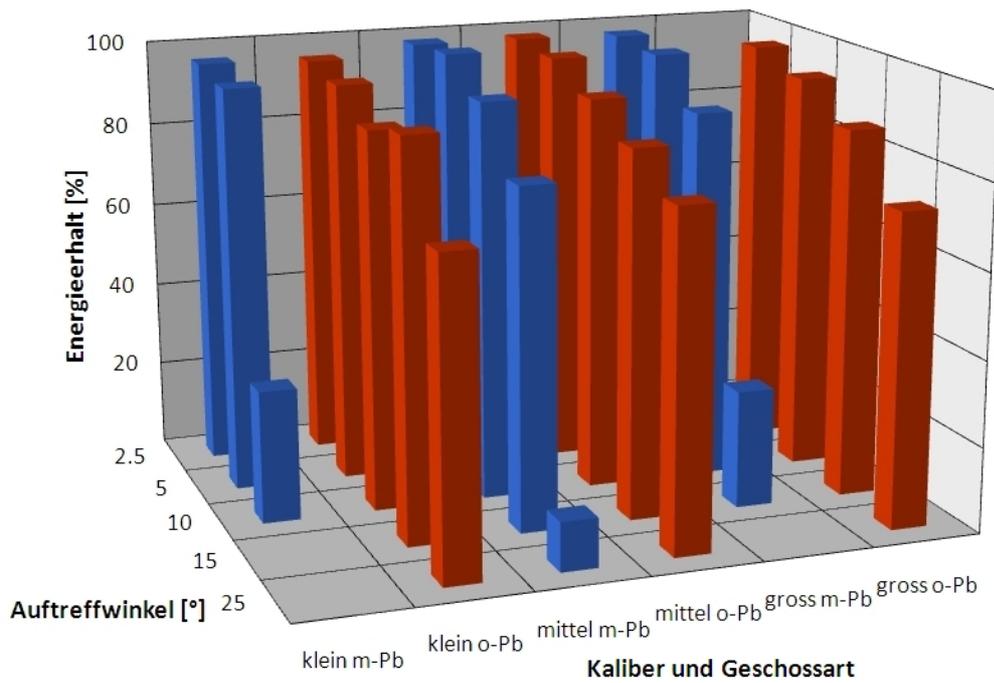
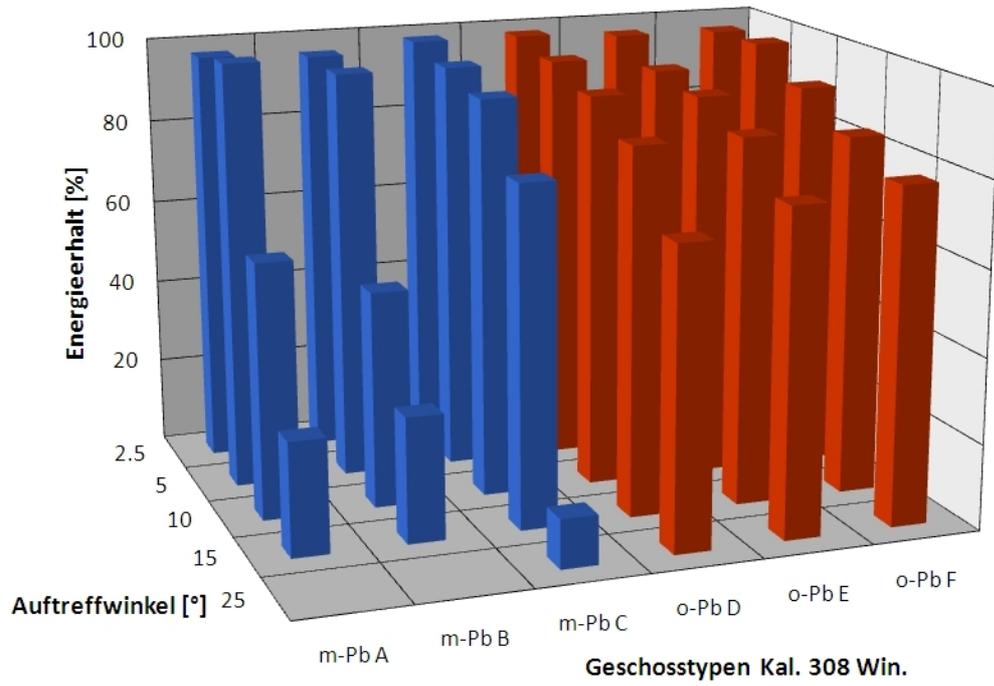


## A.2.4 Steinplatte

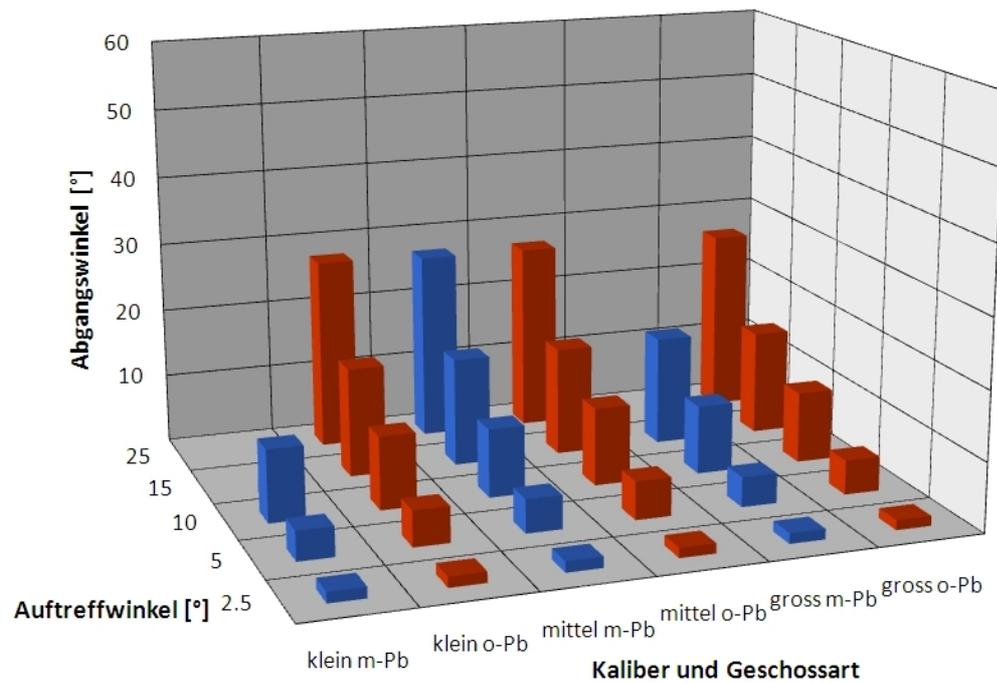
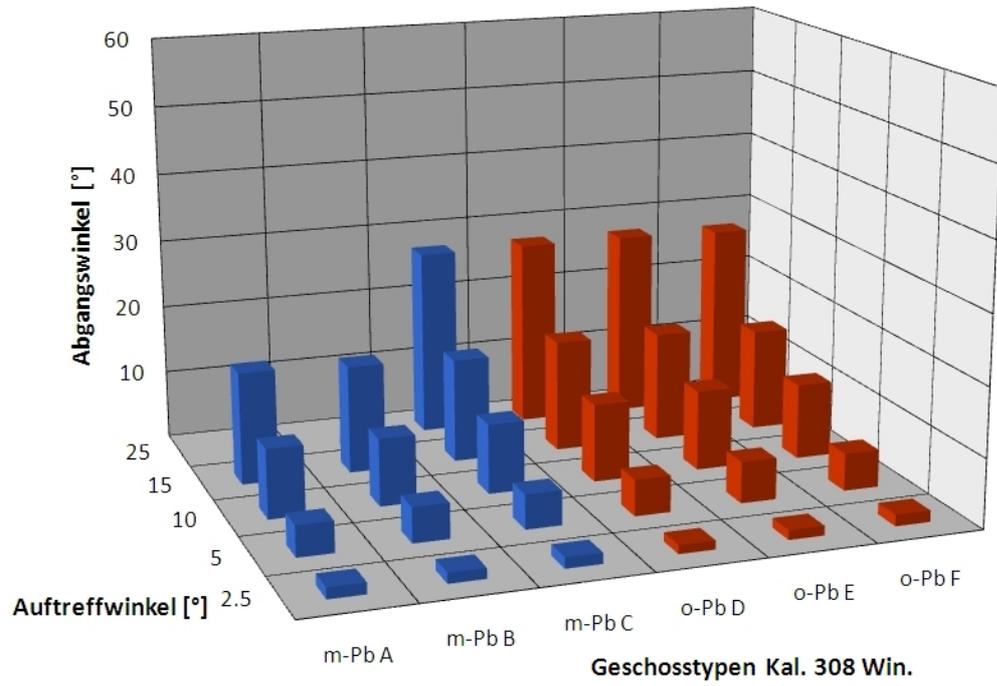
### A.2.4.1 Energieerhalt, Mittelwerte



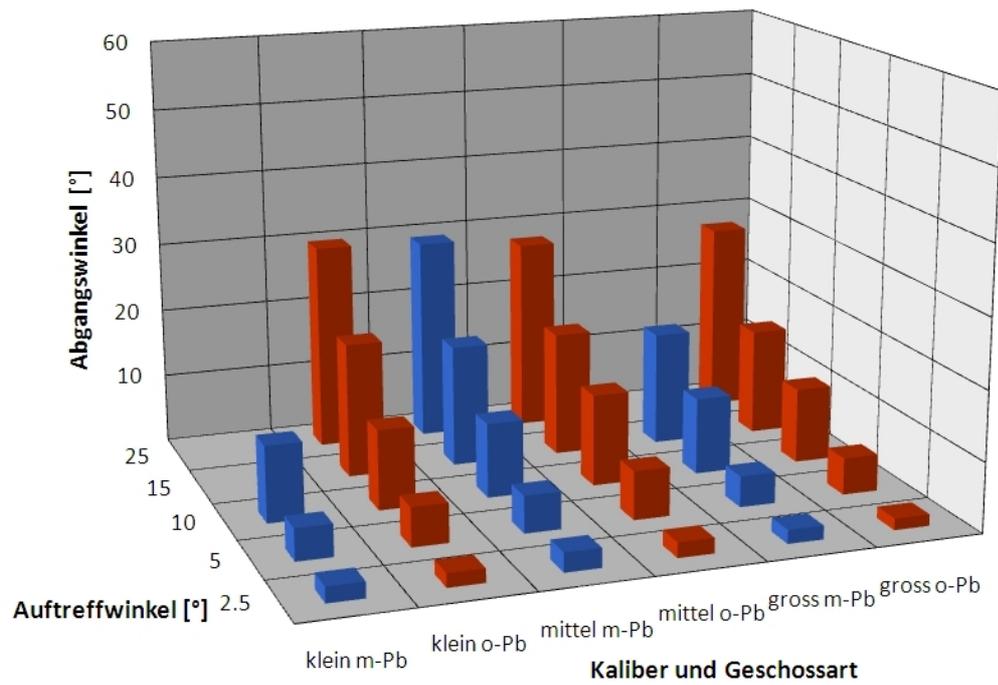
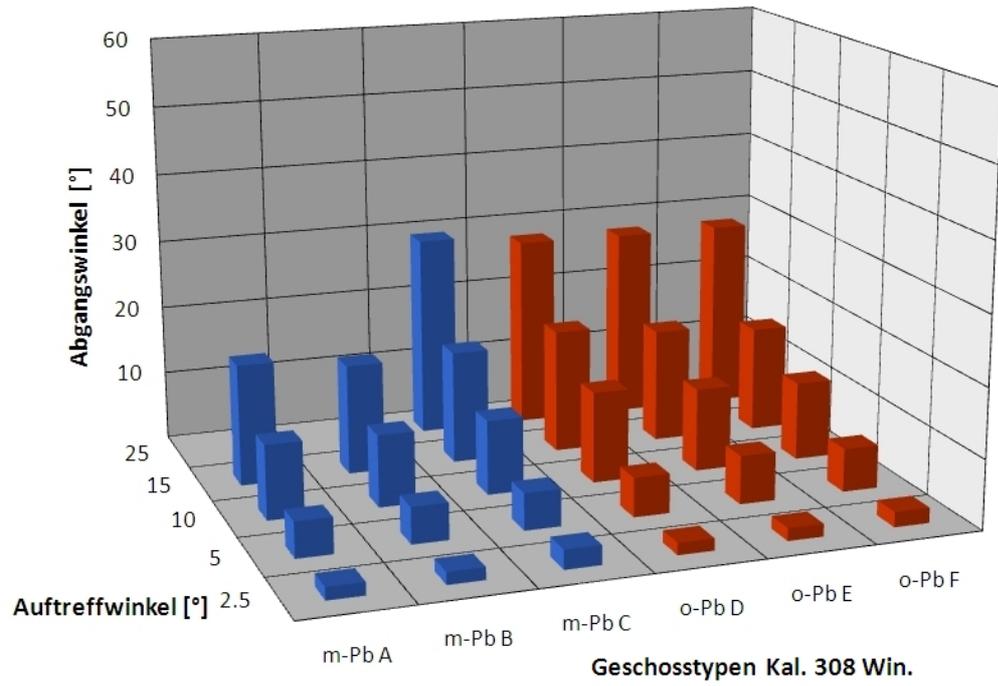
A.2.4.2 Steinplatte: Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.4.3 Steinplatte: Abgangswinkel, Mittelwerte

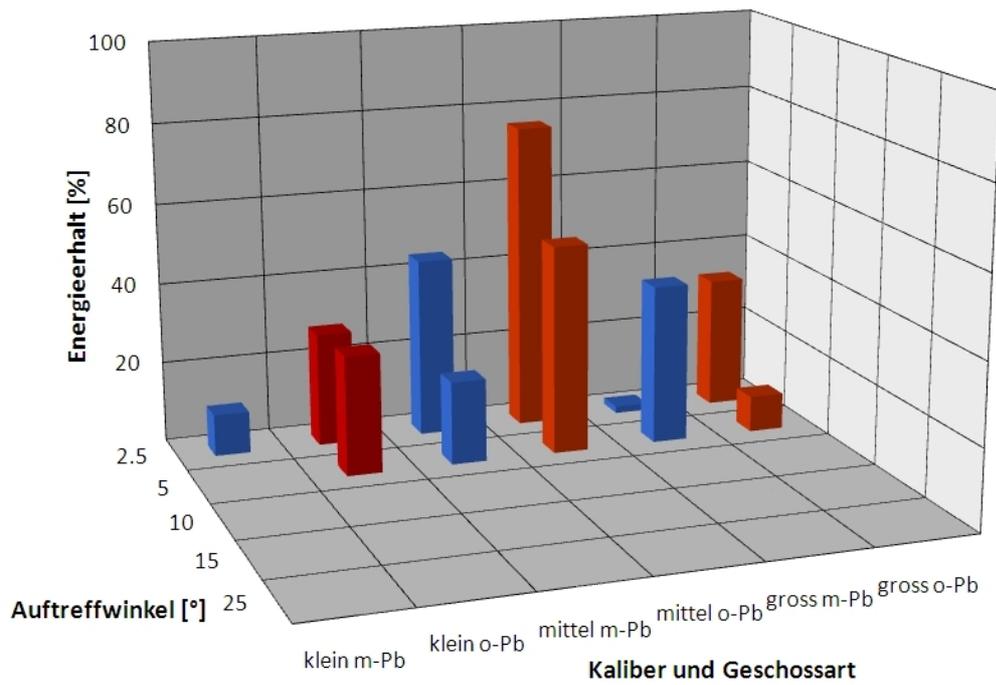
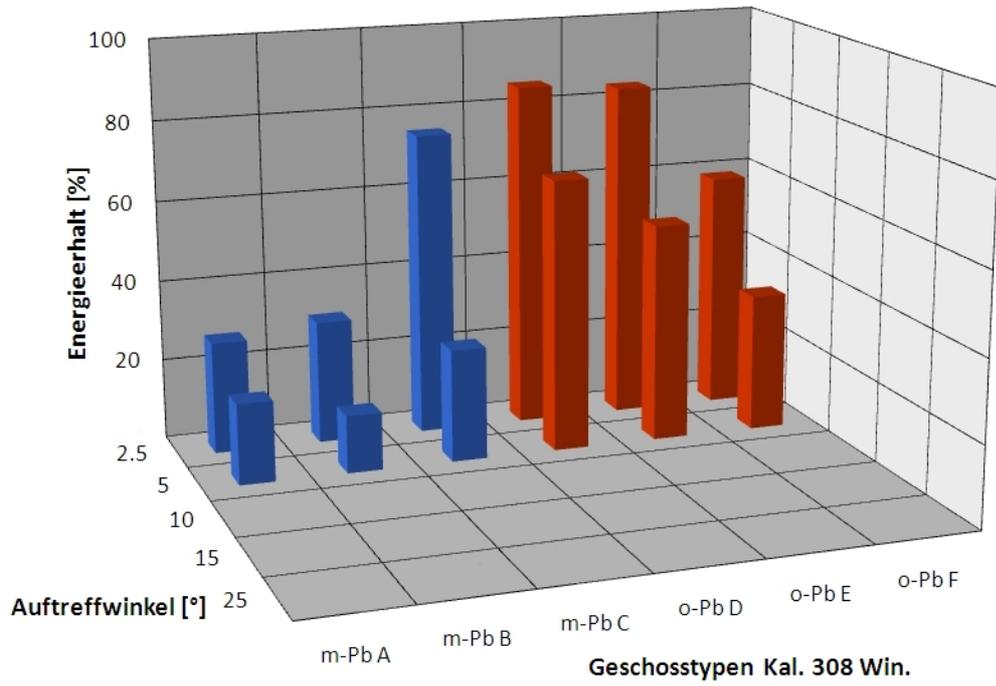


