



---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

## **Bericht**

**29. Juni 2013**  
**korr. 26. Sept. 2013**

Medizinische Fakultät

**Institut für Rechtsmedizin**

Forensische Physik und Ballistik

*Abteilungsleitung:*

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

Beat Kneubuehl

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

# Vergleich der Gefährdung durch abgeprallte bleihaltige und bleifreie Flintenlaufgeschosse und Schrot

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

**Beat P. Kneubuehl**

Diplom-Mathematiker

## Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Definitionen und Bezeichnungen .....</b>	<b>VI</b>
I.1	Bezeichnungen beim Abpraller .....	VI
I.2	Stabilisierung bei Flintenlaufgeschossen (FLG) und Schrot .....	
I.3	Bezeichnungen bei FLG .....	VII
I.3	Verwendete Abkürzungen, Formelzeichen und Maßeinheiten .....	VIII
I.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 .....	1
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>2</b>
2.1	Zur Beurteilung der Gefährlichkeit von Projektilen.....	2
2.2	Bereitzustellende ballistische Daten .....	2
<b>3</b>	<b>Durchgeführte Versuche .....</b>	<b>3</b>
3.1	Allgemeines .....	3
3.2	Versuchsergebnisse .....	3
3.3	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.....	4
<b>4</b>	<b>Auswertungen .....</b>	<b>5</b>
4.1	Beurteilungskonzept .....	5
4.2	Ausgewertete Versuchsergebnisse .....	6
4.3	Datenauswahl für die Bestimmung der Gefährdung .....	6
4.3.1	Auftreffwinkel .....	6
4.3.2	Schussdistanz.....	6
<b>5</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>6</b>
5.1	Vorbemerkung .....	6
5.2	Ergebnisse der FLG-Abpraller .....	8
5.2.1	Abgangswinkel.....	8
5.2.2	Seitenwinkel.....	8
5.2.3	Prozentuale Restmasse.....	9

5.2.4	Prozentuale Energieerhaltung .....	9
5.2.5	Reichweiten der FLG-Abpraller.....	9
5.3	Ergebnisse der Schrotabpraller .....	10
5.3.1	Abgangswinkel.....	10
5.3.2	Seitenwinkel.....	11
5.3.3	Prozentuale Restmasse.....	11
5.3.4	Prozentuale Energieerhaltung .....	11
5.3.5	Gefährlichkeitsdistanzen der Schrot-Abpraller.....	12
<b>6</b>	<b>Beurteilung und Kommentar.....</b>	<b>13</b>
6.1	Flintenlaufgeschosse (FLG).....	13
6.1.1	Abgangs- und Seitenwinkel .....	13
6.1.2	Restmasse und Energieerhaltung.....	13
6.1.3	Reichweiten und Gefährdungszonen.....	13
6.1.4	Nähere Umgebung des Auftreffpunktes.....	14
6.1.5	Rückpraller.....	14
6.2	Schrot.....	14
6.2.1	Abgangs- und Seitenwinkel .....	14
6.2.2	Restmasse und Energieerhalt.....	15
6.2.3	Reichweiten und Gefährdungszonen.....	15
6.2.4	Nähere Umgebung des Auftreffpunktes.....	16
6.2.5	Rückpraller.....	16
6.2.6	Wasser.....	16
6.3	Zuverlässigkeit der Aussagen.....	17
6.3.1	In statistischer Hinsicht .....	17
6.3.2	Bezüglich der Auswertung .....	17
<b>7</b>	<b>Ergebnisse zusammengefasst.....</b>	<b>18</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	
A.1	Ausgewertete Ergebnisse insgesamt.....	A-1
A.1.1	Baumstamm FLG.....	A-1
A.1.1.1	Energieerhalt.....	A-1
A.1.1.2	Abgangswinkel .....	A-1
A.1.1.3	Seitenwinkel.....	A-2
A.1.2	Harter Boden FLG.....	A-2
A.1.2.1	Energieerhalt.....	A-2
A.1.2.2	Abgangswinkel .....	A-3
A.1.2.3	Seitenwinkel.....	A-3
A.1.3	Steinplatte FLG.....	A-4

A.1.3.1	Energieerhalt.....	A-4
A.1.3.2	Abgangswinkel.....	A-4
A.1.3.3	Seitenwinkel.....	A-5
A.1.4	Weicher Boden.....	A-5
A.1.4.1	Energieerhalt.....	A-5
A.1.4.2	Abgangswinkel.....	A-6
A.1.4.3	Seitenwinkel.....	A-6
A.2	Ausgewertete Ergebnisse FLG.....	A-7
A.2.1	Buschwerk (Gebüsch).....	A-7
A.2.1.1	Energieerhalt, Mittelwerte.....	A-7
A.2.1.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-7
A.2.1.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-8
A.2.1.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-8
A.2.2	Baumstamm.....	A-9
A.2.2.1	Energieerhalt, Mittelwerte.....	A-9
A.2.2.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-9
A.2.2.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-10
A.2.2.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-10
A.2.3	Harter Boden.....	A-11
A.2.3.1	Energieerhalt, Mittelwerte.....	A-11
A.2.3.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-11
A.2.3.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-12
A.2.3.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-12
A.2.4	Steinplatte.....	A-13
A.2.4.1	Energieerhalt, Mittelwerte.....	A-13
A.2.4.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-13
A.2.4.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-14
A.2.4.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-14
A.2.5	Weicher Boden.....	A-15
A.2.5.1	Energieerhalt, Mittelwerte.....	A-15
A.2.5.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-15
A.2.5.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-16
A.2.5.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-16
A.2.6	Tabellarische Zusammenstellung der ausgewerteten FLG-Daten.....	A-17
	Buschwerk, zusammenfassender Überblick.....	A-17
	Baumstamm, zusammenfassender Überblick.....	A-21
	Harter Boden, zusammenfassender Überblick.....	A-26
	Steinplatte, zusammenfassender Überblick.....	A-31
	Weicher Boden, zusammenfassender Überblick.....	A-36