A.2.4.4 Steinplatte: Abgangswinkel, Maximalwerte

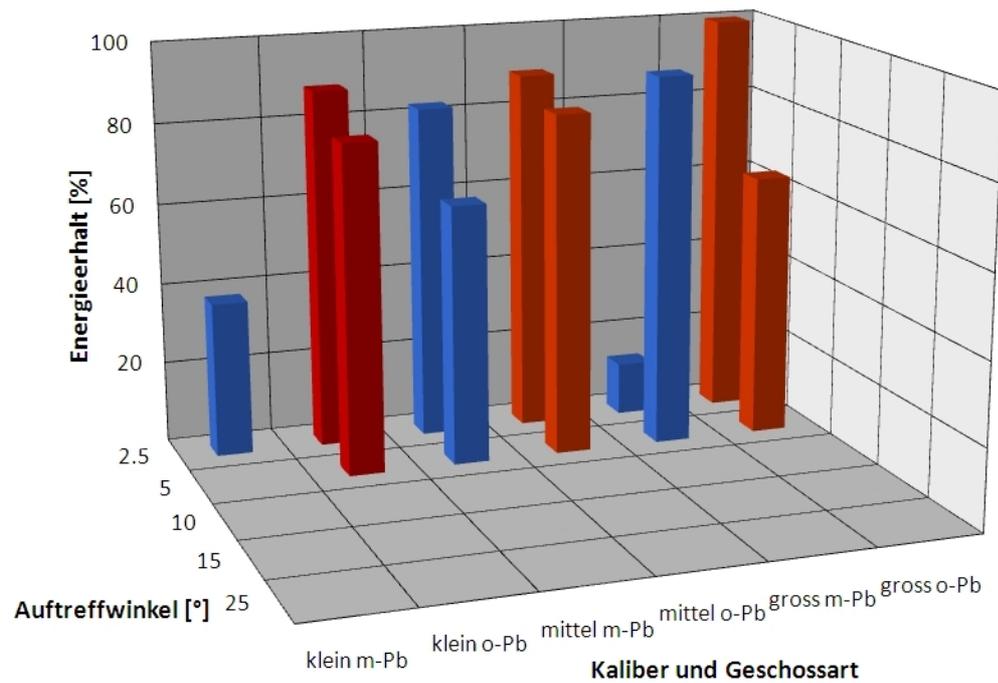
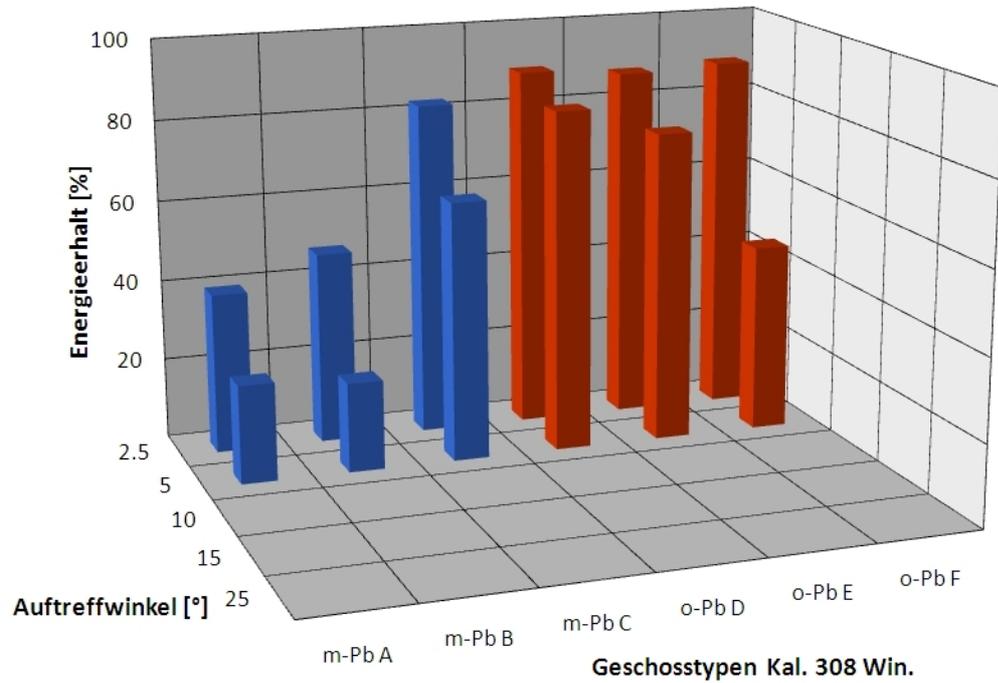


**A.2.5 Weicher Boden**

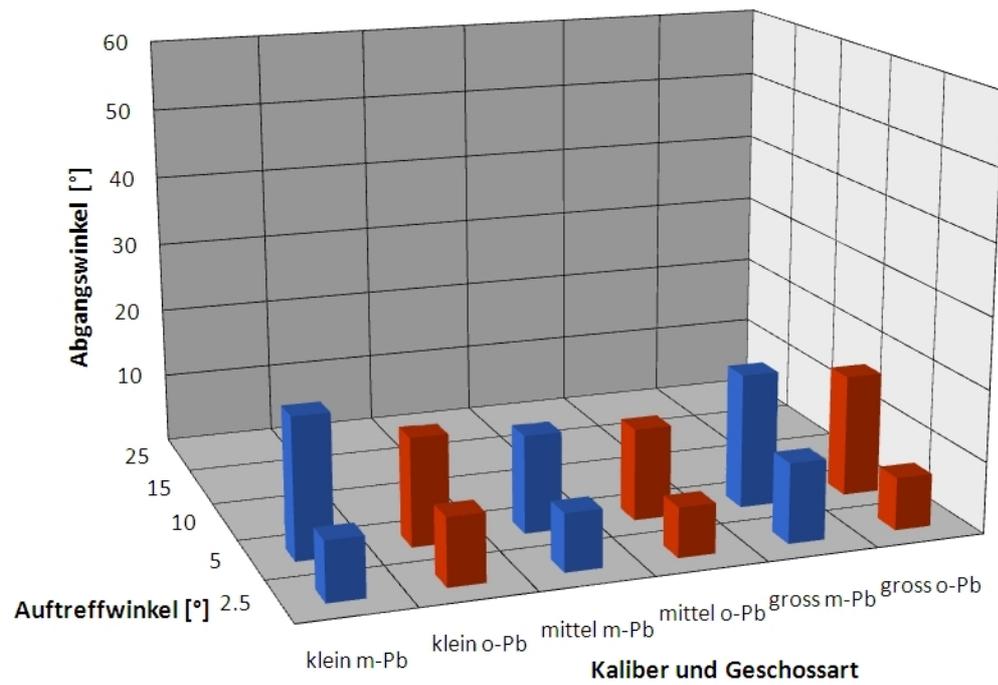
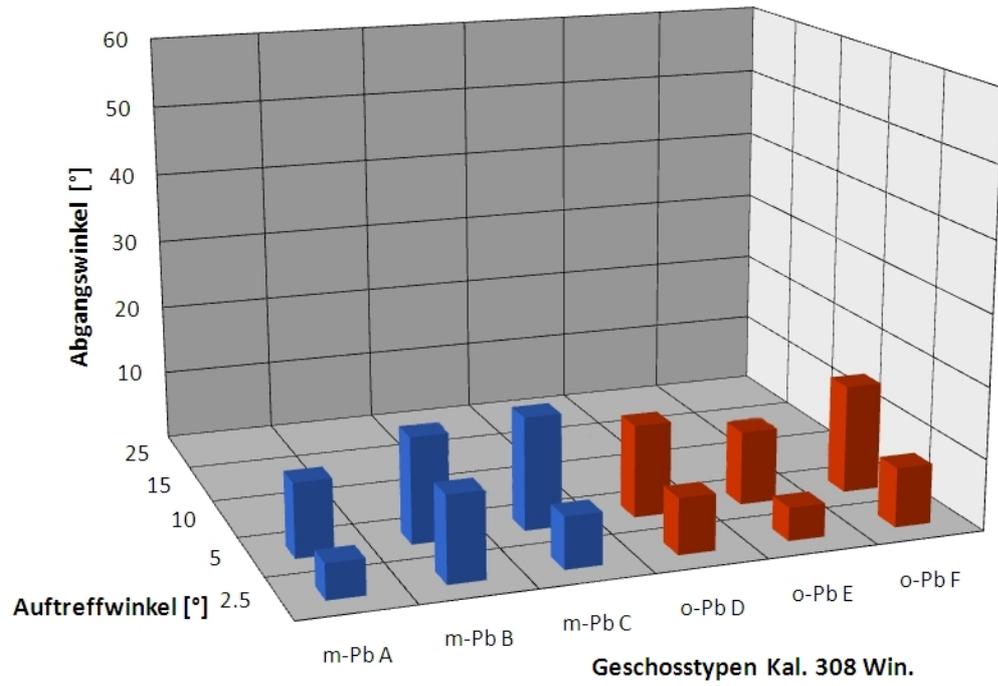
*A.2.5.1 Energieerhalt, Mittelwerte*



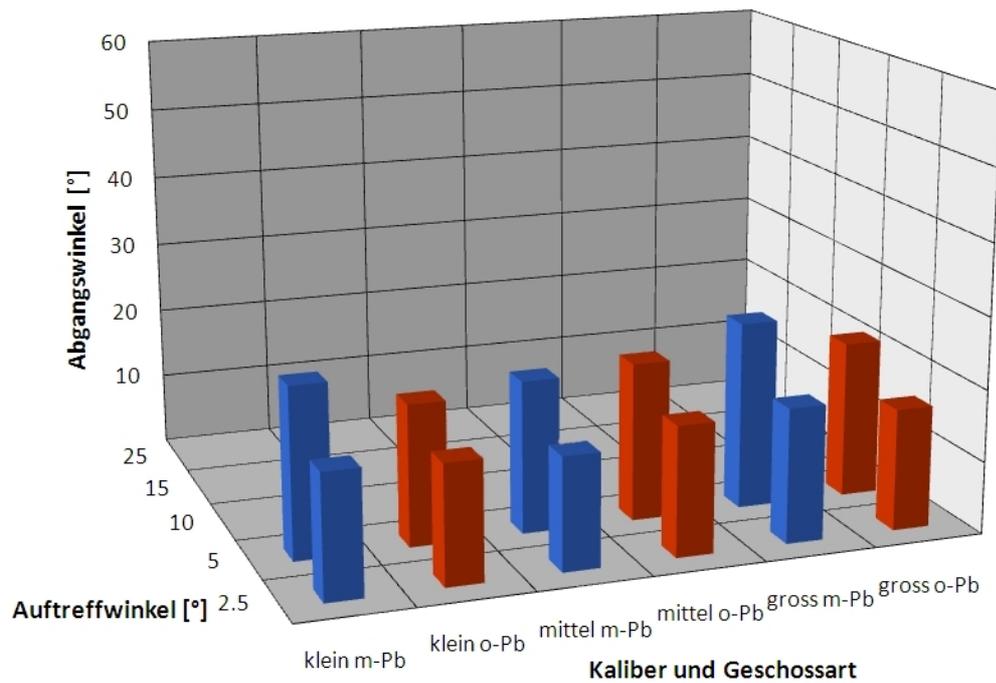
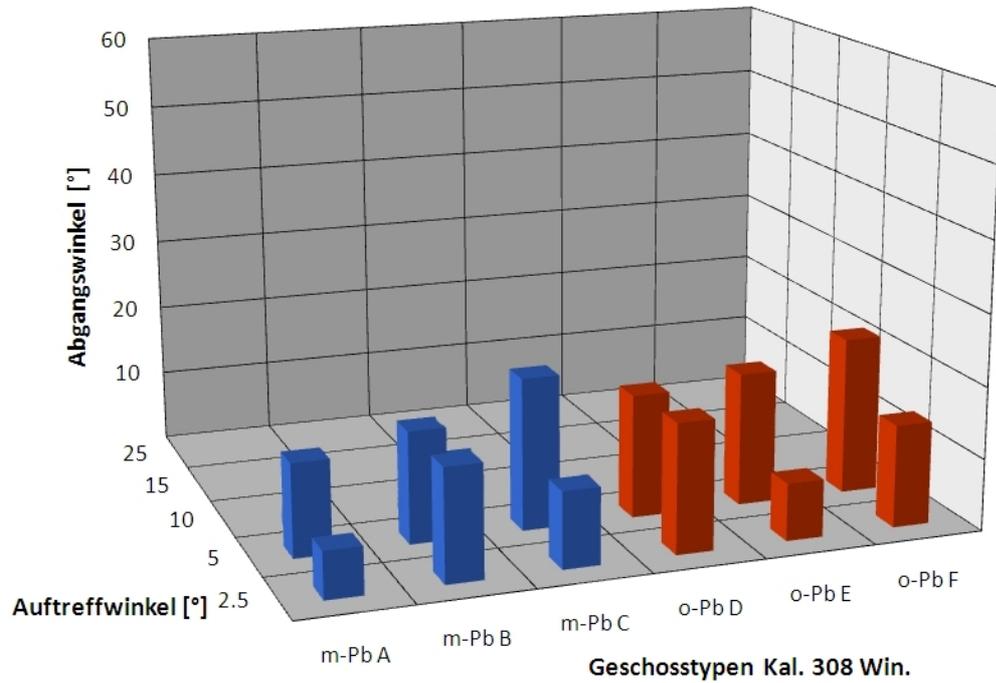
A.2.5.2 Weicher Boden: Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.5.3 Weicher Boden: Abgangswinkel, Mittelwerte



A.2.5.4 Weicher Boden: Abgangswinkel, Maximalwerte



d = 25 m

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

**TA 1**

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum				
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$		
243 Win	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
308 Win	A	6	97.9	98.2	98.6	-1.4	0.7	6.6	0.2	0.5	1.2								
	B	6	98.0	98.4	98.7	-0.2	1.1	3.3	-0.5	0.8	1.0								
	C	5	97.6	97.9	98.4	-1.0	1.0	4.2	-1.0	1.0	1.0	98.2	0.9	0.8	98.7	6.6	1.2		
	D	7	97.8	98.2	98.7	-1.1	2.1	4.4	-1.3	1.9	2.4								
	E	6	96.2	96.7	97.0	0.0	0.3	0.7	-2.5	1.4	0.3								
	F	6	97.0	97.7	98.5	-4.5	0.8	5.0	-1.3	1.6	1.8	97.5	1.0	1.6	98.7	5.0	2.4		
9.3 x 74	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
Gesamtwert																			
											mit Blei	98.2	0.9	0.8	98.7	6.6	1.2		
											ohne Blei	97.5	1.0	1.6	98.7	5.0	2.4		

A-30







d = 100 m

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

**TA 1**

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum			
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$	
243 Win	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
308 Win	A	6	97.6	97.9	98.2	-4.9	-1.0	4.1	-0.5	0.9	1.2							
	B	5	96.8	97.8	98.5	-6.5	0.9	7.6	-1.5	1.8	2.0							
	C	6	97.3	97.8	98.1	-4.4	0.7	3.1	-2.1	1.2	0.2	97.8	0.2	1.3	98.5	7.6	2.0	
	D	6	96.4	97.4	98.6	-7.3	-0.1	8.2	-3.6	3.8	4.1							
	E	9	96.0	96.8	97.3	-2.5	0.1	2.4	-1.0	1.0	1.0							
	F	5	97.3	97.7	98.3	-4.3	-1.8	0.2	-2.0	1.4	0.8	97.3	-0.6	2.1	98.6	8.2	4.1	
9.3 x 74	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
Gesamtwert																		
mit Blei											97.8	0.2	1.3	98.5	7.6	2.0		
ohne Blei											97.3	-0.6	2.1	98.6	8.2	4.1		

A-34

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

**TA 2**

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum				
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$		
243 Win	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
308 Win	A	6	96.5	97.3	98.2	-8.1	-6.0	-4.4	0.0	0.6	1.2								
	B	6	96.5	97.0	97.5	-8.7	-5.5	6.8	-2.0	1.6	1.2								
	C	10	96.0	96.6	97.3	-11.5	-0.6	8.3	-4.1	3.6	3.1	97.0	-4.0	1.9	98.2	8.3	3.1		
	D	8	95.8	96.5	97.6	-7.1	3.6	10.2	-3.3	4.0	4.8								
	E	6	95.0	95.7	96.4	-3.5	-0.2	3.8	-0.8	0.8	0.8								
	F	6	96.0	96.5	96.9	-4.1	2.3	7.6	-2.8	2.8	2.9	96.2	1.9	2.5	97.6	10.2	4.8		
9.3 x 74	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
Gesamtwert																			
											mit Blei	97.0	-4.0	1.9	98.2	8.3	3.1		
											ohne Blei	96.2	1.9	2.5	97.6	10.2	4.8		

A-35

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 25 m**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]								
	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
TA 1	98.2	97.5	98.7	98.7				
TA 2	97.2	95.6	98.1	97.9				
Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.05	0.06	0.37	0.28	0.9	1.0	6.6	5.0
TA 2	0.09	-0.03	0.48	0.40	1.6	-0.6	8.6	7.0
Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-0.06	-0.14	0.07	0.14	-1.0	-2.5	1.2	2.4
TA 2	-0.14	-0.19	0.11	0.25	-2.5	-3.4	2.0	4.5

A-36

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 25 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			98.2	97.5			TA 1	98.2	98.4	97.9	98.2	96.7	97.7
TA 2			97.2	95.6			TA 2	96.9	97.6	97.1	97.2	92.6	97.0
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			0.05	0.06			TA 1	0.04	0.06	0.06	0.12	0.01	0.04
TA 2			0.09	-0.03			TA 2	-0.04	0.02	0.28	-0.06	0.02	-0.05
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1			0.9	1.0			TA 1	0.7	1.1	1.0	2.1	0.3	0.8
TA 2			1.6	-0.6			TA 2	-0.6	0.4	4.9	-1.1	0.3	-0.9

A-37

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 25 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			98.7	98.7			TA 1	98.6	98.7	98.4	98.7	97.0	98.5
TA 2			98.1	97.9			TA 2	97.2	98.1	97.5	97.9	96.5	97.4
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			0.37	0.28			TA 1	0.37	0.18	0.23	0.25	0.04	0.28
TA 2			0.48	0.40			TA 2	0.32	0.44	0.48	0.40	0.11	0.30
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1			6.6	5.0			TA 1	6.6	3.3	4.2	4.4	0.7	5.0
TA 2			8.6	7.1			TA 2	5.6	7.7	8.6	7.0	2.0	5.3

A-38

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 25 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]						Minimaler Seitenwinkel [°]						
klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1		-0.06	-0.14			TA 1	0.01	-0.03	-0.06	-0.07	-0.14	-0.07
TA 2		-0.14	-0.19			TA 2	0.00	-0.14	0.02	-0.19	-0.05	-0.11
Maximaler Seitenwinkel [°]						Maximaler Seitenwinkel [°]						
TA 1		0.07	0.14			TA 1	0.07	0.06	0.06	0.14	0.02	0.10
TA 2		0.11	0.25			TA 2	0.09	0.05	0.11	0.25	0.01	0.11

A-39

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 25 m Seitenwinkel**

**Kalibervergleich**

**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb			
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	A	B	C	D	E	F	
TA 1			-1.0	-2.5			0.2	-0.5	-1.0	-1.3	-2.5	-1.3	
TA 2			-2.5	-3.4			0.0	-2.5	0.3	-3.4	-0.8	-2.0	
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
TA 1			1.2	2.4			1.2	1.0	1.0	2.4	0.3	1.8	
TA 2			2.0	4.5			1.6	0.8	2.0	4.5	0.2	2.0	

A-40

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 50 m**

**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]								
	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
TA 1	97.6	97.0	98.6	98.6				
TA 2	96.0	95.8	97.8	97.8				
Abgangswinkel [°]					Abgangswinkel [Prom]			
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-0.01	0.03	0.19	0.56	-0.2	0.6	3.4	9.9
TA 2	0.16	0.01	0.66	1.13	2.8	0.1	11.7	20.1
Seitenwinkel [°]					Seitenwinkel [Prom]			
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-0.41	-0.50	0.09	0.38	-7.2	-8.9	1.5	6.7
TA 2	-0.46	-0.65	0.30	0.36	-8.2	-11.5	5.3	6.3

A-41

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 50 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	97.0	96.4	98.0	97.4	97.7	97.1	TA 1	97.9	98.1	98.1	97.8	96.7	97.6
TA 2	94.3	94.1	97.1	96.5	96.7	96.6	TA 2	97.2	97.5	96.7	96.7	96.0	96.9
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	-0.13	0.02	0.06	0.04	0.04	0.04	TA 1	0.07	0.01	0.09	0.05	0.04	0.03
TA 2	0.19	0.18	0.26	-0.06	0.03	-0.10	TA 2	0.28	-0.04	0.53	-0.24	0.08	-0.01
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1	-2.4	0.4	1.0	0.8	0.7	0.6	TA 1	1.2	0.2	1.6	1.0	0.7	0.6
TA 2	3.3	3.1	4.5	-1.0	0.5	-1.7	TA 2	5.0	-0.7	9.4	-4.3	1.3	-0.1

A-42

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 50 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	97.7	98.6	98.6	98.6	98.2	97.3	TA 1	98.2	98.6	98.3	98.3	96.9	98.6
TA 2	95.8	97.5	97.8	97.8	97.0	97.1	TA 2	97.8	97.8	97.2	97.8	96.6	97.3
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	0.45	0.56	0.24	0.28	0.17	0.06	TA 1	0.19	0.16	0.11	0.26	0.07	0.25
TA 2	0.66	1.13	0.57	0.55	0.40	0.16	TA 2	0.35	0.45	0.57	0.39	0.14	0.31
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1	7.9	9.9	4.3	4.9	3.0	1.1	TA 1	3.4	2.9	2.0	4.6	1.2	4.5
TA 2	11.7	20.1	10.1	9.8	7.1	2.9	TA 2	6.2	8.0	10.1	6.9	2.5	5.5

A-43

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 50 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	-0.41	-0.50	-0.07	-0.19	-0.11	-0.03	TA 1	-0.02	-0.07	-0.07	0.02	-0.06	-0.19
TA 2	-0.46	-0.65	-0.14	-0.25	-0.15	-0.07	TA 2	-0.03	-0.14	0.09	-0.25	-0.02	-0.14
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
TA 1	-0.03	0.38	0.09	0.28	0.03	-0.02	TA 1	0.03	0.01	0.09	0.28	0.06	0.13
TA 2	0.30	0.35	0.15	0.36	0.18	-0.02	TA 2	0.07	0.14	0.15	0.36	0.07	0.13

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 50 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1	-7.2	-8.9	-1.3	-3.4	-2.0	-0.6	TA 1	-0.4	-1.3	-1.2	0.4	-1.0	-3.4
TA 2	-8.2	-11.5	-2.5	-4.4	-2.8	-1.2	TA 2	-0.5	-2.5	1.5	-4.4	-0.3	-2.5
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
TA 1	-0.5	6.7	1.5	5.0	0.5	-0.3	TA 1	0.5	0.2	1.5	5.0	1.0	2.3
TA 2	5.3	6.2	2.6	6.3	3.3	-0.3	TA 2	1.2	2.5	2.6	6.3	1.3	2.2

A-45

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 100 m**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]								
	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
TA 1	97.8	97.3	98.5	98.6				
TA 2	97.0	96.2	98.2	97.6				
Abgangswinkel [°]					Abgangswinkel [Prom]			
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.01	-0.03	0.43	0.46	0.2	-0.6	7.6	8.2
TA 2	-0.23	0.11	0.46	0.57	-4.0	1.9	8.3	10.2
Seitenwinkel [°]					Seitenwinkel [Prom]			
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-0.12	-0.20	0.11	0.23	-2.1	-3.6	2.0	4.1
TA 2	-0.23	-0.18	0.17	0.27	-4.1	-3.3	3.1	4.8

A-46

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 100 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			97.8	97.3			TA 1	97.9	97.8	97.8	97.4	96.8	97.7
TA 2			97.0	96.2			TA 2	97.3	97.0	96.6	96.5	95.7	96.5
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			0.01	-0.03			TA 1	-0.06	0.05	0.04	-0.01	0.01	-0.10
TA 2			-0.23	0.11			TA 2	-0.34	-0.31	-0.03	0.20	-0.01	0.13
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1			0.2	-0.6			TA 1	-1.0	0.9	0.7	-0.1	0.1	-1.8
TA 2			-4.0	1.9			TA 2	-6.0	-5.5	-0.6	3.6	-0.2	2.3

A-47

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 100 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			98.5	98.6			TA 1	98.2	98.5	98.1	98.6	97.3	98.3
TA 2			98.2	97.6			TA 2	98.2	97.5	97.3	97.6	96.4	96.9
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
TA 1			0.43	0.46			TA 1	0.23	0.43	0.17	0.46	0.14	0.01
TA 2			0.65	0.57			TA 2	-0.25	0.38	0.46	0.57	0.21	0.43
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
TA 1			7.6	8.2			TA 1	4.1	7.6	3.1	8.2	2.4	0.2
TA 2			11.5	10.2			TA 2	-4.4	6.8	8.3	10.2	3.8	7.6

A-48

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 100 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb			
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	A	B	C	D	E	F	
TA 1			-0.12	-0.20			-0.03	-0.09	-0.12	-0.20	-0.06	-0.11	
TA 2			-0.23	-0.18			0.00	-0.11	-0.23	-0.18	-0.05	-0.15	
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
TA 1			0.11	0.23			0.07	0.11	0.01	0.23	0.06	0.05	
TA 2			0.17	0.27			0.07	0.07	0.17	0.27	0.05	0.16	

A-49

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk 100 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb			
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	A	B	C	D	E	F	
TA 1			-2.1	-3.6			-0.5	-1.5	-2.1	-3.6	-1.0	-2.0	
TA 2			-4.1	-3.3			0.0	-2.0	-4.1	-3.3	-0.8	-2.8	
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
TA 1			2.0	4.1			1.2	2.0	0.2	4.1	1.0	0.8	
TA 2			3.1	4.8			1.2	1.2	3.1	4.8	0.8	2.9	

A-50

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Maximalwerte**

**Distanzabhängigkeit**

Energieerhalt [%]						
	25 m		50 m		100 m	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	98.7	98.7	98.6	98.6	98.5	98.6
TA 2	98.1	97.9	97.8	97.8	98.2	97.6
Abgangswinkel [°]						
	25 m		50 m		100 m	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.37	0.28	0.19	0.56	0.43	0.46
TA 2	0.48	0.40	0.66	1.13	0.46	0.57
Seitenwinkel [°]						
	25 m		50 m		100 m	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.07	0.14	0.41	0.50	0.12	0.23
TA 2	0.14	0.25	0.46	0.65	0.23	0.27

A-51

d = 25 m

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

10°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum			
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$	
243 Win	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
308 Win	A	6	46.8	86.3	98.1	-9.2	-4.2	0.0	2.7	14.5	31.7							
	B	7	51.4	86.6	96.0	-5.8	-1.8	16.2	4.5	6.2	16.8							
	C	6	92.9	96.5	98.4	-7.9	-1.9	5.8	3.1	6.2	15.5	89.8	-2.6	9.0	98.4	16.2	31.7	
	D	6	83.2	95.4	99.2	-9.6	-6.7	-4.1	5.1	14.6	34.4							
	E	6	89.1	95.4	97.5	-1.7	-0.3	1.0	5.8	10.1	26.0							
	F	6	69.0	84.0	97.7	-8.2	-2.4	1.0	2.7	16.6	36.0	91.6	-3.2	13.8	99.2	1.0	36.0	
9.3 x 74	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
Gesamtwert																		
mit Blei											89.8	-2.6	9.0	98.4	16.2	31.7		
ohne Blei											91.6	-3.2	13.8	99.2	1.0	36.0		

A-52

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

15°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
308 Win	A	8	3.6	35.5	58.8	-19.0	-0.5	27.9	22.4	38.9	100.1						
	B	6	29.4	47.4	88.7	-6.5	4.0	9.3	11.8	31.0	73.8						
	C	6	80.8	87.5	95.3	-6.8	-1.5	4.5	15.3	17.1	49.6	56.8	0.7	29.0	95.3	27.9	100.1
	D	6	48.9	67.2	96.2	-8.6	-4.9	-1.4	18.6	15.1	48.9						
	E	6	46.6	64.4	91.3	-5.5	-1.0	6.2	9.6	18.4	46.4						
	F	8	38.8	43.6	52.2	-5.2	2.6	8.6	6.9	15.6	38.0	58.4	-1.1	16.4	96.2	8.6	48.9
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
Gesamtwert																	
											mit Blei	56.8	0.7	29.0	95.3	27.9	100.1
											ohne Blei	58.4	-1.1	16.4	96.2	8.6	48.9

A-53

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

25°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum				
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$		
243 Win	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
308 Win	A	1	14.2	14.2	14.2														
	B	6	16.0	22.6	36.1	5.2	12.1	19.1	30.1	13.0	56.2								
	C	9	30.9	46.6	85.0	-14.7	8.7	49.8	17.5	51.2	119.9	27.8	10.4	32.1	85.0	49.8	119.9		
	D	6	42.4	53.3	66.1	-8.7	-3.3	5.6	25.8	13.5	52.7								
	E	6	28.1	35.2	50.4	-31.4	-8.3	0.0	18.2	21.1	60.3								
	F	8	38.8	43.6	52.2	-5.2	2.6	8.6	6.9	15.6	38.0	44.1	-3.0	16.7	66.1	8.6	60.3		
9.3 x 74	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
Gesamtwert																			
											mit Blei	27.8	10.4	32.1	85.0	49.8	119.9		
											ohne Blei	44.1	-3.0	16.7	66.1	8.6	60.3		

A-54

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

45°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
308 Win	A																
	B	6	3.9	8.2	12.5	-66.8	-17.6	81.0	-36.9	50.9	64.8						
	C	5	1.8	8.6	17.0	-130.4	-52.8	29.9	-133.3	66.7	0.0	8.4	-35.2	58.8	17.0	81.0	64.8
	D	3	17.9	23.9	31.0	8.0	16.0	22.0	2.5	10.6	23.8						
	E	3	17.6	20.0	21.7	-25.9	12.2	44.9	5.6	1.2	8.1						
	F	3	4.4	9.9	20.8	7.0	33.3	62.6	-20.6	38.2	55.8	18.0	20.5	16.7	31.0	62.6	55.8
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
Gesamtwert																	
											mit Blei	8.4	-35.2	58.8	17.0	81.0	64.8
											ohne Blei	18.0	20.5	16.7	31.0	62.6	55.8

A-55

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

90°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
308 Win	A																
	B	3	0.0	6.7	19.9	-68.9	-33.4	25.2	-32.6	65.4	98.2						
	C	3	1.8	2.2	2.4	-42.0	-5.8	33.0	-86.1	198.4	310.8	4.4	-19.6	131.9	19.9	33.0	310.8
	D	3	3.2	5.5	9.5	16.7	18.5	20.6	-8.5	10.5	12.4						
	E	3	0.2	1.7	2.6	-194.3	49.1	188.0	-12.8	136.6	260.5						
	F	3	3.1	4.7	7.1	-75.5	-26.0	16.9	-49.0	29.8	10.6	4.0	13.9	59.0	9.5	188.0	260.5
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
Gesamtwert																	
mit Blei											4.4	-19.6	131.9	19.9	33.0	310.8	
ohne Blei											4.0	13.9	59.0	9.5	188.0	260.5	

A-56







Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

45°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B	3	0.2	1.2	3.1	-91.9	-8.3	43.5	95.4	49.1	193.7						
	C	1	1.5	1.5	1.5	181.1	181.1	181.1	191.0	191.0	191.0	1.4	86.4	120.1	3.1	181.1	193.7
	D	3	4.7	8.6	14.4	-46.8	10.0	50.2	55.6	30.5	116.6						
	E	3	7.6	16.8	22.2	-9.8	-6.2	-4.2	-19.3	30.6	41.9						
	F	2	6.4	6.6	6.9	-65.7	-37.4	-9.2	-44.2	44.5	44.8	10.7	-11.2	35.2	22.2	50.2	116.6
308 Win	A																
	B	6	2.3	7.7	12.6	-42.9	1.2	64.6	-83.7	73.8	63.9						
	C	4	0.2	4.6	9.0	-124.1	-39.0	29.7	43.2	116.6	276.4	6.2	-18.9	95.2	12.6	64.6	276.4
	D	6	3.0	23.1	32.7	-24.6	11.5	34.9	-3.5	13.6	23.6						
	E	3	10.2	14.0	17.9	7.0	73.3	112.9	-82.8	123.3	163.7						
	F	3	3.1	4.5	5.2	-3.5	22.0	44.9	47.2	24.7	96.6	13.8	35.6	53.8	32.7	112.9	163.7
9.3 x 74	A																
	B	3	21.7	26.4	31.2	-3.5	11.5	34.6	-1.4	33.8	66.2						
	C											26.4	11.5	33.8	31.2	34.6	66.2
	D																
	E																
	F	3	3.1	6.4	8.3	-33.2	-10.3	20.6	71.8	58.8	189.3	6.4	-10.3	58.8	8.3	20.6	189.3
Gesamtwert										mit Blei		11.3	26.3	83.0	31.2	181.1	276.4
										ohne Blei		10.3	4.7	49.3	32.7	112.9	189.3

A-60

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

90°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	3	1.6	2.9	4.6	-7.4	7.2	26.5	-52.9	18.7	-15.5	2.9	7.2	18.7	4.6	26.5	-15.5
	B																
	C																
	D	1	4.1	4.1	4.1	19.8	19.8	19.8	-84.4	84.4	-84.4	4.1	19.8	84.4	4.1	19.8	-84.4
	E																
	F																
308 Win	A	3	0.3	5.2	13.4	-113.8	-68.5	-33.1	-29.9	15.0	0.0	5.5	-22.0	28.1	13.4	83.0	54.7
	B																
	C																
	D	3	4.8	12.2	26.3	-22.1	2.3	16.4	-19.3	26.1	32.9	9.5	9.7	48.2	26.3	63.2	92.8
	E																
	F																
9.3 x 74	A	3	1.7	4.0	6.4	56.3	78.3	98.9	-127.2	257.8	388.4	4.0	78.3	257.8	6.4	98.9	388.4
	B																
	C																
	D	3	1.4	4.7	10.7	-4.2	-0.1	3.9	-24.9	6.3	-12.3	4.7	-0.1	6.3	10.7	3.9	-12.3
	E																
	F																
Gesamtwert											4.1	21.2	101.6	13.4	98.9	388.4	
mit Blei											6.1	9.8	46.3	26.3	63.2	92.8	
ohne Blei											6.1	9.8	46.3	26.3	63.2	92.8	

A-61

d = 100 m

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

10°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum			
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$	
243 Win	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
308 Win	A	6	82.8	93.0	98.3	-4.1	-2.8	0.0	5.8	10.3	26.4							
	B	6	42.3	82.0	97.2	-7.9	-3.5	4.8	8.2	4.1	16.4							
	C	6	80.3	89.8	98.5	-8.2	-2.0	6.2	2.1	13.7	29.5	88.3	-2.8	9.4	98.5	6.2	29.5	
	D	6	95.6	97.9	99.2	-7.9	-4.5	2.1	2.4	17.7	37.7							
	E	6	90.2	94.7	96.8	-3.8	-2.2	0.0	5.1	6.2	17.4							
	F	6	29.7	71.4	98.5	-8.9	-4.1	0.0	1.0	11.9	24.8	88.0	-3.6	11.9	99.2	2.1	37.7	
9.3 x 74	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
Gesamtwert																		
mit Blei											88.3	-2.8	9.4	98.5	6.2	29.5		
ohne Blei											88.0	-3.6	11.9	99.2	2.1	37.7		

A-62

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

15°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum				
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$		
243 Win	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
308 Win	A	6	39.4	57.1	82.1	-4.1	1.0	7.2	26.6	44.1	114.9								
	B	6	26.6	41.5	82.0	-9.3	-0.1	16.9	9.7	18.3	46.3								
	C	6	74.8	83.9	93.3	-9.9	-5.4	0.0	22.2	26.5	75.3	60.8	-1.5	29.7	93.3	16.9	114.9		
	D	6	42.9	85.9	98.2	-8.7	-1.6	1.4	14.0	19.1	52.1								
	E	6	49.3	63.4	74.6	-24.7	4.1	24.0	12.4	21.7	55.9								
	F	6	28.8	44.5	62.1	-8.9	-5.8	-3.4	26.3	18.7	63.8	64.6	-1.1	19.8	98.2	24.0	63.8		
9.3 x 74	A																		
	B																		
	C																		
	D																		
	E																		
	F																		
Gesamtwert																			
											mit Blei	60.8	-1.5	29.7	93.3	16.9	114.9		
											ohne Blei	64.6	-1.1	19.8	98.2	24.0	63.8		