A.3	Ausgewertete Ergebnisse Schrot.....	A-40
A.3.1	Buschwerk (Gebüsch).....	A-40
A.3.1.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-40
A.3.1.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-40
A.3.1.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-41
A.3.1.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-41
A.3.2	Baumstamm.....	A-42
A.3.2.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-42
A.3.2.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-42
A.3.2.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-43
A.3.2.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-43
A.3.3	Harter Boden.....	A-44
A.3.3.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-44
A.3.3.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-44
A.3.3.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-45
A.3.3.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-45
A.3.4	Steinplatte .....	A-46
A.3.4.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-46
A.3.4.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-46
A.3.4.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-47
A.3.4.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-47
A.3.5	Weicher Boden .....	A-48
A.3.5.1	Energieerhalt, Mittelwerte .....	A-48
A.3.5.2	Energieerhalt, Maximalwerte.....	A-48
A.3.5.3	Abgangswinkel, Mittelwerte.....	A-49
A.3.5.4	Abgangswinkel, Maximalwerte.....	A-49
A.3.6	Tabellarische Zusammenstellung der ausgewerteten Schrot-Daten .	A-50
	Buschwerk, zusammenfassender Überblick .....	A-50
	Baumstamm, zusammenfassender Überblick .....	A-54
	Harter Boden, zusammenfassender Überblick .....	A-58
	Steinplatte, zusammenfassender Überblick.....	A-63
	Weicher Boden, zusammenfassender Überblick .....	A-68
	Wasser, zusammenfassender Überblick .....	A-72

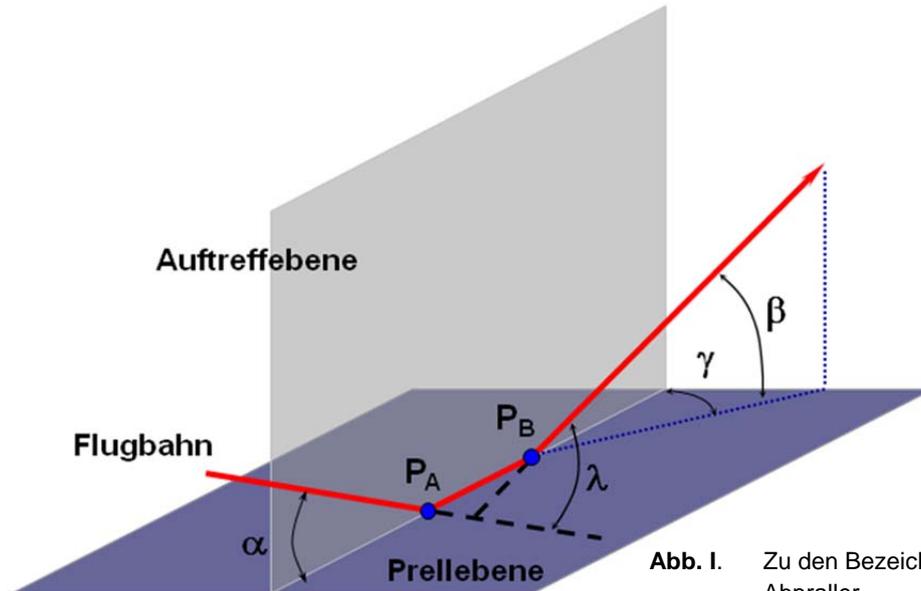
## B Anhang

B.1	Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel.....	B-1
B.1.1	FLG, Abgangs- und Seitenwinkel .....	B-1
B.1.2	Tabelle zu B.1.1 .....	B-2
B.1.3	Schrot, Abgangs- und Seitenwinkel .....	B-3
B.1.4	Tabelle zu B.1.3.....	B-4

B.1.5	Abgangswinkel in Abhängigkeit des Auftreffwinkels .....	B-5
B.2	Vergleich von Restmasse und Energie nach dem Stoß .....	B-6
B.2.1	FLG, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Mittelwerte .....	B-6
B.2.2	FLG, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Maximalwerte .....	B-7
B.2.3	Tabelle zu B.2.1 und B.2.2.....	B-8
B.2.4	FLG, Energie in Abhängigkeit des Auftreffwinkels.....	B-9
B.2.5	Schrot, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Mittelwerte .....	B-10
B.2.6	Schrot, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Maximalwerte.....	B-11
B.2.7	Tabelle zu B.2.4 und B.2.5.....	B-12
B.2.8	Schrot, Energie in Abhängigkeit des Auftreffwinkels .....	B-13
B.3	Datenblätter zu B.1 und B.2.....	B-14
B.3.1	FLG, Abgangs- und Seitenwinkel .....	B-14
B.3.2	Schrot, Abgangs- und Seitenwinkel .....	B-19
B.3.3	FLG, Vergleich von Restmasse und Energie .....	B-25
B.3.4	Schrot, Vergleich von Restmasse und Energie .....	B-30