A-63

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

25°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
308 Win	A	2	21.0	21.0	21.1	-12.0	-10.3	-8.6	-101.6	88.5	75.4						
	B	6	15.2	31.4	42.3	0.0	6.0	16.1	16.1	11.5	39.2						
	C	6	40.1	57.4	88.5	-9.7	3.7	15.6	5.9	27.3	60.5	36.6	-0.2	42.5	88.5	16.1	75.4
	D	7	28.1	44.6	53.1	-5.9	-2.6	1.7	2.1	31.0	64.1						
	E	6	16.0	29.5	35.6	-56.7	-3.3	43.0	23.3	89.3	201.9						
	F	6	2.5	25.9	43.3	-3.8	7.4	23.3	32.8	77.1	187.0	33.3	0.5	65.8	53.1	43.0	201.9
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
Gesamtwert																	
											mit Blei	36.6	-0.2	42.5	88.5	16.1	75.4
											ohne Blei	33.3	0.5	65.8	53.1	43.0	201.9

A-64

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

45°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
308 Win	A																
	B	6	3.6	8.7	14.5	-60.8	-14.2	22.4	-85.4	63.4	41.4						
	C	6	1.0	5.9	12.0	-120.3	27.6	132.5	-75.4	179.7	284.1	7.3	6.7	121.6	14.5	132.5	284.1
	D	6	5.5	11.1	22.0	19.0	35.7	57.2	-44.6	52.6	60.7						
	E	2	1.1	9.2	17.3	22.3	34.4	46.5	-68.9	49.7	30.6						
	F	3	0.6	10.3	25.6	-292.8	-94.5	38.1	0.0	84.3	168.6	10.2	-8.2	62.2	25.6	57.2	168.6
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																
Gesamtwert																	
											mit Blei	7.3	6.7	121.6	14.5	132.5	284.1
											ohne Blei	10.2	-8.2	62.2	25.6	57.2	168.6

A-65

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm, Zusammenfassender Überblick**

d = 100 m

90°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B C																
308 Win	D E F																
	A																
308 Win	B	3	2.6	3.5	4.2	-27.5	-9.4	14.8	-45.7	44.5	43.2						
	C	3	4.2	5.6	8.3	-28.0	-9.8	23.3	-113.0	150.0	187.0	4.6	-9.6	97.2	8.3	23.3	187.0
308 Win	D E F	3	0.2	6.2	11.0	-24.6	58.9	195.3	-50.4	86.2	122.1						
												6.2	58.9	86.2	11.0	195.3	122.1
9.3 x 74	A																
	B C																
9.3 x 74	D E F																
Gesamtwert																	
											mit Blei	4.6	-9.6	97.2	8.3	23.3	187.0
											ohne Blei	6.2	58.9	86.2	11.0	195.3	122.1

A-66

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 25 m**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]								
	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
10	89.8	91.6	98.4	99.2				
15	56.8	58.4	95.3	96.2				
25	27.8	44.1	85.0	66.1				
45	8.4	18.0	17.0	31.0				
90	4.4	4.0	19.9	9.5				
Abgangswinkel [°]					Abgangswinkel [Prom]			
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	-0.15	-0.18	0.91	0.06	-2.6	-3.2	16.2	1.0
15	0.04	-0.06	1.57	0.49	0.7	-1.1	27.9	8.6
25	0.58	-0.17	2.80	0.49	10.4	-3.0	49.8	8.6
45	-1.98	1.15	4.56	3.52	-35.2	20.5	81.0	62.6
90	-1.10	0.78	1.85	10.58	-19.6	13.9	33.0	188.0
Seitenwinkel [°]					Seitenwinkel [Prom]			
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.15	0.15	1.78	2.02	2.7	2.7	31.7	36.0
15	0.66	0.39	5.63	2.75	11.8	6.9	100.1	48.9
25	0.99	0.39	6.74	3.39	17.5	6.9	119.9	60.3
45	-7.50	-1.16	3.64	3.14	-133.3	-20.6	64.8	55.8
90	-4.84	-2.76	17.48	14.65	-86.1	-49.0	310.8	260.5

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 25 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			89.8	91.6			10	86.3	86.6	96.5	95.4	95.4	84.0
15			56.8	58.4			15	35.5	47.4	87.5	67.2	64.4	43.6
25			27.8	44.1			25	14.2	22.6	46.6	53.3	35.2	43.6
45			8.4	18.0			45		8.2	8.6	23.9	20.0	9.9
90			4.4	4.0			90		6.7	2.2	5.5	1.7	4.7
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			-0.15	-0.18			10	-0.24	-0.10	-0.11	-0.38	-0.02	-0.14
15			0.04	-0.06			15	-0.03	0.22	-0.08	-0.27	-0.06	0.15
25			0.58	-0.17			25		0.68	0.49	-0.18	-0.47	0.15
45			-1.98	1.15			45		-0.99	-2.97	0.90	0.69	1.88
90			-1.10	0.78			90		-1.88	-0.33	1.04	2.76	-1.46
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
10			-2.6	-3.2			10	-4.2	-1.8	-1.9	-6.7	-0.3	-2.4
15			0.7	-1.1			15	-0.5	4.0	-1.5	-4.9	-1.0	2.6
25			10.4	-3.0			25		12.1	8.7	-3.3	-8.3	2.6
45			-35.2	20.5			45		-17.6	-52.8	16.0	12.2	33.3
90			-19.6	13.9			90		-33.4	-5.8	18.5	49.1	-26.0

A-68

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 25 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]						Energieerhalt [%]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			98.4	99.2			10	98.1	96.0	98.4	99.2	97.5	97.7
15			95.3	96.2			15	58.8	88.7	95.3	96.2	91.3	52.2
25			85.0	66.1			25	14.2	36.1	85.0	66.1	50.4	52.2
45			17.0	31.0			45		12.5	17.0	31.0	21.7	20.8
90			19.9	9.5			90		19.9	2.4	9.5	2.6	7.1
Abgangswinkel [°]						Abgangswinkel [°]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			0.91	0.06			10	0.00	0.91	0.33	-0.23	0.06	0.06
15			1.57	0.49			15	1.57	0.53	0.25	-0.08	0.35	0.49
25			2.80	0.49			25		1.08	2.80	0.31	0.00	0.49
45			4.56	3.52			45		4.56	1.68	1.24	2.53	3.52
90			1.85	10.58			90		1.42	1.85	1.16	10.58	0.95
Abgangswinkel [Prom]						Abgangswinkel [Prom]							
10			16.2	1.0			10	0.0	16.2	5.8	-4.1	1.0	1.0
15			27.9	8.6			15	27.9	9.3	4.5	-1.4	6.2	8.6
25			49.8	8.6			25		19.1	49.8	5.6	0.0	8.6
45			81.0	62.6			45		81.0	29.9	22.0	44.9	62.6
90			33.0	188.0			90		25.2	33.0	20.6	188.0	16.9

A-69

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 25 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]						Minimaler Seitenwinkel [°]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			0.15	0.15			10	0.15	0.25	0.17	0.29	0.33	0.15
15			0.66	0.39			15	1.26	0.66	0.86	1.05	0.54	0.39
25			0.99	0.39			25		1.69	0.99	1.45	1.02	0.39
45			-7.50	-1.16			45		-2.08	-7.50	0.14	0.32	-1.16
90			-4.84	-2.76			90		-1.84	-4.84	-0.48	-0.72	-2.76
Maximaler Seitenwinkel [°]						Maximaler Seitenwinkel [°]							
10			1.78	2.02			10	1.78	0.95	0.87	1.93	1.46	2.02
15			5.63	2.75			15	5.63	4.15	2.79	2.75	2.61	2.14
25			6.74	3.39			25		3.16	6.74	2.96	3.39	2.14
45			3.64	3.14			45		3.64	0.00	1.34	0.45	3.14
90			17.48	14.65			90		5.53	17.48	0.70	14.65	0.59

A-70

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 25 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]						Minimaler Seitenwinkel [Prom]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			2.7	2.7			10	2.7	4.5	3.1	5.1	5.8	2.7
15			11.8	6.9			15	22.4	11.8	15.3	18.6	9.6	6.9
25			17.5	6.9			25		30.1	17.5	25.8	18.2	6.9
45			-133.3	-20.6			45		-36.9	-133.3	2.5	5.6	-20.6
90			-86.1	-49.0			90		-32.6	-86.1	-8.5	-12.8	-49.0
Maximaler Seitenwinkel [Prom]						Maximaler Seitenwinkel [Prom]							
10			31.7	36.0			10	31.7	16.8	15.5	34.4	26.0	36.0
15			100.1	48.9			15	100.1	73.8	49.6	48.9	46.4	38.0
25			119.9	60.3			25		56.2	119.9	52.7	60.3	38.0
45			64.8	55.8			45		64.8	0.0	23.8	8.1	55.8
90			310.8	260.5			90		98.2	310.8	12.4	260.5	10.6

A-71

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 50 m**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]				
	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	81.8	86.5	99.1	99.4
15	57.1	52.0	97.6	95.1
25	29.3	38.1	88.1	71.8
45	11.3	10.3	31.2	32.7
90	4.1	6.1	13.4	26.3

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	-0.14	-0.18	0.29	0.58	-2.4	-3.3	5.2	10.3
15	-0.07	-0.10	0.89	0.60	-1.2	-1.8	15.8	10.7
25	0.45	-0.02	5.60	4.56	8.0	-0.3	99.5	81.0
45	1.48	0.26	10.18	6.35	26.3	4.7	181.1	112.9
90	1.19	0.55	5.56	3.55	21.2	9.8	98.9	63.2

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.12	-0.13	2.48	3.73	2.0	-2.4	44.1	66.2
15	0.00	0.66	9.25	4.65	0.0	11.8	164.5	82.7
25	-0.74	-0.23	6.45	8.34	-13.2	-4.2	114.6	148.2
45	-4.71	-4.66	15.55	10.65	-83.7	-82.8	276.4	189.3
90	-7.16	-6.52	21.85	5.22	-127.2	-115.9	388.4	92.8

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 50 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	73.1	74.6	83.1	93.3	89.3	91.5	10	89.6	65.3	94.5	97.9	85.6	96.4
15	34.9	49.9	63.6	62.0	72.8	44.0	15	67.2	40.3	83.2	77.8	50.9	57.3
25	18.3	35.9	34.0	39.1	35.4	39.4	25	13.4	35.2	53.4	46.6	32.4	38.3
45	1.4	10.7	6.2	13.8	26.4	6.4	45		7.7	4.6	23.1	14.0	4.5
90	2.9	4.1	5.5	9.5	4.0	4.7	90		5.2	5.7	12.2	14.7	1.6
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	-0.16	-0.20	-0.17	-0.18	-0.08	-0.17	10	-0.07	-0.13	-0.30	-0.20	-0.23	-0.11
15	-0.23	-0.06	-0.09	-0.17	0.12	-0.08	15	-0.33	0.40	-0.34	-0.03	-0.41	-0.08
25	1.07	0.16	0.30	-0.04	-0.03	-0.17	25	0.22	0.20	0.49	-0.13	-0.02	0.04
45	4.86	-0.63	-1.06	2.00	0.65	-0.58	45		0.07	-2.19	0.65	4.12	1.24
90	0.40	1.12	-1.24	0.55	4.41	-0.01	90		-3.85	1.37	0.13	0.44	1.08
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
10	-2.9	-3.5	-3.0	-3.2	-1.4	-3.1	10	-1.3	-2.4	-5.3	-3.5	-4.1	-1.9
15	-4.0	-1.1	-1.6	-3.1	2.1	-1.4	15	-5.9	7.2	-6.0	-0.5	-7.2	-1.5
25	19.0	2.9	5.3	-0.7	-0.5	-3.1	25	3.8	3.5	8.7	-2.4	-0.4	0.7
45	86.4	-11.2	-18.9	35.6	11.5	-10.3	45		1.2	-39.0	11.5	73.3	22.0
90	7.2	19.8	-22.0	9.7	78.3	-0.1	90		-68.5	24.4	2.3	7.8	19.1

A-73

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 50 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	99.0	98.1	99.1	99.4	97.9	97.9	10	96.5	94.5	99.1	99.4	96.9	97.9
15	97.6	80.1	95.2	95.1	97.3	92.3	15	91.9	47.5	95.2	95.1	58.7	66.1
25	56.4	68.7	88.1	71.8	43.8	45.3	25	14.8	43.3	88.1	71.8	38.2	54.5
45	3.1	22.2	12.6	32.7	31.2	8.3	45		12.6	9.0	32.7	17.9	5.2
90	4.6	4.1	13.4	26.3	6.4	10.7	90		13.4	10.6	26.3	15.9	2.1
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	0.29	0.58	0.29	0.19	0.10	0.10	10	0.29	0.23	0.08	0.00	-0.15	0.19
15	0.58	0.54	0.89	0.60	0.87	0.27	15	-0.19	0.89	0.23	0.58	0.60	0.27
25	5.60	1.93	1.40	4.56	0.98	0.90	25	1.40	0.51	1.01	0.50	4.56	0.92
45	10.18	2.82	3.63	6.35	1.95	1.16	45		3.63	1.67	1.96	6.35	2.52
90	1.49	1.12	4.67	3.55	5.56	0.22	90		-1.86	4.67	0.93	1.51	3.55
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
10	5.2	10.3	5.1	3.4	1.7	1.7	10	5.1	4.1	1.4	0.0	-2.7	3.4
15	10.4	9.6	15.8	10.7	15.4	4.8	15	-3.4	15.8	4.1	10.2	10.7	4.8
25	99.5	34.3	24.9	81.0	17.5	15.9	25	24.9	9.1	18.0	8.8	81.0	16.3
45	181.1	50.2	64.6	112.9	34.6	20.6	45		64.6	29.7	34.9	112.9	44.9
90	26.5	19.8	83.0	63.2	98.9	3.9	90		-33.1	83.0	16.4	26.8	63.2

A-74

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 50 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	0.12	0.00	0.13	-0.13	0.40	0.31	10	0.13	0.42	0.46	-0.13	0.29	0.59
15	0.00	0.66	0.19	1.07	1.52	1.00	15	0.87	0.19	0.94	1.36	1.07	1.82
25	-0.74	0.79	0.78	-0.23	0.49	1.42	25	2.00	0.78	1.17	-0.23	2.63	1.50
45	5.37	-2.48	-4.71	-4.66	-0.08	4.04	45		-4.71	2.43	-0.20	-4.66	2.65
90	-2.98	-4.75	-1.68	-6.52	-7.16	-1.40	90		-1.68	-1.57	-1.09	1.35	-6.52
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
10	2.48	3.73	2.46	1.54	2.16	2.18	10	1.19	2.46	2.42	1.54	0.73	1.39
15	9.25	4.21	5.05	4.65	2.18	2.16	15	2.74	2.24	5.05	2.79	3.56	4.65
25	4.08	4.45	6.45	8.34	5.29	2.63	25	6.45	2.50	6.39	4.56	8.34	4.41
45	10.89	6.56	15.55	9.21	3.72	10.65	45		3.59	15.55	1.33	9.21	5.43
90	-0.87	-4.75	3.07	5.22	21.85	-0.69	90		0.00	3.07	1.85	5.22	2.94

A-75

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 50 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10	2.0	0.0	2.4	-2.4	7.1	5.4	10	2.4	7.5	8.2	-2.4	5.1	10.5
15	0.0	11.8	3.4	18.9	27.0	17.9	15	15.4	3.4	16.7	24.2	18.9	32.3
25	-13.2	14.1	13.8	-4.2	8.8	25.3	25	35.6	13.8	20.7	-4.2	46.7	26.7
45	95.4	-44.2	-83.7	-82.8	-1.4	71.8	45		-83.7	43.2	-3.5	-82.8	47.2
90	-52.9	-84.4	-29.9	-115.9	-127.2	-24.9	90		-29.9	-28.0	-19.3	24.0	-115.9
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
10	44.1	66.2	43.8	27.3	38.4	38.7	10	21.1	43.8	43.1	27.3	12.9	24.6
15	164.5	74.9	89.7	82.7	38.8	38.5	15	48.8	39.8	89.7	49.6	63.4	82.7
25	72.5	79.2	114.6	148.2	94.1	46.8	25	114.6	44.5	113.5	81.0	148.2	78.4
45	193.7	116.6	276.4	163.7	66.2	189.3	45		63.9	276.4	23.6	163.7	96.6
90	-15.5	-84.4	54.7	92.8	388.4	-12.3	90		0.0	54.7	32.9	92.8	52.3

A-76

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 100 m**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]				
	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	88.3	88.0	98.5	99.2
15	60.8	64.6	93.3	98.2
25	36.6	33.3	88.5	53.1
45	7.3	10.2	14.5	25.6
90	4.6	6.2	8.3	11.0

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	-0.15	-0.20	0.35	0.12	-2.8	-3.6	6.2	2.1
15	-0.08	-0.06	0.95	1.35	-1.5	-1.1	16.9	24.0
25	-0.01	0.03	0.90	2.42	-0.2	0.5	16.1	43.0
45	0.38	-0.46	7.46	3.22	6.7	-8.2	132.5	57.2
90	-0.54	3.31	1.31	10.98	-9.6	58.9	23.3	195.3

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.12	0.06	1.66	2.12	2.1	1.0	29.5	37.7
15	0.54	0.70	6.46	3.59	9.7	12.4	114.9	63.8
25	-5.72	0.12	4.24	11.36	-101.6	2.1	75.4	201.9
45	-4.81	-3.87	15.98	9.48	-85.4	-68.9	284.1	168.6
90	-6.36	-2.83	10.52	6.87	-113.0	-50.4	187.0	122.1

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 100 m Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			88.3	88.0			10	93.0	82.0	89.8	97.9	94.7	71.4
15			60.8	64.6			15	57.1	41.5	83.9	85.9	63.4	44.5
25			36.6	33.3			25	21.0	31.4	57.4	44.6	29.5	25.9
45			7.3	10.2			45		8.7	5.9	11.1	9.2	10.3
90			4.6	6.2			90		3.5	5.6	6.2		
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			-0.15	-0.20			10	-0.16	-0.20	-0.11	-0.25	-0.12	-0.23
15			-0.08	-0.06			15	0.05	-0.01	-0.30	-0.09	0.23	-0.33
25			-0.01	0.03			25	-0.58	0.34	0.21	-0.15	-0.19	0.42
45			0.38	-0.46			45		-0.80	1.55	2.01	1.94	-5.32
90			-0.54	3.31			90		-0.53	-0.55	3.31		
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
10			-2.8	-3.6			10	-2.8	-3.5	-2.0	-4.5	-2.2	-4.1
15			-1.5	-1.1			15	1.0	-0.1	-5.4	-1.6	4.1	-5.8
25			-0.2	0.5			25	-10.3	6.0	3.7	-2.6	-3.3	7.4
45			6.7	-8.2			45		-14.2	27.6	35.7	34.4	-94.5
90			-9.6	58.9			90		-9.4	-9.8	58.9		

A-78

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 100 m Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]						Energieerhalt [%]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			98.5	99.2			10	98.3	97.2	98.5	99.2	96.8	98.5
15			93.3	98.2			15	82.1	82.0	93.3	98.2	74.6	62.1
25			88.5	53.1			25	21.1	42.3	88.5	53.1	35.6	43.3
45			14.5	25.6			45		14.5	12.0	22.0	17.3	25.6
90			8.3	11.0			90		4.2	8.3	11.0		
Abgangswinkel [°]						Abgangswinkel [°]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			0.35	0.12			10	0.00	0.27	0.35	0.12	0.00	0.00
15			0.95	1.35			15	0.40	0.95	0.00	0.08	1.35	-0.19
25			0.90	2.42			25	-0.48	0.90	0.88	0.10	2.42	1.31
45			7.46	3.22			45		1.26	7.46	3.22	2.61	2.14
90			1.31	10.98			90		0.83	1.31	10.98		
Abgangswinkel [Prom]						Abgangswinkel [Prom]							
10			6.2	2.1			10	0.0	4.8	6.2	2.1	0.0	0.0
15			16.9	24.0			15	7.2	16.9	0.0	1.4	24.0	-3.4
25			16.1	43.0			25	-8.6	16.1	15.6	1.7	43.0	23.3
45			132.5	57.2			45		22.4	132.5	57.2	46.5	38.1
90			23.3	195.3			90		14.8	23.3	195.3		

A-79

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 100 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]						Minimaler Seitenwinkel [°]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			0.12	0.06			10	0.32	0.46	0.12	0.14	0.29	0.06
15			0.54	0.70			15	1.50	0.54	1.25	0.79	0.70	1.48
25			-5.72	0.12			25	-5.72	0.90	0.33	0.12	1.31	1.85
45			-4.81	-3.87			45		-4.81	-4.24	-2.51	-3.87	0.00
90			-6.36	-2.83			90		-2.57	-6.36	-2.83		
Maximaler Seitenwinkel [°]						Maximaler Seitenwinkel [°]							
10			1.66	2.12			10	1.49	0.92	1.66	2.12	0.98	1.39
15			6.46	3.59			15	6.46	2.60	4.23	2.93	3.15	3.59
25			4.24	11.36			25	4.24	2.20	3.40	3.61	11.36	10.52
45			15.98	9.48			45		2.33	15.98	3.41	1.72	9.48
90			10.52	6.87			90		2.43	10.52	6.87		

A-80

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm 100 m Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]						Minimaler Seitenwinkel [Prom]							
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
10			2.1	1.0			10	5.8	8.2	2.1	2.4	5.1	1.0
15			9.7	12.4			15	26.6	9.7	22.2	14.0	12.4	26.3
25			-101.6	2.1			25	-101.6	16.1	5.9	2.1	23.3	32.8
45			-85.4	-68.9			45		-85.4	-75.4	-44.6	-68.9	0.0
90			-113.0	-50.4			90		-45.7	-113.0	-50.4		
Maximaler Seitenwinkel [Prom]						Maximaler Seitenwinkel [Prom]							
10			29.5	37.7			10	26.4	16.4	29.5	37.7	17.4	24.8
15			114.9	63.8			15	114.9	46.3	75.3	52.1	55.9	63.8
25			75.4	201.9			25	75.4	39.2	60.5	64.1	201.9	187.0
45			284.1	168.6			45		41.4	284.1	60.7	30.6	168.6
90			187.0	122.1			90		43.2	187.0	122.1		

A-81

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm Mittelwerte**

**Distanzvergleich**

Energieerhalt [%]						
	25 m		50 m		100 m	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	89.8	91.6	81.8	86.5	88.3	88.0
15	56.8	58.4	57.1	52.0	60.8	64.6
25	27.8	44.1	29.3	38.1	36.6	33.3
45	8.4	18.0	11.3	10.3	7.3	10.2
90	4.4	4.0	4.1	6.1	4.6	6.2
Abgangswinkel [°]						
	25 m		50 m		100 m	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	-0.15	-0.18	-0.14	-0.18	-0.15	-0.20
15	0.04	-0.06	-0.07	-0.10	-0.08	-0.06
25	0.58	-0.17	0.45	-0.02	-0.01	0.03
45	-1.98	1.15	1.48	0.26	0.38	-0.46
90	-1.10	0.78	1.19	0.55	-0.54	3.31

A-82

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

**2.5°**

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	4	10.7	25.1	55.6	47.0	147.3	409.4	-3.7	71.7	139.7	25.1	147.3	71.7	55.6	409.4	139.7
	B																
C																	
D																	
308 Win	E	5	22.3	35.3	43.0	82.8	110.4	206.0	-4.4	31.1	57.8	44.1	94.3	35.0	80.6	234.1	84.1
	F																
	A																
	B																
	C																
	D																
9.3 x 74	E	5	63.2	77.3	84.5	81.6	103.4	131.8	-6.2	16.0	25.7	75.6	103.8	18.0	84.5	142.6	25.7
	F																
	A																
	B																
	C																
	D																
Gesamtwert																	
											mit Blei		39.2 135.4 59.0				
											ohne Blei		76.8 120.4 50.7				
													82.6 409.4 139.7				
													89.8 303.3 229.6				

A-83

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

5°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	2	2.2	5.4	8.7	98.0	154.6	234.4	25.3	53.6	132.5						
	B	4	2.9	15.5	50.4	111.2	412.0	611.4	-37.5	127.8	218.2	10.5	283.3	90.7	50.4	611.4	218.2
	C																
	D																
	E																
	F	4	22.8	35.7	53.8	124.6	272.8	372.6	27.0	28.3	83.6	35.7	272.8	28.3	53.8	372.6	83.6
308 Win	A	3	12.4	28.3	45.2	110.9	225.6	506.1	-13.5	49.1	84.7						
	B	6	10.1	20.6	32.6	156.5	263.8	430.8	-18.0	21.4	24.8						
	C	5	10.2	42.5	56.9	130.9	177.3	207.0	9.9	26.9	63.8	30.4	222.2	32.5	56.9	506.1	84.7
	D	4	67.9	73.5	77.1	136.9	215.6	323.0	-20.2	61.1	102.1						
	E	4	50.7	58.2	65.3	171.6	205.9	232.0	8.0	76.2	160.3						
	F	5	27.3	51.0	68.0	92.4	276.7	352.2	-6.0	33.3	60.6	60.9	232.8	56.9	77.1	352.2	160.3
9.3 x 74	A	4	12.4	30.6	59.2	120.2	247.7	308.3	0.0	44.3	88.6	30.6	247.7	44.3	59.2	308.3	88.6
	B																
	C																
	D	4	46.1	66.1	77.7	172.0	260.1	389.2	-11.1	55.9	100.6						
	E	5	59.2	70.9	80.7	105.1	166.9	248.3	-3.4	14.2	24.9						
	F											68.5	213.5	35.0	80.7	389.2	100.6
Gesamtwert									mit Blei			23.8	251.1	55.8	59.2	611.4	218.2
									ohne Blei			55.0	239.7	40.1	80.7	389.2	160.3

A-84



Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

15°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B C																
308 Win	D E F																
	A B C	1	15.8	15.8	15.8	546.9	546.9	546.9	38.9	38.9	38.9	15.8	546.9	38.9	15.8	546.9	38.9
9.3 x 74	D E F																
	A B C	1	13.8	13.8	13.8	808.5	808.5	808.5	-7.8	7.8	-7.8	13.8	808.5	7.8	13.8	808.5	-7.8
Gesamtwert																	
											mit Blei	13.8	808.5	7.8	13.8	808.5	-7.8
											ohne Blei	15.8	546.9	38.9	15.8	546.9	38.9

A-86

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg: Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]				
	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	39.2	76.8	82.6	89.8
5	23.8	55.0	59.2	80.7
10	6.2	23.0	19.0	61.9
15	13.8	15.8	13.8	15.8
25				

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	7.62	6.77	23.03	17.06	135.4	120.4	409.4	303.3
5	14.12	13.48	34.39	21.89	251.1	239.7	611.4	389.2
10	27.72	28.71	36.64	58.56	492.8	510.4	651.3	1041.0
15	45.48	30.76	45.48	30.76	808.5	546.9	808.5	546.9
25								

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-2.7	-6.4	7.9	12.9	-48.6	-113.3	139.7	229.6
5	-2.1	-1.1	12.3	9.0	-37.5	-20.2	218.2	160.3
10	-17.1	-23.6	11.4	12.6	-303.3	-419.9	202.8	224.5
15	-0.4	2.2	-0.4	2.2	-7.8	38.9	-7.8	38.9
25								

Abpraller Untersuchung BLE

Naturweg Mittelwerte

Kalibervergleich

Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	25.1	78.3	44.1	76.5	48.3	75.6	2.5	35.3	31.1	66.0	78.7	79.7	71.0
5	10.5	35.7	30.4	60.9	30.6	68.5	5	28.3	20.6	42.5	73.5	58.2	51.0
10	3.8	13.3	7.0	24.7	7.8	30.9	10	6.3	3.8	10.8	10.9	38.1	25.0
15				15.8	13.8		15					15.8	
25							25						
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	8.3	8.0	5.3	6.5	9.3	5.8	2.5	6.2	4.0	5.7	6.0	6.7	6.9
5	15.9	15.3	12.5	13.1	13.9	12.0	5	12.7	14.8	10.0	12.1	11.6	15.6
10	25.6	25.2	26.4	34.8	31.1	26.1	10	26.5	27.0	25.7	41.1	27.8	35.4
15				30.8	45.5		15					30.8	
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	147.3	141.4	94.3	116.1	164.5	103.8	2.5	110.4	71.7	100.8	105.9	119.2	123.1
5	283.3	272.8	222.2	232.8	247.7	213.5	5	225.6	263.8	177.3	215.6	205.9	276.7
10	456.0	448.4	469.2	618.4	553.1	464.5	10	470.5	479.7	457.6	731.4	494.8	629.0
15				546.9	808.5		15					546.9	
25							25						

A-88

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%] (Maximalwerte)						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	55.6	87.5	80.6	89.8	82.6	84.5	2.5	43.0	44.1	80.6	87.1	85.3	89.8
5	50.4	53.8	56.9	77.1	59.2	80.7	5	45.2	32.6	56.9	77.1	65.3	68.0
10	6.5	28.7	19.0	57.0	7.8	61.9	10	6.5	3.8	19.0	14.5	57.0	43.1
15				15.8	13.8		15					15.8	
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [°] (Maximalwerte)						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	23.0	12.1	13.2	17.1	16.0	8.0	2.5	11.6	5.2	13.2	10.8	17.1	14.9
5	34.4	21.0	28.5	19.8	17.3	21.9	5	28.5	24.2	11.6	18.2	13.1	19.8
10	33.2	31.8	36.6	58.5	35.3	39.3	10	36.6	31.6	30.5	58.5	41.5	43.3
15				30.8	45.5		15					30.8	
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	409.4	214.5	234.1	303.3	284.8	142.6	2.5	206.0	91.6	234.1	191.6	303.3	264.6
5	611.4	372.6	506.1	352.2	308.3	389.2	5	506.1	430.8	207.0	323.0	232.0	352.2
10	590.8	565.0	651.3	1040.8	627.6	698.7	10	651.3	562.6	543.1	1040.8	737.0	769.1
15				546.9	808.5		15					546.9	
25							25						

A-89

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-0.21	-1.25	-0.25	-6.38	-2.73	-2.16	2.5	-0.25	-0.25	1.02	-1.10	0.56	-6.38
5	-2.11	1.52	-1.01	-1.14	0.00	-0.63	5	-0.76	-1.01	0.56	-1.14	0.45	-0.34
10	1.83	-2.56	-17.06	-23.62	0.00	-6.56	10	0.91	0.00	-17.06	-23.62	-16.71	-13.79
15				2.19	-0.44		15					2.19	
25							25						
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
2.5	7.86	5.10	4.73	12.92	5.18	1.45	2.5	3.25	4.73	4.35	5.12	1.24	12.92
5	12.27	4.71	4.76	9.02	4.98	5.66	5	4.76	1.40	3.59	5.74	9.02	3.41
10	4.45	12.12	6.20	12.63	11.41	10.58	10	6.20	5.28	2.76	12.63	9.53	10.88
15				2.19	-0.44		15					2.19	
25							25						

A-90

Abpraller Untersuchung BLE

**Naturweg Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-3.7	-22.3	-4.5	-113.3	-48.6	-38.4	2.5	-4.4	-4.5	18.2	-19.5	9.9	-113.3
5	-37.5	27.0	-18.0	-20.2	0.0	-11.1	5	-13.5	-18.0	9.9	-20.2	8.0	-6.0
10	32.5	-45.6	-303.3	-419.9	0.0	-116.7	10	16.2	0.0	-303.3	-419.9	-297.1	-245.2
15				38.9	-7.8		15					38.9	
25							25						
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	139.7	90.7	84.1	229.6	92.0	25.7	2.5	57.8	84.1	77.3	91.1	22.1	229.6
5	218.2	83.6	84.7	160.3	88.6	100.6	5	84.7	24.8	63.8	102.1	160.3	60.6
10	79.1	215.5	110.3	224.5	202.8	188.2	10	110.3	93.9	49.1	224.5	169.4	193.4
15				38.9	-7.8		15					38.9	
25							25						

A-91



Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

5°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	5	90.8	92.8	94.9	67.4	75.9	81.7	-1.6	4.9	8.2	92.8	75.9	4.9	94.9	81.7	8.2
	B																
	C																
	D	5	91.4	92.7	94.3	85.8	91.9	99.7	5.2	3.6	12.3	92.7	91.9	3.6	94.3	99.7	12.3
	E																
	F																
308 Win	A	6	83.4	94.7	102.3	58.9	79.4	91.2	0.0	4.7	9.4	94.5	86.2	4.7	102.3	94.5	15.0
	B	6	90.5	93.1	96.1	87.5	90.5	93.2	4.4	3.0	10.4						
	C	5	95.0	95.7	96.1	83.9	88.6	94.5	2.3	6.3	15.0						
	D	5	93.7	95.0	96.1	83.3	92.8	100.5	4.7	3.2	11.2	93.7	98.4	3.9	97.6	124.1	14.9
	E	6	90.3	91.2	92.4	96.2	106.1	124.1	5.6	4.6	14.9						
	F	6	90.3	94.9	97.6	85.2	96.4	110.9	-7.8	3.9	0.0						
9.3 x 74	A	6	94.5	96.1	97.0	74.5	77.0	78.9	-5.3	5.1	4.9	96.1	77.0	5.1	97.0	78.9	4.9
	B																
	C																
	D	5	96.5	97.1	97.5	76.0	88.7	93.9	0.0	2.4	4.7	97.1	88.7	2.4	97.5	93.9	4.7
	E																
	F																
Gesamtwert											mit Blei	94.5	79.7	4.9	100.0	94.5	15.0
											ohne Blei	94.5	93.0	3.3	97.6	124.1	14.9

A-93

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

10°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	3	27.1	28.4	30.8	181.8	187.2	196.4	25.9	1.7	29.4	28.4	187.2	1.7	30.8	196.4	29.4
	B																
	C																
	D	6	84.4	86.7	88.4	172.2	188.8	205.0	5.4	2.6	10.7	86.7	188.8	2.6	88.4	205.0	10.7
	E																
	F																
308 Win	A	6	25.4	49.7	59.8	171.9	178.5	191.0	0.0	9.3	18.5	59.1	177.1	8.7	93.2	191.2	18.5
	B	7	28.4	39.0	50.7	162.5	173.1	184.9	-9.9	10.0	10.1						
	C	6	84.1	88.7	93.2	172.2	179.6	191.2	3.4	6.9	17.1						
	D	6	79.2	86.9	92.2	180.2	201.0	235.2	1.6	3.4	8.4						
	E	6	85.7	88.0	90.5	188.3	207.3	214.6	0.0	7.4	14.8						
	F	6	85.8	87.8	91.0	189.9	195.5	202.5	5.5	4.2	13.8						
9.3 x 74	A	6	28.2	63.6	87.3	159.3	177.3	196.9	-15.2	20.8	26.4	63.6	177.3	20.8	87.3	196.9	26.4
	B																
	C																
	D	5	88.0	91.5	93.8	178.4	184.0	193.6	7.8	2.9	13.6	91.5	184.0	2.9	93.8	193.6	13.6
	E																
	F																
Gesamtwert											50.4	180.5	10.4	93.2	196.9	29.4	
mit Blei											88.6	191.4	3.5	93.8	235.2	14.8	
ohne Blei																	

A-94

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

15°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F	6	74.7	83.2	92.1	258.6	282.8	346.1	8.9	11.2	31.3	83.2	282.8	11.2	92.1	346.1	31.3
308 Win	A	3	9.6	15.6	26.5	274.1	290.6	312.3	48.5	7.6	63.7						
	B	3	27.7	28.4	29.1	274.7	279.0	283.2	20.1	11.7	43.4						
	C	5	68.6	75.6	79.3	247.1	268.8	290.2	8.2	3.4	15.1	39.9	279.4	7.6	79.3	312.3	63.7
	D	5	81.9	83.4	85.7	270.8	289.2	319.4	-3.4	7.7	12.0						
	E	6	77.7	82.9	85.8	276.5	284.6	293.9	4.1	6.2	16.4						
	F	6	76.4	80.7	84.1	255.0	266.1	274.1	0.0	5.9	11.7	82.3	280.0	6.6	85.8	319.4	16.4
9.3 x 74	A	3	21.8	24.2	27.5	264.0	281.4	293.1	-55.0	53.5	51.9						
	B																
	C											24.2	281.4	53.5	27.5	293.1	51.9
	D																
	E																
	F	6	58.9	68.3	86.4	263.9	269.9	275.2	4.8	7.8	20.3	68.3	269.9	7.8	86.4	275.2	20.3
Gesamtwert									mit Blei			32.1	280.4	30.5	79.3	312.3	63.7
									ohne Blei			77.9	277.5	8.5	92.1	346.1	31.3