**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 das 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 Auftreffebene und Abgangsebene
Ablenkwinkel	$\lambda$	Winkel zwischen Auftreffrichtung und Abgangsrichtung
Spurlänge	$s_x$	Distanz zwischen Auftreffpunkt und Abgangspunkt

## 1.2 Zur Stabilisierung von Flintenlaufgeschossen (FLG)

Flinten werden primär zum Verschießen von Schrot verwendet. Schrote benötigen zum stabilen Flug wegen ihrer kugeligen Form keinen Drall; klassische Flinten besitzen daher einen glatten Lauf ohne Züge und Felder. Für den Fall, dass dennoch einmal ein massives Geschoss benötigt werden sollte, wurden (eher als Notbehelf) die so genannten Flintenlaufgeschosse (FLG) eingeführt.

FLG müssen somit dralllos stabilisiert werden. Dies bedeutet, dass der Angriffspunkt des Luftwiderstandes hinter den Schwerpunkt zu liegen kommen muss. Dadurch erfolgt die Stabilisierung nach dem Windfahnenprinzip. Konstruktiv ergeben sich dafür die folgenden Möglichkeiten:

- *Pfeilstabilisierung*. Der Schwerpunkt wird so weit nach vorn verschoben, bis dass der Angriffspunkt des Luftwiderstandes dahinter zu liegen kommt,
- *Flügel- und Widerstandsstabilisierung*: Am Heck des Projektils werden entweder Flügel angebracht, welche eine Auftriebskraft erzeugen oder ein Konus, der einen zusätzlichen Widerstand erzeugt. In beiden Fällen wird dadurch der Luftangriffspunkt nach hinten gezogen.

Zudem steht noch das Prinzip der *Schulterstabilisierung* zur Verfügung, das am Geschoss eine ebene Frontfläche erfordert. Auf dieser Fläche entsteht eine Staudruckverteilung, welche bei einer geringen Auslenkung unsymmetrisch wird und eine der Auslenkung entgegengesetzte Kraft bewirkt.

Mit dem Aufkommen von bleifreien FLG wurden zur besseren Stabilisierung auch so genannte «gezogene Flinten» eingeführt. Solche FLG sind mehrheitlich drallstabilisiert. Mit «gezogenen Flinten» kann Schrot nicht geschossen werden.

## 1.3 Bezeichnungen und Stabilisierung bei FLG

Unter *Geschossart* werden in diesem Bericht die FLG-Klassen bleihaltig und bleifrei bezeichnet, unabhängig vom Aufbau und vom Hersteller. Mit FLG-Typ werden die einzelnen geprüften FLG-Konstruktionen benannt:

- A Brenneke classic, m = 31.5 g, pfeilstabilisiert mit einer gewissen Unterstützung durch Schulterstabilisierung,
- B Rottweil Exact, m = 32 g, pfeilstabilisiert,
- C Sauvestre Balle Flèche, m = 31 g, pfeilstabilisiert,
- D Brenneke Super Sabot, m = 31.8 g, für gezogene Flinten, drallstabilisiert,
- E Federal Barnes Sabot, m = 28 g, für gezogene Flinten, drallstabilisiert,
- F Sauvestre Balle Flèche, m = 24 g, pfeilstabilisiert.

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

### 1.3 *Bezeichnungen bei Schrotten*

Für die vorliegende Untersuchung wurden 5 verschiedene Schrote geprüft, alle mit Durchmesser 3 mm. Bezeichnet sind sie durch:

- A Bleischrot,  $m = 0.162$  g,
- B Weicheisenschrot,  $m = 0.117$  g,
- C Zinkschrot,  $m = 0.095$  g,
- D Wismutschrot,  $m = 0.133$  g,
- E Woframschrot,  $m = 0.165$  g.

### 1.4 *Verwendete Abkürzungen, Formelzeichen und Maßeinheiten*

$c_w$	Luftwiderstandsbeiwert (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 FLG und Bleischrot, positive Werte
	Bleihaltige FLG, negative Werte
	Bleifreie FLG und bleifreie Schrote (div. Farbtöne), positive Werte
	Bleifreie FLG und bleifreie Schrote (div. Farbtöne), negative Werte

## II Literaturverzeichnis

- [1] ROTTENBERGER I., Schlussbericht Flintenlaufgeschosse vom 31. März 2013 zum Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“, DEVA, Deutsche Versuchsanstalt für Jagd- und Sportwaffen e. V., Altenbeken
- [2] KNEUBUEHL B.P., Vergleich der Gefährdung durch abgeprallte bleihaltige und bleifreie Jagdgeschosse, Bericht IRM Bern Zentrum für Forensische Physik / Ballistik, 5.04.2011
- [3] KNEUBUEHL B.P., Geschosse Gesamtausgabe, Ballistik, Messtechnik, Wirksamkeit, Treffsicherheit, Verlag Stocker-Schmid, Dietikon / Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 2013
- [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)
- [9] SCHÖNTAG A., SCHÖNTAG B., Zur Reflexion von Rundgeschossen an Wasseroberflächen, Arch. Krim. 147, 74-78, 1971