A-95

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

25°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F	6	22.7	60.5	72.7	454.2	493.1	532.4	-15.1	18.9	22.6	60.5	493.1	18.9	72.7	532.4	22.6
308 Win	A																
	B																
	C	3	6.3	9.0	11.4	452.3	483.6	521.4	39.2	33.2	105.5	9.0	483.6	33.2	11.4	521.4	105.5
	D	6	52.3	63.4	69.7	473.4	484.5	494.9	0.0	9.6	19.3						
	E	6	70.4	71.8	75.8	471.4	484.5	492.0	-1.8	14.2	26.7						
	F	6	67.4	72.0	78.4	467.8	478.0	492.7	-19.3	17.0	14.6	69.1	482.3	13.6	78.4	494.9	26.7
9.3 x 74	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F	6	66.6	70.4	73.1	448.7	472.1	491.6	-5.2	11.4	17.6	70.4	472.1	11.4	73.1	491.6	17.6
Gesamtwert									mit Blei			9.0	483.6	33.2	11.4	521.4	105.5
									ohne Blei			66.7	482.5	14.6	78.4	532.4	26.7

A-96

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Energieerhalt [%]				
	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	96.5	95.5	98.4	98.4
5	94.5	94.5	100.0	97.6
10	50.4	88.6	93.2	93.8
15	32.1	77.9	79.3	92.1
25	9.0	66.7	11.4	78.4

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	1.53	1.45	2.75	2.17	27.2	25.7	48.8	38.6
5	4.48	5.23	5.32	6.98	79.7	93.0	94.5	124.1
10	10.15	10.76	11.07	13.23	180.5	191.4	196.9	235.2
15	15.77	15.61	17.57	19.47	280.4	277.5	312.3	346.1
25	27.20	27.14	29.33	29.95	483.6	482.5	521.4	532.4

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-0.5	-0.5	0.3	0.9	-8.7	-8.3	5.1	16.7
5	-0.3	-0.4	0.8	0.8	-5.3	-7.8	15.0	14.9
10	-0.9	0.0	1.7	0.8	-15.2	0.0	29.4	14.8
15	-3.1	-0.2	3.6	1.8	-55.0	-3.4	63.7	31.3
25	2.2	-1.1	5.9	1.5	39.2	-19.3	105.5	26.7

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	95.5	94.4	96.6	96.5	97.3		2.5	97.0	95.6	97.3	97.7	96.5	95.4
5	92.8	92.7	94.5	93.7	96.1	97.1	5	94.7	93.1	95.7	95.0	91.2	94.9
10	28.4	86.7	59.1	87.6	63.6	91.5	10	49.7	39.0	88.7	86.9	88.0	87.8
15		83.2	39.9	82.3	24.2	68.3	15	15.6	28.4	75.6	83.4	82.9	80.7
25		60.5	9.0	69.1		70.4	25			9.0	63.4	71.8	72.0
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.4	2.5	1.6	1.5	1.6	1.3	1.4	1.6
5	4.3	5.2	4.8	5.5	4.3	5.0	5	4.5	5.1	5.0	5.2	6.0	5.4
10	10.5	10.6	10.0	11.3	10.0	10.4	10	10.0	9.7	10.1	11.3	11.7	11.0
15		15.9	15.7	15.7	15.8	15.2	15	16.3	15.7	15.1	16.3	16.0	15.0
25		27.7	27.2	27.1		26.6	25			27.2	27.3	27.3	26.9
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	27.6	26.9	27.5	25.2	26.5	25.2	2.5	28.3	26.6	27.6	22.3	24.2	29.1
5	75.9	91.9	86.2	98.4	77.0	88.7	5	79.4	90.5	88.6	92.8	106.1	96.4
10	187.2	188.8	177.1	201.3	177.3	184.0	10	178.5	173.1	179.6	201.0	207.3	195.5
15		282.8	279.4	280.0	281.4	269.9	15	290.6	279.0	268.8	289.2	284.6	266.1
25		493.1	483.6	482.3		472.1	25			483.6	484.5	484.5	478.0

A-98

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	96.6	95.8	98.4	98.4	97.9		2.5	97.5	96.2	98.4	98.4	97.2	96.9
5	94.9	94.3	102.3	97.6	97.0	97.5	5	102.3	96.1	96.1	96.1	92.4	97.6
10	30.8	88.4	93.2	92.2	87.3	93.8	10	59.8	50.7	93.2	92.2	90.5	91.0
15		92.1	79.3	85.8	27.5	86.4	15	26.5	29.1	79.3	85.7	85.8	84.1
25		72.7	11.4	78.4		73.1	25			11.4	69.7	75.8	78.4
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	2.3	2.0	2.7	2.2	2.0	1.6	2.5	1.8	1.7	2.7	1.7	1.8	2.2
5	4.6	5.6	5.3	7.0	4.4	5.3	5	5.1	5.2	5.3	5.7	7.0	6.2
10	11.0	11.5	10.8	13.2	11.1	10.9	10	10.7	10.4	10.8	13.2	12.1	11.4
15		19.5	17.6	18.0	16.5	15.5	15	17.6	15.9	16.3	18.0	16.5	15.4
25		29.9	29.3	27.8		27.7	25			29.3	27.8	27.7	27.7
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	40.2	35.1	48.8	38.6	34.7	29.3	2.5	31.8	31.1	48.8	30.2	32.0	38.6
5	81.7	99.7	94.5	124.1	78.9	93.9	5	91.2	93.2	94.5	100.5	124.1	110.9
10	196.4	205.0	191.2	235.2	196.9	193.6	10	191.0	184.9	191.2	235.2	214.6	202.5
15		346.1	312.3	319.4	293.1	275.2	15	312.3	283.2	290.2	319.4	293.9	274.1
25		532.4	521.4	494.9		491.6	25			521.4	494.9	492.0	492.7

A-99

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-0.49	-0.33	-0.21	-0.47	-0.24	-0.46	2.5	0.00	-0.21	-0.14	-0.47	0.00	-0.28
5	-0.09	0.29	0.00	-0.44	-0.30	0.00	5	0.00	0.25	0.13	0.26	0.31	-0.44
10	1.46	0.30	-0.56	0.00	-0.86	0.44	10	0.00	-0.56	0.19	0.09	0.00	0.31
15		0.50	0.46	-0.19	-3.09	0.27	15	2.73	1.13	0.46	-0.19	0.23	0.00
25		-0.85	2.20	-1.09		-0.30	25			2.20	0.00	-0.10	-1.09
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
2.5	0.12	0.94	0.29	0.46	0.24	0.33	2.5	0.27	0.29	0.25	0.46	0.21	0.38
5	0.46	0.69	0.84	0.84	0.28	0.27	5	0.53	0.58	0.84	0.63	0.84	0.00
10	1.65	0.60	1.04	0.83	1.49	0.76	10	1.04	0.57	0.96	0.47	0.83	0.78
15		1.76	3.59	0.93	2.92	1.14	15	3.59	2.44	0.85	0.67	0.93	0.66
25		1.27	5.93	1.50		0.99	25			5.93	1.08	1.50	0.82

A-100

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-8.7	-5.9	-3.7	-8.3	-4.3	-8.1	2.5	0.0	-3.7	-2.6	-8.3	0.0	-5.0
5	-1.6	5.2	0.0	-7.8	-5.3	0.0	5	0.0	4.4	2.3	4.7	5.6	-7.8
10	25.9	5.4	-9.9	0.0	-15.2	7.8	10	0.0	-9.9	3.4	1.6	0.0	5.5
15		8.9	8.2	-3.4	-55.0	4.8	15	48.5	20.1	8.2	-3.4	4.1	0.0
25		-15.1	39.2	-19.3		-5.2	25			39.2	0.0	-1.8	-19.3
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	2.1	16.7	5.1	8.2	4.3	5.9	2.5	4.9	5.1	4.5	8.2	3.7	6.8
5	8.2	12.3	15.0	14.9	4.9	4.7	5	9.4	10.4	15.0	11.2	14.9	0.0
10	29.4	10.7	18.5	14.8	26.4	13.6	10	18.5	10.1	17.1	8.4	14.8	13.8
15		31.3	63.7	16.4	51.9	20.3	15	63.7	43.4	15.1	12.0	16.4	11.7
25		22.6	105.5	26.7		17.6	25			105.5	19.3	26.7	14.6

A-101



Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden, Zusammenfassender Überblick**

d = 50 m

5°

Kaliber	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
243 Win	A	0				368.1	368.1	368.1	103.1	103.1	103.1						
	B	0				217.5	277.8	315.6	31.8	28.5	88.8						
	C	0				390.3	406.9	423.5	-75.0	35.8	-3.5		350.9	55.8		423.5	103.1
	D	6	0.0	16.2	80.8	189.2	263.2	349.9	-34.5	56.0	77.5						
	E	6	12.8	44.1	59.7	233.4	265.5	383.0	-54.8	62.8	70.8						
	F	6	0.1	28.7	69.0	203.9	279.3	343.6	-51.4	60.6	69.8	29.6	269.3	59.8	80.8	383.0	77.5
308 Win	A	3	15.1	19.8	24.1	149.4	185.0	232.1	-30.4	21.6	12.7						
	B	2	6.4	14.2	22.0	250.0	263.8	277.7	56.3	11.2	78.8						
	C	5	8.6	27.8	63.9	210.0	281.7	376.6	38.4	57.6	153.6	20.6	243.5	30.1	63.9	376.6	153.6
	D	6	56.0	67.4	84.2	143.4	231.0	306.3	7.8	48.9	105.7						
	E	6	37.4	54.2	77.0	142.4	184.3	331.2	-8.8	29.9	51.0						
	F	5	12.2	34.2	46.5	185.6	271.6	391.8	-6.6	42.4	78.2	51.9	229.0	40.4	84.2	391.8	105.7
9.3 x 74	A	1	5.3	5.3	5.3	196.7	196.7	196.7	42.1	42.1	42.1						
	B	6	16.3	21.8	29.7	281.8	347.0	387.7	-83.2	81.4	79.6						
	C	0				464.7	464.7	464.7	38.4	38.4	38.4	13.6	336.2	54.0	29.7	464.7	79.6
	D	6	1.1	22.7	64.8	214.3	286.4	361.9	-25.4	74.6	123.7						
	E	7	0.0	2.1	6.0	156.2	304.4	344.2	-7.6	30.3	53.0						
	F	7	0.0	2.1	6.0	212.8	322.6	388.4	-47.8	52.3	56.9	9.0	304.5	52.4	64.8	388.4	123.7
Gesamtwert																	
mit Blei											17.1	310.2	46.6	63.9	464.7	153.6	
ohne Blei											30.2	267.6	50.9	84.2	391.8	123.7	

A-103

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden: Vergleich bleihaltige - bleifreie Geschosse**

Tabelle für Grafik

Energieerhalt [%]								
	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
2.5	18.8	45.7	82.6	100.0				
5	17.1	30.2	63.9	84.2				
10								
15								
25								
Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	9.19	7.93	18.71	18.04	163.4	141.0	332.5	320.7
5	17.45	15.05	26.14	22.04	310.2	267.6	464.7	391.8
10								
15								
25								
Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-2.1	-4.3	5.8	4.3	-36.6	-76.1	103.5	76.4
5	-4.7	-3.1	8.6	7.0	-83.2	-54.8	153.6	123.7
10								
15								
25								

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Mittelwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	10.3	28.2	44.5	76.1	1.6	32.7	2.5	27.7	30.5	75.3	85.7	83.9	58.8
5		29.6	20.6	51.9	13.6	9.0	5	19.8	14.2	27.8	67.4	54.2	34.2
10							10						
15							15						
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	8.3	9.5	8.1	7.0	11.2	7.4	2.5	4.9	12.0	7.2	7.9	4.7	8.4
5	19.7	15.2	13.7	12.9	18.9	17.1	5	10.4	14.8	15.8	13.0	10.4	15.3
10							10						
15							15						
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	147.2	168.3	143.4	123.7	199.5	131.0	2.5	87.4	214.1	128.5	139.7	82.7	148.6
5	350.9	269.3	243.5	229.0	336.2	304.5	5	185.0	263.8	281.7	231.0	184.3	271.6
10							10						
15							15						
25							25						

A-105

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Maximalwerte**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Energieerhalt [%]							Energieerhalt [%]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	38.1	88.5	82.6	89.3	12.9	100.0	2.5	39.6	47.5	82.6	89.3	87.5	88.7
5		80.8	63.9	84.2	29.7	64.8	5	24.1	22.0	63.9	84.2	77.0	46.5
10							10						
15							15						
25							25						
Abgangswinkel [°]							Abgangswinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	17.2	16.6	15.7	18.0	18.7	16.9	2.5	6.5	15.7	10.6	18.0	8.0	14.3
5	23.8	21.5	21.2	22.0	26.1	21.8	5	13.1	15.6	21.2	17.2	18.6	22.0
10							10						
15							15						
25							25						
Abgangswinkel [Prom]							Abgangswinkel [Prom]						
2.5	305.6	294.3	278.6	320.7	332.5	300.3	2.5	116.4	278.6	188.9	320.7	141.8	254.2
5	423.5	383.0	376.6	391.8	464.7	388.4	5	232.1	277.7	376.6	306.3	331.2	391.8
10							10						
15							15						
25							25						

A-106

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [°]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-2.06	-4.28	-0.23	-1.59	-0.21	-1.54	2.5	-0.23	0.65	0.26	-0.28	-0.50	-1.59
5	-4.22	-3.08	-1.71	-0.49	-4.68	-2.69	5	-1.71	3.17	2.16	0.44	-0.49	-0.37
10							10						
15							15						
25							25						
Maximaler Seitenwinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
2.5	5.82	1.97	5.62	4.30	3.30	3.03	2.5	0.59	5.62	0.53	4.30	2.27	1.84
5	5.80	4.36	8.64	5.94	4.48	6.96	5	0.71	4.43	8.64	5.94	2.87	4.40
10							10						
15							15						
25							25						

A-107

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Seitenwinkel**
**Kalibervergleich**
**Vergleich Geschossarten (Kal. 308 Win.)**

Minimaler Seitenwinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
	klein		mittel		gross			m-Pb			o-Pb		
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		A	B	C	D	E	F
2.5	-36.6	-76.1	-4.0	-28.2	-3.7	-27.4	2.5	-4.0	11.5	4.7	-4.9	-8.9	-28.2
5	-75.0	-54.8	-30.4	-8.8	-83.2	-47.8	5	-30.4	56.3	38.4	7.8	-8.8	-6.6
10							10						
15							15						
25							25						
Maximaler Seitenwinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	103.5	35.0	100.0	76.4	58.6	53.8	2.5	10.4	100.0	9.4	76.4	40.3	32.7
5	103.1	77.5	153.6	105.7	79.6	123.7	5	12.7	78.8	153.6	105.7	51.0	78.2
10							10						
15							15						
25							25						

A-108

*u<sup>b</sup>*

---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

Institut für Rechtsmedizin

# Anhang B

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel**

## B.1.1 Abgangswinkel

- Abgangswinkel bleihaltiger Geschosse größer
- Abgangswinkel bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win	308 Win	9,3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1	32.33	1.36	0.38	2.35
	TA 2	1.71	0.69	0.16	1.00
Baumstamm	10°	1.99	0.67	1.00	1.28
	15°	0.93	0.68	0.31	0.60
	25°	0.34	3.26	0.91	0.93
	45°	0.28	1.75	0.59	0.66
	90°	0.75	0.76	0.04	0.42
Harter Boden	2.5°	0.52	1.30	0.50	0.71
	5°	0.61	0.70	1.26	0.78
	10°	0.96	1.60	1.11	1.23
	15°				
Steinplatte	2.5°	0.87	0.79		0.89
	5°	1.22	1.31	1.19	1.24
	10°	1.04	1.23	0.98	1.08
	15°		1.02	0.94	1.04
	25°		0.95		0.97
Weicher Boden	2.5°	0.96	1.15	0.90	1.00
	5°		1.04	0.84	0.92

B-1

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel**

## B.1.2 Seitenwinkel

- Seitenwinkel bleihaltiger Geschosse größer
- Seitenwinkel bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win	308 Win	9,3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1	1.98	2.08	0.12	1.61
	TA 2	1.18	2.10	0.15	1.12
Baumstamm	10°	1.57	0.82	1.06	1.15
	15°	0.33	0.69	1.75	0.51
	25°	0.78	1.09	0.25	0.72
	45°	0.23	1.06	1.74	0.66
	90°	4.51	2.04	0.02	0.55
Harter Boden	2.5°	0.79	3.87	0.29	1.33
	5°	0.22	1.55	1.26	0.72
	10°	1.65	1.83	1.48	1.69
	15°				
Steinplatte	2.5°	2.09	1.87		1.99
	5°	0.73	0.73	0.46	0.65
	10°	1.52	0.74	0.14	0.40
	15°		0.66	0.15	0.24
	25°		0.51		0.51
Weicher Boden	2.5°	0.79	0.92	2.04	1.00
	5°		0.85	0.92	0.89

B-2

Abpraller Untersuchung BLE

## B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel

### B.1.3 Differenzen der mittleren und maximalen Maximalwerte

		Mittelwerte						Maximalwerte						
		Abgangswinkel [°]			Seitenwinkel [°]			Abgangswinkel [°]			Seitenwinkel [°]			
		m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	
Buschwerk	TA 1	0.13	0.24	0.11	0.08	0.17	0.09	0.19	0.56	0.37	0.19	0.38	0.19	
	TA 2	0.47	0.41	-0.07	0.15	0.23	0.07	0.66	1.13	0.47	0.38	0.45	0.07	
Baumstamm	10°	0.11	0.19	0.08	0.81	0.85	0.03	0.29	0.58	0.29	1.02	1.51	0.49	
	15°	0.45	0.46	0.01	1.66	1.10	-0.55	0.89	0.60	-0.29	4.16	1.42	-2.74	
	25°	1.84	1.58	-0.26	1.96	1.69	-0.27	5.60	4.56	-1.04	2.61	2.86	0.25	
	45°	3.98	2.01	-1.97	3.73	2.62	-1.11	10.18	6.35	-3.84	10.75	6.93	-3.81	
	90°	2.46	1.46	-1.00	2.67	1.89	-0.78	5.56	3.55	-2.01	14.50	4.75	-9.76	
Harter Boden	2.5°	13.79	11.70	-2.09	2.78	3.05	0.27	23.03	17.06	-5.97	4.03	9.65	5.61	
	5°	21.54	17.97	-3.57	3.03	2.52	-0.51	34.39	21.89	-12.50	7.19	4.28	-2.91	
	10°	32.61	40.91	8.30	4.53	10.68	6.15	36.63	58.55	21.91	9.91	18.13	8.21	
	15°													
Steinplatte	2.5°	2.10	1.91	-0.19	0.22	0.38	0.16	2.75	2.17	-0.58	0.30	0.64	0.33	
	5°	4.95	5.95	1.01	0.27	0.20	-0.07	5.32	6.98	1.66	0.36	0.26	-0.09	
	10°	10.80	11.82	1.02	0.55	0.23	-0.32	11.07	13.23	2.16	1.17	0.42	-0.75	
	15°	16.58	16.97	0.40	1.07	0.39	-0.69	17.57	19.47	1.90	3.01	0.44	-2.57	
	25°	29.33	28.16	-1.17	1.86	0.80	-1.06	29.33	29.95	0.62	1.86	1.06	-0.80	
Weicher Boden	2.5°	13.49	13.71	0.22	1.33	1.81	0.48	18.71	18.04	-0.67	3.94	3.13	-0.82	
	5°	18.15	20.00	1.85	2.37	2.86	0.50	26.14	22.04	-4.10	4.58	4.19	-0.39	
Mittelwert der Differenzen				0.16				0.14				-0.10		