## 1 Einleitung

### 1.1 Veranlassung

Mit einer E-Mail-Anfrage vom August 2011 des Bundesamtes für Landwirtschaft und Ernährung in Bonn (BLE) (Frau Dr. Wider) wurde das Zentrum Forensische Physik / Ballistik (ZFPB) des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Bern (IRM Bern) aufgefordert, im Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunition“ (Fortsetzung des Förderkennzeichen 2809HS001) ein Angebot zu unterbreiten, das die Fortsetzung der Mitwirkung als externer Gutachter für den Bereich Flintenmunition umfassen sollte. Nach Einreichen eines Angebots datiert vom 05.09.2011 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 des Unterschieds der Gefährdungspotenziale bleihaltiger und bleifreier FLG und Schrote in Bezug auf den Menschen.

### 1.3 Schnittstelle zum Projektnehmer

Wie bereits im ersten Teil der Untersuchung des Abprallverhaltens bleihaltiger und bleifreier Jagdgeschosse wurden die Versuche durch die Deutsche Versuchsanstalt für Jagd- und Sportwaffen (DEVA) als Projektnehmer durchgeführt. Als Schnittstelle zum Gutachter diente wiederum ein Schießprotokoll, in dem die durch die DEVA ermittelten Daten erfasst worden sind. Der Ablauf der Auswertung entsprach daher jenem der Büchsen- und Schrotgeschosse (Bericht IRM Lit. [2]).

### 1.4 Bereits erbrachte Leistungen

Gemäß den ersten Punkten des umschriebenen Auftrages hat der Gutachter vor dem Beginn der Versuche am Versuchsprogramm mitgearbeitet und die Ver-

suchsaufbauten, 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

Zur Beurteilung der Gefährlichkeit von Projektilen sei auf den Bericht über die Jagdgeschosse (Lit. [2], Abschnitt 2.1) des Gutachters verwiesen. Dort sind die entscheidenden Kriterien zusammengestellt, die auf der Energiedichte (Energie pro Flächeneinheit in Bewegungsrichtung) des Projektils basieren..

Übertragen auf FLG und Schrot bedeutet dies, dass *bei ungestörter Flugbahn alle FLG bei jedem Abschusswinkel und jeder Distanz gefährlich sind und lebensbedrohende Verletzungen verursachen können*. Schrote bis 4 mm Durchmesser erfüllen die genannten Gefährlichkeitskriterien von einer gewissen Distanz an nicht mehr. So gelten 2.61 mm Stahlschrot ab 80 m, 2.41 mm Bleischrot ab etwa 120 m und 4 mm Bleischrot ab etwa 300 m nicht mehr als gefährlich.

### 2.2 Bereitzustellende ballistische Daten

Die Bestimmung der Gefährlichkeit eines Geschosses oder Projektils außerhalb des Einflussbereiches 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. [3] und [5]).

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 sein (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, können Energie und Energiedichte des betreffenden Abprallers weder unmittelbar nach dem Abprallen, noch in größerer Entfernung bestimmt werden.

Querschnittsbelastung und Luftwiderstandsbeiwert eines abgeprallten Geschosses können nur näherungsweise angegeben werden. 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 so ermittelten technischen Gefahrenbereiche können somit nur gegenseitig in Beziehung gebracht werden. **Ein Schluss auf absolute Größen von Gefahrenbereiche ist nicht zulässig**, insbesondere, weil diese auch von der Luftdichte und somit von der Ortshöhe und den meteorologischen Bedingungen abhängig sind.

Unterscheiden sich bleihaltige und bleifreie Geschosse in den entscheidenden Größen (Abgangswinkel und Abgangsenergie) nur zufällig, kann die Bestimmung technischer Gefahrenbereiche entfallen, da in diesem Fall beide als gleich anzunehmen sind und somit kein Unterschied in der Gefährdung besteht.

### 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:

- Auftreffmasse des Geschosses,
- 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).

Aus technischen Gründen ließ sich die Originalmasse jedes einzelnen FLG nicht vor dem Schuss bestimmen. Es wurde deshalb mit einem statistisch ermittelten Wert als Auftreffmasse gerechnet (siehe Abschlussbericht DEVA, Lit. [1]). Falls die Masse des abgeprallten Geschosses diesen überstieg (was in einzelnen Fällen durchaus eintreffen konnte), wurde die Auftreffmasse gleich der Restmasse gesetzt.

### **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. 2). In diesen Vergleichslisten sind somit für jede Distanz-Prellobjekt-Auftreffwinkel-Kombination die Ergebnisse aller FLG und Schrote eingetragen und einander gegenübergestellt. Dies gestattet, für jeden Prüfpunkt (gleiche Distanz, gleiches Prellobjekt und gleicher Auftreffwinkel) die Ergebnisse von bleihaltigen und bleifreien Geschossen und die Unterschiede 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 FLG, Zusammenfassender Überblick  
d = 35 m

Projekttil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	β	γ	Energie	β	γ
FLG 2.5°	A	5	86.3	88.8	89.8	59	61	63	0	7	15						
	B	5	79.7	85.3	89.4	63	65	70	-3	2	1						
	C	5	51.9	83.8	95.2	57	74	135	1	2	4	86	67	4	95	135	15
	D	5	88.8	95.2	97.5	60	73	81	0	5	10						
	E	5	90.0	93.1	95.0	68	74	81	-3	3	3						
	F	5	83.2	85.4	88.3	64	71	77	0	1	2	91	73	3	97	81	10

30

Projekttil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	β	γ	Energie	β	γ
FLG 5°	A	5	86.6	87.8	88.5	103	109	114	0	1	2						
	B	5	78.9	81.9	88.8	104	114	126	-2	3	5						
	C	5	48.8	72.4	89.8	102	105	107	-5	4	3	81	109	3	90	126	5
	D	5	85.8	91.4	93.8	105	117	135	-4	6	8						
	E	5	89.8	91.4	92.7	111	123	138	-10	6	2						
	F	5	86.8	88.5	90.7	124	129	139	-2	2	3	90	123	5	94	139	8

30

Projekttil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	β	γ	Energie	β	γ
FLG 10°	A	5	87.4	88.0	88.9	184	189	193	2	1	4						
	B	5	81.3	89.3	95.3	198	202	204	-3	2	1						
	C	5	80.3	83.4	85.8	183	186	191	-1	3	4	87	192	2	95	204	4
	D	5	84.0	89.8	99.9	215	218	222	-1	3	5						
	E	5	87.8	88.4	88.8	195	200	202	-2	2	2						
	F	5	80.8	82.7	84.9	231	232	233	-4	4	4	87	216	3	100	233	5

A-31

30

Abb. 2. Vergleichsliste, hier Beispiel für Steinplatte, FLG, Auftreffwinkel 2.5°-10°

Die Unterschiede in den Auftreffenergien der verschiedenen Patronen legten es nahe, nicht die absoluten Energiewerte des abgeprallten Geschosses zu betrachten, sondern den Energieerhalt beim Abprallen in Beziehung zur Auftreffenergie zu setzen.

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 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).

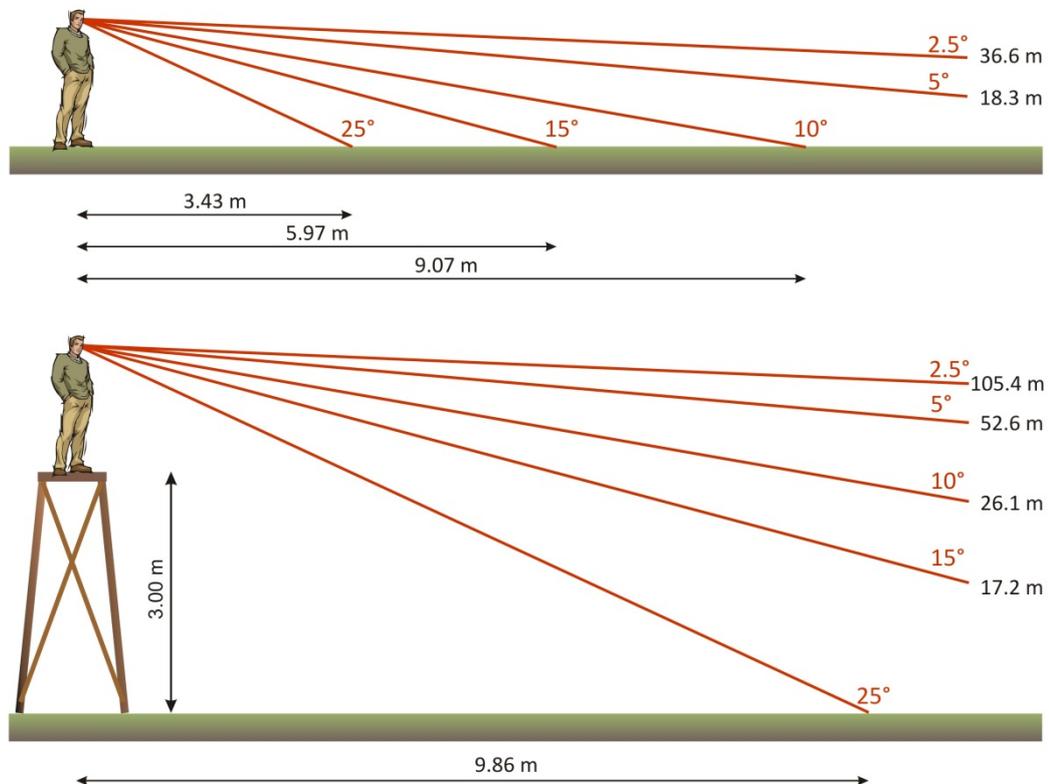
### **4.3.2 Schussdistanz**

Wegen der beschränkten Einsatzdistanz von Flinten wurden für die beiden Geschossarten (FLG und Schrot) je eine feste Distanz gewählt: 35 m für FLG und 25 m für Schrot. Wie sich bereits bei den Jagdgeschossen gezeigt hat, ist der prozentuale Energieerhalt von der Distanz praktisch unabhängig. Weil zudem der Geschwindigkeitsunterschied der FLG zwischen 35 und 50 m im Rahmen des Unterschieds in der Mündungsgeschwindigkeit von Waffen mit kurzen und langen Läufen und der munitionseigenen Geschwindigkeitsstreuung liegt, war diese Vorgabe berechtigt.