B-3

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.2 Vergleich von Restmasse und Energie nach dem Stoß**

## B.2.1 Restmassen

Prozentuale Restmasse bleihaltiger Geschosse größer

Prozentuale Restmasse bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win	308 Win	9,3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1	1.00	1.00	1.00	1.00
	TA 2	1.00	1.00	1.00	1.00
Baumstamm	10°	1.13	1.12	1.04	1.09
	15°	1.13	1.12	1.04	1.09
	25°	1.73	1.54	1.32	1.51
	45°	1.29	1.30	1.34	1.31
	90°	1.08	1.18	1.31	1.19
Harter Boden	2.5°	1.95	1.60	1.36	1.60
	5°	4.36	2.19	1.45	2.15
	10°	4.80	4.14	1.79	2.77
	15°				
Steinplatte	2.5°	1.01	1.00		1.00
	5°	1.02	1.01	1.00	1.01
	10°	3.16	1.44	1.42	1.75
	15°		2.05	3.65	2.62
	25°		4.25		4.09
Weicher Boden	2.5°	3.09	1.73	1.51	1.91
	5°		2.39	1.89	2.08

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.2 Vergleich von Restmasse und Energie nach dem Stoß**

## B.2.2 Energie nach dem Stoß

-  Relativer Energieerhalt bleihaltiger Geschosse größer
-  Relativer Energieerhalt bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win	308 Win	9,3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1	0.99	0.99	0.99	0.99
	TA 2	1.00	1.00	1.00	1.00
Baumstamm	10°	1.02	1.12	1.02	1.06
	15°	1.43	0.98	0.60	0.91
	25°	1.96	1.15	1.11	1.30
	45°	7.90	2.24	0.24	0.91
	90°	1.42	1.74	1.15	1.47
Harter Boden	2.5°	3.11	1.73	1.56	1.96
	5°	3.41	2.00	2.24	2.31
	10°	3.52	3.55	3.98	3.72
	15°				
Steinplatte	2.5°	0.99	1.00		0.99
	5°	1.00	0.99	1.01	1.00
	10°	3.05	1.48	1.44	1.76
	15°		2.06	2.82	2.43
	25°		7.69		7.43
Weicher Boden	2.5°	2.73	1.71	20.15	2.43
	5°		2.52	0.66	1.77

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3 Vergleich maximaler Abprallerflugweiten**

## B.3.1 Insgesamt

- Maximale Abprallerdistanz bleihaltiger Geschosse größer
- Maximale Abprallerdistanz bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win.	308 Win.	9.3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1	1.85	0.99	0.74	1.48
	TA 2	1.07	0.78	0.60	1.07
Baumstamm	10°	1.34	0.80	1.00	1.34
	15°	1.09	1.06	0.52	0.83
	25°	1.47	1.42	1.04	1.47
	45°	1.08	1.28	0.43	1.28
	90°	0.93	0.89	0.37	0.89
Harter Boden	2.5°	1.78	1.45	1.71	1.45
	5°	1.49	2.07	2.38	2.38
	10°	4.21	4.25	3.53	3.53
	15°				
Steinplatte	2.5°	0.78	0.73		0.73
	5°	1.09	0.86	1.22	0.86
	10°	2.28	1.06	1.36	1.06
	15°		1.08	3.58	1.10
	25°		5.09		5.09
Weicher Boden	2.5°	5.12	0.91	2.71	1.02
	5°		2.13	2.05	2.05

Abpraller Untersuchung BLE

### B.3 Vergleich der maximalen Abprallerflugweiten

#### B.3.2 Distanzbereiche der maximalen Abprallerflugweiten

Die Distanzen sind Resultate von Modellrechnungen und dürfen nicht in die Wirklichkeit übertragen werden.

alle Maße in Meter

		243 Win		308 Win.		9.3 x 74 R		Mittelwert		Diff.	m-Pb		o-Pb	
		m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		Min	Max	Min	Max
Buschwerk	TA 1	370	685	464	458	404	299	413	481	68	370	464	299	685
	TA 2	680	726	659	512	492	298	610	512	-98	492	680	298	726
Baumstamm	10°	500	668	492	396	343	341	445	468	23	343	500	341	668
	15°	345	377	408	430	516	268	423	358	-65	345	516	268	430
	25°	335	492	322	458	245	256	301	402	101	245	335	256	492
	45°	234	254	331	425	295	127	287	268	-19	234	331	127	425
	90°	148	137	291	258	215	79	218	158	-60	148	291	79	258
Harter Boden	2.5°	471	840	834	1205	704	1205	669	1083	414	471	834	840	1205
	5°	460	685	596	1233	639	1521	565	1146	582	460	639	685	1521
	10°	114	481	163	693	398	1405	225	859	634	114	398	481	1405
	15°													
Steinplatte	2.5°	960	754	1156	848	823		980	801	-179	823	1156	754	848
	5°	796	866	1224	1051	855	1045	958	987	29	796	1224	866	1051
	10°	411	937	908	959	690	938	670	944	275	411	908	937	959
	15°		909	826	889	220	787	523	862	339	220	826	787	909
	25°			156	794			156	794	638	156	156	794	794
Weicher Boden	2.5°	252	1288	1470	1332	556	1506	759	1375	616	252	1470	1288	1506
	5°			548	1169	599	1229	573	1199	626	548	599	1169	1229
											114	1470	79	1521

B-7

Abpraller Untersuchung BLE

### B.3 Vergleich maximaler Abprallerflugweiten

B.3.2 Ohne Geschoss C

Maximale Abprallerdistanz bleihaltiger Geschosse größer

Maximale Abprallerdistanz bleifreier Geschosse größer

Die eingetragenen Zahlen geben das Verhältnis "ohne Blei" zu "mit Blei" an.

		243 Win.	308 Win.	9.3 x 74 R	zusammen
Buschwerk	TA 1		0.99		1.48
	TA 2		0.82		1.17
Baumstamm	10°	1.75	0.80	1.00	1.36
	15°	1.47	1.39	0.52	0.83
	25°	1.47	1.86	1.04	1.47
	45°	2.28	1.28	0.43	1.28
	90°	0.79	6.37	0.37	1.20
Harter Boden	2.5°		3.45	1.71	1.71
	5°	10.22	3.32	2.38	2.38
	10°	8.01	6.07	3.53	3.53
	15°				
Steinplatte	2.5°	0.78	0.91		0.88
	5°	1.09	1.35	1.22	1.23
	10°	2.28	1.63	1.36	1.39
	15°		2.53	3.58	2.59
	25°				
Weicher Boden	2.5°	5.12	3.48	14.14	3.94
	5°		3.40	2.05	2.05

B-8

Abpraller Untersuchung BLE

### B.3 Vergleich der maximalen Abprallerflugweiten ohne C

B.3.3 Distanzbereiche der maximalen Abprallerflugweiten ohne C

Die Distanzen sind Resultate von Modellrechnungen und dürfen nicht in die Wirklichkeit übertragen werden.

alle Maße in Meter

		243 Win		308 Win.		9.3 x 74 R		Mittelwert		Diff.	m-Pb		o-Pb	
		m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb		Min	Max	Min	Max
Buschwerk	TA 1		685	464	458		299	464	481	17	464	464	299	685
	TA 2		726	623	512		298	623	512	-111	623	623	298	726
Baumstamm	10°	381	668	492	396	343	341	405	468	63	343	492	341	668
	15°	257	377	309	430	516	268	360	358	-2	257	516	268	430
	25°	335	492	246	458	245	256	275	402	127	245	335	256	492
	45°	111	254	331	425	295	127	246	268	23	111	331	127	425
	90°	148	118	41	258	215	79	135	151	17	41	215	79	258
Harter Boden	2.5°		840	349	1205	704	1205	527	1083	557	349	704	840	1205
	5°	67	685	372	1233	639	1521	359	1146	787	67	639	685	1521
	10°	60	481	114	693	398	1405	191	859	669	60	398	481	1405
	15°													
Steinplatte	2.5°	960	754	933	848	823		905	801	-105	823	960	754	848
	5°	796	866	777	1051	855	1045	809	987	178	777	855	866	1051
	10°	411	937	589	959	690	938	563	944	381	411	690	937	959
	15°		909	351	889	220	787	285	862	576	220	351	787	909
	25°													
Weicher Boden	2.5°	252	1288	383	1332	107	1506	247	1375	1128	107	383	1288	1506
	5°			344	1169	599	1229	471	1199	728	344	599	1169	1229
Minimum bzw. Maximum der Minima bzw. Maxima											41	960	79	1521

B-9

Abpraller Untersuchung BLE

**B.4 Datenblätter zu B.1 bis B.3**

B.4.1 Buschwerk

50 m

TA 1

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2	97.0	827.1	6.2	0.3	3.4	370.0	18.60	12.40	370.0	
	D	895	5.5	96.9	880.8	5.5	9.9	5.6	685.0	8.00	5.33		
	E	815	6.5	95.9	798.2	6.5	4.3	6.7	433.5	10.50	7.00		
	F	855	5.8									685.0	1.85
308 Win	A	760	10.7	97.9	752.1	10.7	3.4	0.5	427.0	13.50	9.00		
	B	800	10.7	98.1	792.3	10.7	2.9	0.8	463.5	17.60	11.73		
	C	760	10.7	98.1	752.6	10.7	2.0	1.4	415.0	19.30	12.87	463.5	
	D	800	10.7	97.8	791.3	10.7	4.6	2.3	458.0	11.40	7.60		
	E	725	10.7	96.7	713.0	10.7	1.2	1.0	319.0	12.10	8.07		
	F	715	11.0	97.6	706.4	11.0	4.5	2.9	424.5	12.30	8.20	458.0	0.99
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5										
	C	690	16.0	97.7	682.2	16.0	3.0	1.3	404.0	16.20	10.80	404.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2	97.1	684.8	14.2	1.1	0.2	299.0	10.00	6.67		
	F	665	17.5									299.0	0.74
												463.5	0.404
												685.0	0.596
													1.48

B-10

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Buschwerk

50 m

TA 2

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2	94.0	814.4	6.2	11.7	6.7	680.0	8.50	5.67	680.0	
	D	895	5.5	94.0	867.7	5.5	7.4	7.1	610.5	9.00	6.00		
	E	815	6.5	94.0	790.2	6.5	20.1	7.9	725.5	5.80	3.87		
	F	855	5.8									725.5	1.07
308 Win	A	760	10.7	97.0	748.5	10.7	6.2	0.9	498.5	11.30	7.53		
	B	800	10.7	97.0	787.9	10.7	8.0	2.5	622.5	11.90	7.93		
	C	760	10.7	97.0	748.5	10.7	10.1	0.6	658.5	11.10	7.40	658.5	
	D	800	10.7	97.0	787.9	10.7	6.9	5.3	512.0	10.10	6.73		
	E	725	10.7	96.0	710.4	10.7	2.5	0.8	345.5	11.10	7.40		
	F	715	11.0	97.0	704.2	11.0	5.5	2.4	447.0	11.70	7.80	512.0	0.78
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5										
	C	690	16.0	97.0	679.6	16.0	6.2	3.0	492.0	13.10	8.73	492.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2	97.0	684.5	14.2	1.0	0.5	297.5	10.10	6.73		
	F	665	17.5									297.5	0.60
												680.0	0.484
												725.5	0.516
													1.07

B-11

Abpraller Untersuchung BLE

**B.4 Datenblätter zu B.1 bis B.3**

B.4.2 Baumstamm

50 m

10°

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2	77.5	859.0	5.5	-3.4	7.3	255.0	22.00	14.67		
	B	930	5.5	54.9	810.6	4.0	0.0	16.3	381.0	18.10	12.07		
	C	840	6.2	86.7	803.9	5.9	5.2	17.1	500.0	10.50	7.00	500.0	
	D	895	5.5	89.3	851.8	5.4	10.3	16.2	667.5	7.60	5.07		
	E	815	6.5	85.1	763.0	6.3	4.1	19.9	407.5	10.00	6.67		
	F	855	5.8	49.5	625.7	5.4	7.3	26.8	347.5	5.60	2.80	667.5	1.34
308 Win	A	760	10.7	89.6	737.1	10.2	5.1	9.4	492.0	13.00	10.83		
	B	800	10.7	65.3	759.5	7.7	4.1	18.1	432.3	8.50	5.67		
	C	760	10.7	94.5	737.7	10.7	1.4	17.5	387.0	20.10	13.40	492.0	
	D	800	10.7	97.9	791.3	10.7	0.0	14.8	334.5	16.90	11.27		
	E	725	10.7	85.6	672.4	10.7	-2.7	3.9	229.0	12.30	8.20		
	F	715	11.0	96.4	703.4	11.0	3.4	7.1	395.5	10.90	7.27	395.5	0.80
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	89.3	628.0	17.7	1.7	15.6	342.5	19.50	13.00		
	C	690	16.0									342.5	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	91.5	637.0	17.4	1.7	16.6	341.0	14.60	9.73	341.0	1.00
												500.0	0.428
												667.5	0.572
													1.34

B-12

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Baumstamm

50 m

15°

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2	18.0	414.1	5.5	10.4	32.0	256.5	2.70	2.25		
	B	930	5.5	33.4	631.9	4.0	6.5	73.9	238.0	1.30	0.87		
	C	840	6.2	53.3	630.1	5.9	6.9	22.8	344.5	4.70	4.70	344.5	
	D	895	5.5	62.7	713.7	5.4	6.9	24.4	364.0	4.00	4.00		
	E	815	6.5	53.4	604.2	6.3	9.6	21.7	376.5	4.60	4.60		
	F	855	5.8	33.7	516.0	5.4	9.6	20.8	290.5	2.80	2.33	376.5	1.09
308 Win	A	760	10.7	67.2	638.5	10.2	-3.4	16.7	187.5	7.80	5.20		
	B	800	10.7	40.3	596.7	7.7	15.8	18.2	309.0	1.20	0.80		
	C	760	10.7	83.2	692.4	10.7	4.1	36.5	407.5	12.30	6.15	407.5	
	D	800	10.7	77.8	705.5	10.7	10.2	12.7	430.0	6.40	2.56		
	E	725	10.7	50.9	518.6	10.7	10.7	22.2	298.0	3.10	2.07		
	F	715	11.0	57.3	542.4	11.0	4.8	25.2	222.0	3.05	1.39	430.0	1.06
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	72.8	566.7	17.7	15.4	5.9	515.5	8.10	3.24		
	C	690	16.0									515.5	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	44.0	441.7	17.4	4.8	10.3	267.5	9.80	3.92	267.5	0.52
												515.5	0.545
												430.0	0.455
													0.83

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Baumstamm

50 m

25°

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$\max x_{\max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2	10.0	501.0	2.1	99.5	35.4	242.0	0.04	0.02		
	B	930	5.5	19.9	520.6	3.5	31.5	31.9	334.5	0.46	0.38		
	C	840	6.2	25.1	522.8	4.0	28.2	32.8	307.0	0.52	0.35	334.5	
	D	895	5.5	48.4	622.9	5.5	18.6	27.5	406.5	1.84	1.53		
	E	815	6.5	34.6	534.8	5.2	34.3	25.4	491.5	1.22	1.22		
	F	855	5.8	24.5	426.0	5.7	21.4	27.8	306.5	1.47	0.98	491.5	1.47
308 Win	A	760	10.7	13.4	612.0	2.2	24.9	39.5	120.0	0.03	0.01		
	B	800	10.7	35.2	629.3	6.1	9.1	15.4	246.0	1.00	0.67		
	C	760	10.7	53.4	591.6	9.4	18.0	46.4	322.0	1.36	0.76	322.0	
	D	800	10.7	46.6	595.8	9.0	8.8	42.6	263.0	1.96	1.09		
	E	725	10.7	32.4	482.7	7.8	81.0	50.8	457.5	0.29	0.19		
	F	715	11.0	38.3	445.8	10.8	16.3	25.8	258.5	1.62	0.74	457.5	1.42
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	35.4	448.3	13.8	17.5	42.7	245.0	1.10	0.55		
	C	690	16.0									245.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	39.4	420.4	17.2	15.9	10.7	256.0	1.91	0.87	256.0	1.04
												334.5	0.405
												491.5	0.595
													1.47

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Baumstamm

50 m

45°

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$\max x_{\max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5	1.2	123.3	3.7	43.5	49.1	111.0	0.30	0.20		
	C	840	6.2	1.5	125.6	4.2	181.1	191.0	234.0	0.14	0.09	234.0	
	D	895	5.5	8.6	269.6	5.2	50.2	30.5	253.5	0.44	0.22		
	E	815	6.5	16.8	395.0	4.6	-4.2	30.6	113.5	1.47	0.53		
	F	855	5.8	6.6	225.7	5.5	-9.2	44.5	76.5	1.85	0.74	253.5	1.08
308 Win	A	760	10.7										
	B	800	10.7	7.7	288.8	6.3	64.6	73.8	331.0	0.34	0.28		
	C	760	10.7	4.6	182.9	8.6	29.7	116.6	163.0	0.90	0.60	331.0	
	D	800	10.7	23.1	385.9	10.6	34.9	13.6	318.0	0.97	0.49		
	E	725	10.7	14.0	316.2	7.9	112.9	123.3	424.5	0.24	0.16		
	F	715	11.0	4.5	151.9	10.9	44.9	24.7	152.5	0.72	0.33	424.5	1.28
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	26.4	387.4	13.8	34.6	33.8	295.0	0.73	0.37		
	C	690	16.0									295.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	6.4	168.9	17.5	20.6	58.8	126.5	1.29	0.59	126.5	0.43
												331.0	0.438
												424.5	0.562
													1.28