## **5 Ergebnisse**

### **5.1 Vorbemerkung**

Insgesamt stehen zum Vergleich des Abprallverhaltens bleifreier und bleihaltiger FLG 22 Prellobjekt-Auftreffwinkel (im Fall des Buschwerk: Trefferarten)-Kombi-



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

nationen zur Verfügung (bei Schrot 2 zusätzliche mit Wasser). Davon ließen sich 4 (Schrot 6) wegen Überschreitens des Abprallgrenzwinkels nicht auswerten, sodass bei 18 (Schrot 18) 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 Geschossart (bleifrei-bleihaltig) bestimmten Mittelwerte verglichen, bei den Abgangs- und Seitenwinkeln sowie zusätzlich auch bei der Energieerhaltung 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 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. FLG und Schrot zusammenzufassen war auch nicht sinnvoll.

Die für die Beurteilung relevanten Ergebnisse sind im Anhang B, Abschnitt B.3, in den Tabellen Seiten B-14 bis B-33 zusammengestellt.

Die Unterschiede zwischen bleifreien und bleihaltigen FLG und Schroten wurden jeweils einem verteilungunabhängigen statistischen Testverfahren unterworfen, das sich für die Beurteilung von Differenzen eignet (Vorzeichen-Rang-Test von Wilcoxon, siehe Lit. [8]).

***Wird dabei einem Unterschied statistische Signifikanz attestiert, bedeutet dies nicht, dass der Unterschied betragsmäßig groß ist, sondern nur, dass auf Grund der vorliegenden Erhebung der Unterschied statistisch nachweisbar und somit nicht zufällig ist.***

## 5.2 Ergebnisse der FLG-Abpraller

### 5.2.1 Abgangswinkel

Bei den 18 in Abschnitt 5.1 erwähnten Kombinationen zeigten in 11 Fällen (61 %) die bleifreien FLG größere Maximalwerte der maximalen Abgangswinkel und in 7 Fällen (39 %) 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-2), so ergibt sich insgesamt für bleifreie FLG ein im Mittel um 1.35° größeren Abgangswinkel.

Das Maximum der maximalen Abgangswinkel ist bei den bleifreien FLG im Mittel um 0.26° größer als bei den bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-2).

Die Mittelwerte der maximalen Abgangswinkel bleifreier und bleihaltiger FLG unterscheiden sich (knapp) signifikant, ihre Maximalwerte hingegen nur zufällig.

Eine grafische Darstellung der mittleren maximalen Abgangswinkel in Abhängigkeit des Auftreffwinkels findet sich im Anhang B, Seite B-5.

### 5.2.2 Seitenwinkel

Bei den Maximalwerten der maximalen Seitenwinkeln ergaben in 9 von 18 (50 %) Fällen die bleifreien FLG größere Ablenkungen, die bleihaltigen somit ebenfalls in 9 Fällen (50 %) (siehe Anhang B, Seite B-1). Über alle Prellobjektfälle gemittelt, ergeben die bleifreien FLG ein im Mittel um 0.05° kleineren seitlichen Ablenkwinkel als die bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-2).

Mittelwerte wie auch Maximalwerte der maximalen Seitenwinkel bleifreier und bleihaltiger FLG unterscheiden sich auf Grund der vorliegenden Erhebung nur zufällig voneinander.

### 5.2.3 *Prozentuale Restmasse*

Erwartungsgemäß erhalten beim Abprallen die bleifreien FLG ihre Masse besser als die bleihaltigen. Im Mittel verlieren die Letzteren 14 % mehr an Masse als die Ersteren. Je nach Prelobjekt-Auftreffwinkelkombination kann dieser Wert auf bis zu 40 % ansteigen (siehe Anhang B, Seite B-8). Eine wohl zufällige Ausnahme ergab sich beim Beschuss der Steinplatte unter dem Auftreffwinkel 15°, bei dem die bleifreien FLG geringfügig mehr Masse hinterließen als die bleihaltigen.

### 5.2.4 *Prozentuale Energieerhaltung*

Obwohl die bleifreien FLG ihre Masse beim Abprallen besser erhalten, zeigen sie bei der Energieerhaltung keinen signifikanten Unterschied gegenüber den bleihaltigen FLG. In 9 der 18 Fälle (50 %) sind sie es, die im Mittel mehr Energie an das Prelobjekt übertragen und in ebenso vielen Fällen sind es die bleihaltigen (Anhang B, Seiten B-6 und B-9). Betrachtet man die Maximalwerte der mittleren prozentualen Energie nach dem Stoß, erhalten die bleifreien FLG in 12 der 18 Fälle (67 %) die Energie besser (Anhang B, Seite B-7 und B-9). Dennoch ist auch hier ist der Unterschied zwischen den beiden FLG-Typen nur zufällig, wenn nach dem beschriebenen statistischen Verfahren geprüft wird.

Überraschend ist die offensichtliche Abhängigkeit vom Prelobjekt. Während beim harten und beim weichen Boden die bleihaltigen FLG im Mittel durchweg mit größerer relativer Energie wegfliegen, sind es bei der Steinplatte die bleifreien. Dieselbe Abhängigkeit zeigt sich etwas vermindert auch bei den Maximalwerten.