B-15

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Baumstamm

50 m

90°

Treffpunkt 1.5 m über Grund

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5	2.9	195.2	3.7	26.5	18.7	148.0	0.48	0.32		
	C	840	6.2									148.0	
	D	895	5.5										
	E	815	6.5	4.1	195.9	4.7	19.8	84.4	136.9	0.89	0.49		
	F	855	5.8									136.9	0.93
308 Win	A	760	10.7										
	B	800	10.7	5.2	224.7	7.1	-33.1	15.0	40.5	2.32	1.16		
	C	760	10.7	5.7	194.7	9.3	83.0	41.3	290.5	0.50	0.33	290.5	
	D	800	10.7	12.2	280.6	10.6	16.4	26.1	194.0	1.67	0.84		
	E	725	10.7	14.7	326.2	7.8	26.8	34.4	258.0	0.89	0.59		
	F	715	11.0	1.6	90.5	10.9	63.2	84.1	93.5	0.39	0.16	258.0	0.89
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	4.0	149.6	14.1	98.9	257.8	215.0	0.33	0.17		
	C	690	16.0									215.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	4.7	143.6	17.5	3.9	6.3	78.5	1.48	0.74	78.5	0.37
												290.5	0.530
												258.0	0.470
													0.89

B-16

Abpraller Untersuchung BLE

**B.4 Datenblätter zu B.1 bis B.3**

B.4.3 Harter Boden

50 m

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$\max x_{\max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2	25.1	599.6	3.1	409.4	71.7	470.5	0.07	0.05	470.5	
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8	78.3	770.6	5.6	214.5	56.5	839.5	0.23	0.18	839.5	1.78
308 Win	A	760	10.7	35.3	649.1	5.2	206.0	31.1	267.0	0.06	0.03		
	B	800	10.7	31.1	697.7	4.4	91.6	44.3	349.0	0.08	0.05		
	C	760	10.7	66.0	662.8	9.3	234.1	29.6	833.5	0.24	0.18	833.5	
	D	800	10.7	78.7	714.8	10.6	191.6	55.3	1169.0	0.55	0.18		
	E	725	10.7	79.7	653.6	10.5	303.3	6.1	1111.5	0.39	0.13		
	F	715	11.0	71.0	652.6	9.4	264.6	171.5	1205.0	0.41	0.14	1205.0	1.45
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	48.3	530.0	13.4	284.8	70.3	704.0	0.19	0.13	704.0	
	C	690	16.0										
	D	615	18.5	77.3	543.4	18.3	131.8	16.0	1205.0	1.27	0.42		
	E	695	14.2	73.9	602.5	14.0	142.6	20.1	812.5	0.42	0.13		
	F	665	17.5									1205.0	1.71
											833.5	0.409	
											1205.0	0.591	
												1.45	

B-17

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Harter Boden

50 m

5°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2	5.4	835.4	0.4	234.4	53.6	67.0	0.00	0.00		
	B	930	5.5										
	C	840	6.2	15.5	568.4	2.1	611.4	127.8	459.5	0.05	0.05	459.5	
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8	35.7	544.4	5.1	372.6	28.3	684.5	0.17	0.11	684.5	1.49
308 Win	A	760	10.7	28.3	685.9	3.7	506.1	49.1	320.5	0.03	0.02		
	B	800	10.7	20.6	696.5	2.9	430.8	21.4	371.5	0.03	0.03		
	C	760	10.7	42.5	590.4	7.5	207.0	26.9	595.5	0.14	0.09	595.5	
	D	800	10.7	73.5	695.8	10.4	323.0	61.1	1206.5	0.42	0.13		
	E	725	10.7	58.2	561.2	10.4	232.0	76.2	940.1	0.37	0.11		
	F	715	11.0	51.0	523.3	10.5	352.2	33.3	1233.0	0.45	0.13	1233.0	2.07
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	30.6	437.6	12.5	308.3	44.3	639.0	0.17	0.11	639.0	
	C	690	16.0										
	D	615	18.5	66.1	505.2	18.1	389.2	55.9	1521.0	0.68	0.21		
	E	695	14.2	70.9	589.4	14.0	248.3	14.2	876.0	0.28	0.08		
	F	665	17.5									1521.0	2.38
											639.0	0.296	
											1521.0	0.704	
												2.38	

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Harter Boden

50 m

10°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	max $x_{max}$ [m]	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]		
243 Win	A	915	6.2	1.0	319.2	0.5	503.5	32.5	60.0	0.02	0.02		
	B	930	5.5										
	C	840	6.2	6.5	520.4	1.0	590.8	79.1	114.0	0.03	0.02	114.0	
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8	13.3	397.9	3.6	565.0	130.6	480.5	0.10	0.06	480.5	4.21
308 Win	A	760	10.7	6.3	649.2	0.9	651.3	47.0	96.0	0.02	0.02		
	B	800	10.7	3.8	329.5	2.4	562.6	46.9	114.0	0.04	0.02		
	C	760	10.7	10.8	467.9	3.0	543.1	176.2	163.0	0.04	0.02	163.0	
	D	800	10.7	10.9	286.0	9.2	1040.8	322.2	623.5	0.21	0.14		
	E	725	10.7	38.1	481.3	9.2	737.0	233.2	692.5	0.26	0.17		
	F	715	11.0	25.0	414.8	8.2	769.1	219.3	514.5	0.17	0.10	692.5	4.25
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	7.8	246.6	10.0	627.6	101.4	397.5	0.10	0.06		
	C	690	16.0									397.5	
	D	615	18.5	36.2	377.5	17.8	553.1	83.5	1404.5	0.67	0.19		
	E	695	14.2	25.7	357.3	13.8	698.7	150.4	657.5	0.25	0.17		
	F	665	17.5									1404.5	3.53
												397.5	0.221
												1404.5	0.779
													3.53

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Harter Boden

50 m

15°

Kaliber	Geschosstyp	v <sub>z</sub>	m <sub>z</sub>	E <sub>R</sub>	v <sub>R</sub>	m <sub>R</sub>	β <sub>max</sub>	γ <sub>max</sub>	x <sub>max</sub>	ED	ED	max x <sub>max</sub>	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2										
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8										
308 Win	A	760	10.7										
	B	800	10.7										
	C	760	10.7										
	D	800	10.7										
	E	725	10.7	15.8	406.5	5.4	546.9	38.9					
	F	715	11.0										
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5	13.8	352.2	8.7	808.5	7.8					
	C	690	16.0										
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5										

Abpraller Untersuchung BLE

**B.4 Datenblätter zu B.1 bis B.3**

B.4.4 Steinplatte

50 m

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$\max x_{\max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2	95.5	903.4	6.1	40.2	5.4	960.0	3.01	1.51	960.0	
	B	930	5.5										
	C	840	6.2										
	D	895	5.5	94.4	835.7	5.7	35.1	11.3	753.5	2.59	1.30	753.5	
	E	815	6.5										
	F	855	5.8										
308 Win	A	760	10.7	97.0	750.6	10.6	31.8	2.4	819.5	4.47	2.23	1155.5	
	B	800	10.7	95.6	790.9	10.5	31.1	4.4	932.5	5.16	2.58		
	C	760	10.7	97.3	748.5	10.7	48.8	3.5	1155.5	4.00	2.00		
	D	800	10.7	97.7	791.2	10.7	30.2	8.2	771.5	4.18	2.09		
	E	725	10.7	96.5	713.9	10.7	32.0	1.8	677.5	3.52	1.76		
	F	715	11.0	95.4	701.1	10.9	38.6	5.9	847.5	3.89	1.95		
9.3 x 74 R	A	730	16.0	97.3	722.1	15.9	34.7		823.0	4.15	2.08	823.0	
	B	650	18.5										
	C	690	16.0										
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5										
												1155.5	0.577
												847.5	0.423
													0.73

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Steinplatte

50 m

5°

Kaliber	Geschosstyp	v <sub>z</sub>	m <sub>z</sub>	E <sub>R</sub>	v <sub>R</sub>	m <sub>R</sub>	β <sub>max</sub>	γ <sub>max</sub>	x <sub>max</sub>	ED <sub>Rch</sub>	ED <sub>est</sub>	max x <sub>max</sub>	Verhältnis o-Pb/m-Pb	
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]		
243 Win	A	915	6.2	92.8	897.2	6.0	81.7	4.9	796.0	0.52	0.44	796.0		
	B	930	5.5											
	C	840	6.2											
	D	895	5.5	92.7	829.4	5.7	99.7	3.6	865.5	0.62	0.21	865.5		1.09
	E	815	6.5											
	F	855	5.8											
308 Win	A	760	10.7	94.7	751.3	10.4	91.2	4.7	759.0	0.53	0.40			
	B	800	10.7	93.1	784.4	10.4	93.2	3.0	776.5	0.51	0.39			
	C	760	10.7	95.7	743.1	10.7	94.5	6.3	1224.0	1.52	0.51		1224.0	
	D	800	10.7	95.0	783.1	10.6	100.5	3.2	983.5	0.91	0.30			
	E	725	10.7	91.2	694.9	10.6	124.1	4.6	900.5	0.62	0.21			
	F	715	11.0	94.9	699.7	10.9	110.9	3.9	1051.0	0.97	0.32		1051.0	0.86
9.3 x 74 R	A	730	16.0	96.1	717.2	15.9	78.9	5.1	855.0	1.13	0.32	855.0		
	B	650	18.5											
	C	690	16.0											
	D	615	18.5	97.1	655.8	17.5	93.9	2.4	1044.5	1.42	0.41	1044.5		1.22
	E	695	14.2											
	F	665	17.5											
												1224.0	0.538	
												1051.0	0.462	
													0.86	

Abpraller Untersuchung BLE

**Datenblätter zu B.1 bis B.3**

Steinplatte

50 m

10°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	max $x_{\max}$ [m]	Verhältnis o-Pb/m-Pb		
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]				
243 Win	A	915	6.2	28.4	873.9	1.9	196.4	1.7	411.0	0.03	0.03	411.0			
	B	930	5.5												
	C	840	6.2												
	D	895	5.5	86.7	802.4	5.7	205.0	2.6	936.5	0.31	0.09	936.5		2.28	
	E	815	6.5												
	F	855	5.8												
308 Win	A	760	10.7	49.7	711.4	6.1	191.0	9.3	589.0	0.11	0.08				
	B	800	10.7	39.0	706.2	5.4	184.9	10.0	531.0	0.09	0.07				
	C	760	10.7	88.7	718.8	10.6	191.2	6.9	908.0	0.33	0.25		908.0		
	D	800	10.7	86.9	749.0	10.6	235.2	3.4	959.0	0.31	0.24		959.0	1.06	
	E	725	10.7	88.0	685.4	10.5	214.6	7.4	909.0	0.31	0.24				
	F	715	11.0	87.8	673.5	10.9	202.5	4.2	919.0	0.34	0.26				
9.3 x 74 R	A	730	16.0	63.6	697.4	11.1	196.9	20.8	689.5	0.16	0.12	689.5			
	B	650	18.5												
	C	690	16.0												
	D	615	18.5	91.5	639.1	17.3	193.6	2.9	937.5	0.40	0.26	937.5		1.36	
	E	695	14.2												
	F	665	17.5												
													908.0	0.486	
														959.0	0.514
															1.06

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Steinplatte

50 m

15°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{\max}$	$\gamma_{\max}$	$x_{\max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$\max x_{\max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2										
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8	83.2	792.8	5.6	346.1		909.0	0.24	0.18	909.0	
308 Win	A	760	10.7	15.6	709.1	1.9	312.3	7.6	183.0	0.01	0.01		
	B	800	10.7	28.4	756.8	3.4	283.2	11.7	350.5	0.03	0.02		
	C	760	10.7	75.6	684.4	10.0	290.2	3.4	825.5	0.24	0.16	825.5	
	D	800	10.7	83.4	738.9	10.5	319.4	7.7	888.5	0.27	0.18		
	E	725	10.7	82.9	667.2	10.5	293.9	6.2	853.5	0.26	0.18		
	F	715	11.0	80.7	648.9	10.8	274.1	5.9	856.0	0.28	0.18	888.5	1.08
9.3 x 74 R	A	730	16.0	24.2	689.0	4.4	293.1	53.5	220.0	0.03	0.02		
	B	650	18.5										
	C	690	16.0									220.0	
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	68.3	551.9	17.4	275.2	7.8	787.0	0.29	0.22	787.0	3.58
												825.5	0.476
												909.0	0.524
													1.10

B-24

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Steinplatte

50 m

25°

Kaliber	Geschosstyp	v <sub>z</sub>	m <sub>z</sub>	E <sub>R</sub>	v <sub>R</sub>	m <sub>R</sub>	β <sub>max</sub>	γ <sub>max</sub>	x <sub>max</sub>	ED <sub>Rch</sub>	ED <sub>est</sub>	max x <sub>max</sub>	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2										
	D	895	5.5										
	E	815	6.5										
	F	855	5.8	60.5	750.8	4.5	532.4	18.9					
308 Win	A	760	10.7										
	B	800	10.7										
	C	760	10.7	9.0	485.9	2.4	521.4	33.2	156.0	0.03	0.02	156.0	
	D	800	10.7	63.4	675.2	9.5	494.9	9.6	741.5	0.22	0.13		
	E	725	10.7	71.8	630.0	10.2	492.0	14.2	773.0	0.25	0.15		
	F	715	11.0	72.0	619.5	10.6	492.7	17.0	794.3	0.27	0.16	794.3	5.09
9.3 x 74 R	A	730	16.0										
	B	650	18.5										
	C	690	16.0										
	D	615	18.5										
	E	695	14.2										
	F	665	17.5	70.4	565.5	17.1	491.6	11.4					
												156.0	0.164
												794.3	0.836
													5.09

Abpraller Untersuchung BLE

**B.4 Datenblätter zu B.1 bis B.3**

B.4.5 Weicher Boden

50 m

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	max $x_{max}$ [m]	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]		
243 Win	A	915	6.2	0.0	31.1	1.7	146.3	21.8	10.0	0.02	0.02		
	B	930	5.5	3.0	274.1	1.9	305.6	70.1	251.5	0.02	0.02		
	C	840	6.2	27.9	793.9	1.9	270.4	28.8	250.0	0.03	0.02	251.5	
	D	895	5.5	34.3	532.3	5.3	264.2	36.7	1288.0	0.44	0.22		
	E	815	6.5	13.3	305.7	6.2	259.7	55.6	906.5	0.39	0.20		
	F	855	5.8	36.8	533.4	5.5	294.3	18.8	1014.5	0.31	0.16	1288.0	5.12
308 Win	A	760	10.7	27.7	626.2	4.4	116.4	7.2	322.5	0.06	0.03		
	B	800	10.7	30.5	745.7	3.8	278.6	44.2	382.6	0.04	0.02		
	C	760	10.7	75.3	675.1	10.2	188.9	2.4	1470.0	0.78	0.39	1470.0	
	D	800	10.7	85.7	743.6	10.6	320.7	40.7	1331.5	0.48	0.24		
	E	725	10.7	83.9	667.4	10.6	141.8	24.6	928.0	0.56	0.28		
	F	715	11.0	58.8	551.8	10.9	254.2	30.5	1275.5	0.56	0.27	1331.5	0.91
9.3 x 74 R	A	730	16.0	0.1	42.1	3.2	332.5	10.6	12.0	0.03	0.02		
	B	650	18.5	0.4	45.0	14.7	305.2	11.4	106.5	0.17	0.09		
	C	690	16.0	4.4	145.5	15.9	214.5	17.1	556.0	0.75	0.37	556.0	
	D	615	18.5	2.3	92.6	18.5	172.6	27.3	239.5	0.68	0.34		
	E	695	14.2	55.5	518.8	14.1	186.4	20.7	891.0	0.38	0.19		
	F	665	17.5	40.2	422.7	17.4	300.3	34.8	1506.0	0.75	0.37	1506.0	2.71
												1470.0	0.494
												1506.0	0.506
													1.02

Abpraller Untersuchung BLE

Datenblätter zu B.1 bis B.3

Weicher Boden

50 m

5°

Kaliber	Geschosstyp	$v_z$	$m_z$	$E_R$	$v_R$	$m_R$	$\beta_{max}$	$\gamma_{max}$	$x_{max}$	$ED_{Rch}$	$ED_{est}$	$max\ x_{max}$	Verhältnis o-Pb/m-Pb
		[m/s]	[g]	[%]	[m/s]	[g]	[Prom]	[Prom]	[m]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[J/mm <sup>2</sup> ]	[m]	
243 Win	A	915	6.2										
	B	930	5.5										
	C	840	6.2										
	D	895	5.5	16.2	370.9	5.2	349.9	56.0					
	E	815	6.5	44.1	566.9	5.9	383.0	62.8					
	F	855	5.8	28.7	504.3	4.8	343.6	60.6					
308 Win	A	760	10.7	19.8	573.6	3.7	232.1	21.6	343.5	0.03	0.02		
	B	800	10.7	14.2	554.0	3.2	277.7	11.2	310.0	0.03	0.02		
	C	760	10.7	27.8	523.9	6.3	376.6	57.6	547.5	0.10	0.07	547.5	
	D	800	10.7	67.4	662.8	10.5	306.3	48.9	1139.5	0.40	0.11		
	E	725	10.7	54.2	537.8	10.5	331.2	29.9	968.0	0.34	0.10		
	F	715	11.0	34.2	423.6	10.7	391.8	42.4	1168.5	0.45	0.13	1168.5	2.13
9.3 x 74 R	A	730	16.0	5.3	334.4	4.0	196.7	42.1	170.0	0.03	0.02		
	B	650	18.5	21.8	383.8	11.6	387.7	81.4	598.5	0.15	0.10		
	C	690	16.0			9.1	464.7	38.4				598.5	
	D	615	18.5	22.7	295.1	18.2	361.9	74.6	1229.0	0.62	0.18		
	E	695	14.2	2.1	102.0	13.7	344.2	30.3	334.0	0.22	0.14		
	F	665	17.5	2.1	108.7	13.7	388.4	52.3	456.0	0.30	0.09	1229.0	2.05
											598.5	0.327	
											1229.0	0.673	
												2.05	

B-27