### 5.2.5 *Reichweiten der FLG-Abpraller*

Die Untersuchung und der Vergleich der Reichweiten abgeprallter FLG erfolgt wiederum – wie bereits bei den Jagdbüchsen geschossen – nur auf der Basis von approximativen Flugbahnrechnungen erfolgen, deren Ergebnisse allerdings nicht in die Realität übertragen werden dürfen. Gründe dafür sind die Verwendung geschätzter Werte für Querschnittsbelastung und Luftwiderstandsbeiwert und die Annahme von Standardbedingungen für Luftdruck und Temperatur. Für den relativen Vergleich zwischen bleihaltigen und bleifreien FLG ist dies zulässig, sofern die beiden FLG-Arten auf Grund gleicher Voraussetzungen gerechnet werden.

**Tabelle 1.** Maximale Reichweiten aller gemessenen Auftreffwinkel in [m]

	Harter Boden		Steinplatte		Weicher Boden	
	min	max	min	max	min	max
mPb, FLG A und B	470	505	250	565	465	565
oPb, FLG D und E	395	505	455	565	405	575

Als Luftwiderstandsbeiwert des abgeprallten Geschosses wurde jener des Würfelsplitters gewählt (ähnliche Abmessungen der FLG in Durchmesser und Länge), der für die bleifreien Geschosse wegen der geringeren Materialdichte um 5 % erhöht wurde.

Weil sich nun die Abgangsbedingungen (Abgangswinkel und Abgangsenergie) für bleifreie und bleihaltige FL nur zufällig unterscheiden, ist zu erwarten, dass sich auch die technischen Reichweiten insgesamt nur zufällig unterscheiden. Auf die aufwendige Untersuchung Dutzender Flugbahnen wurde daher verzichtet, zur Bestätigung jedoch einige typische Fälle berechnet.

Für die Prelobjekte „harter Boden“, „Steinplatte“ und „weicher Boden“ wurden die Reichweiten der FLG A, B, D und E berechnet, wobei als Abgangsdaten jeweils die Maxima von Restmasse, Abgangsgeschwindigkeit und Abgangswinkel gewählt wurden. Die Werte sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Die aus der Tabelle 1 ersichtlichen Flugdistanzen der abgeprallten FLG zeigen auch anschaulich, dass bezüglich der Gefährdung kein Unterschied zwischen bleihaltigen und bleifreien FLG besteht. Beachtet man noch, dass sich auch die Seitenwinkel nur zufällig unterscheiden, sind auch die gesamten Gefährdungsbereiche der beiden FLG-Arten als gleichwertig zu betrachten.

## 5.3 Ergebnisse der Schrot-Abpraller

### 5.3.1 Abgangswinkel

Bei den 18 in Abschnitt 5.1 erwähnten Kombinationen zeigten in 16 Fällen (89 %) die bleifreien Schrote größere Maximalwerte der maximalen Abgangswinkel und nur in 2 Fällen (11 %) das Bleischrot (siehe Anhang B, Seite B-3). Werden für jeden Prelobjektfall die maximalen Abgangswinkel der bleifreien Schrote gemittelt und deren Differenz zu jenen des Bleischrotes gebildet (siehe Anhang B, Seite B-4), so ergibt sich insgesamt für bleifreie Schrote ein im Mittel um 1.23° größerer Abgangswinkel. Wird in einer analogen Auswertung jeweils das Maximum der maximalen Abgangswinkel betrachtet, so ist dieses Maximum bei den bleifreien Schroten im Mittel gar um 5.15° größer als beim Bleischrot (siehe Anhang B, Seite B-4).

Entsprechend sind die mittleren maximalen Abgangswinkel der bleifreien Schrote nur zufällig von jenen des Bleischrotes verschieden, die entsprechenden Maximalwerte unterscheiden sich hingegen signifikant.

Eine grafische Darstellung der mittleren maximalen Abgangswinkel in Abhängigkeit des Auftreffwinkels findet sich im Anhang B, Seite B-5.

### 5.3.2 *Seitenwinkel*

Bei den Seitenwinkeln ergab sich ein ähnliches Bild, indem in 15 von 18 (83 %) Fällen die bleifreien Schrote größere Maximalwerte der maximalen Ablenkungen erzeugten als die bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-3). Über alle Prelobjektfälle gemittelt, ergeben die bleifreien Geschosse ein im Mittel um  $1.7^\circ$  kleineren seitlichen Ablenkwinkel als die bleihaltigen (siehe Anhang B, Seite B-2).

Mittelwerte wie auch Maximalwerte der maximalen Seitenwinkel bleifreier Schrote und des Bleischrotes unterscheiden sich auf Grund der vorliegenden Erhebung signifikant; die Mittelwerte der bleihaltigen sind größer als jene der bleifreien, bei den Maximalwerten ist es gerade umgekehrt.

### 5.3.3 *Prozentuale Restmasse*

Betrachtet man die Mittelwerte der prozentualen Restmassen so sind diese teils beim Bleischrot, teils bei den bleifreien Schroten größer (siehe Anhang B, Seite B-10). Insbesondere auf der Steinplatte haben die Bleischrote ihre Masse besser erhalten, wogegen am harten Boden ausschließlich die bleifreien Schrote weniger Material hinterließen. Es überrascht deshalb nicht, dass die sich die beiden Schrotarten bezüglich der mittleren Massenerhaltung nur zufällig unterscheiden.

Bei den Maximalwerten der relativen Massenerhaltung hingegen weisen die bleifreien Schrottypen durchweg die größeren Werte auf (siehe Anhang B, Seite B-11). Statistisch ergibt sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied.

### 5.3.4 *Prozentuale Energieerhaltung*

Die Abgangsenergie ist zu einem wesentlichen Teil von der Erhaltung der Masse abhängig. Bei den formgleichen Schroten kann deshalb erwartet werden, dass die relative Energieerhaltung ein sehr ähnliches Bild ergibt, wie bei der Massenerhaltung. Bei den Mittelwerten der relativen Abgangsenergien ist zum Teil das Bleischrot größer und zum Teil die bleifreien Schrote (siehe Anhang B, Seite B-10). Die beiden unterscheiden sich hier nur zufällig.

Hingegen ergibt sich auch hier bei den Maximalwerten der relativen Energieer-

haltung einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Bleischrot und den bleifreien Schrottypen.

### 5.3.5 *Gefährlichkeitsdistanzen der Schrot-Abpraller*

Bei den bleifreien Schroten waren 4 verschiedene Materialien an der Erhebung beteiligt, die sich vor allem in der Dichte unterschieden. Eine Beurteilung des Gefährlichkeitsunterschiedes zwischen Bleischrot und bleifreiem Schrot muss daher auf die einzelnen Schrottypen eingehen, da auch bei gleichen Abgangsenergien infolge der ungleichen Dichten (und damit ungleichen Querschnittsbelastungen) unterschiedliche Gefährdungsdistanzen entstehen.

Es wurden deshalb für jeden Schrottyp Gefährlichkeitsdistanzen nach den folgenden Kriterien mittels Flugbahnrechnungen berechnet (siehe Tabelle 2):

- Maximale Restmasse und maximale Abgangsgeschwindigkeit,
- Elevation 100 Promille (5.6°). Dieser Wert wurde auch dann gewählt, wenn bei den Versuchen höhere maximale Abgangswinkel gemessen wurden, da mit zunehmender Elevation die Gefährlichkeitsdistanz wieder sinkt. (Ausnahme: Das Abprallen an der Wasseroberfläche, welches bei 5° Auftreffwinkel einen Abgangswinkel von 200 Promille ergab).
- Abbruch der Rechnung bei der Distanz, bei welcher das Ungefährlichkeitskriterium von 0.02 J/mm<sup>2</sup> erreicht worden ist. Von dort an ist auch nicht mehr mit Augenschäden zu rechnen.

Dabei zeigt sich, dass offensichtlich die Unterschiede innerhalb der bleifreien Schrote nicht unbedeutend sind.

**Tabelle 2.** Gefährlichkeitsdistanzen für Schrot für alle Auftreffwinkel in [m]

		A (Pb)	B (Fe)	C (Zn)	D (Bi)	E (W)
Harter Boden	min	98	53	10	131	131
	max	149	97	73	131	166
Steinplatte	min	143	86	63	123	150
	max	158	159	96	126	173
Weicher Boden	min	117	85	66	116	156
	max	151	94	69	120	167
Wasser	min	107	73	65	106	148
	max	150	93	73	119	154
Mittelwerte	min	116	74	51	119	146
	max	152	111	78	124	165

## 6 Beurteilung und Kommentar

### 6.1 Flintenlaufgeschosse (FLG)

#### 6.1.1 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 dem Mittelwert der maximalen Seitenwinkel und den Maximalwerten von Abgangs- und Seitenwinkel einen nur zufälligen Unterschied. Einzig der Mittelwert der maximalen Abgangswinkel war bei den bleifreien FLG (knapp) signifikant größer als bei den bleihaltigen.

Die Seitenwinkel sind im Mittel klein (unter 10° für bleihaltige und für bleifreie FLG), mit Ausnahme des Baumstammes, an dem Seitenwinkel bis gegen 30° mit bleihaltigen und bis rund 15° mit bleifreien FLG entstehen können.

Bleihaltige und bleifreie FLG werden bei den für Gefährdungszonen maßgebenden maximalen Abgangs- und Seitenwinkel in ungefähr gleichem Maße abgelenkt. An Baumstämmen können bleihaltige FLG in Einzelfällen bis gegen 30° (etwa doppelt so stark wie bleifreie FLG) abgelenkt werden.

#### 6.1.2 Restmasse und Energieerhaltung

Wird der Wilcoxon-Test auf die Differenzen der prozentualen Restmassen angewendet, so werden die im Abschnitt 5.2.3 dargelegten Ergebnisse auch statistisch bestätigt. Der Unterschied zwischen den beiden FLG-Arten in der Erhaltung der Energie ist jedoch bezüglich des Mittelwertes wie auch des Maximalwertes nur zufällig. Dies bedeutet, dass bei bleihaltigen wie bei bleifreien FLG mit ungefähr gleichen Abgangsenergien zu rechnen ist.

Bleifreie FLG erhalten beim Abprallen ihre Masse signifikant besser als bleihaltige. Bei der Erhaltung der für Gefährdungszonen maßgebenden Energie unterscheiden sich bleihaltige und bleifreie FLG nur zufällig.

#### 6.1.3 Reichweiten und Gefährdungszonen

Bleihaltige und bleifreie FLG unterscheiden sich gemäß Abschnitt 6.1.1 und 6.1.2 in den für die Reichweite maßgebenden Größen nur zufällig. Dies ist auch aus

den wenigen technischen Flugweiten ersichtlich, die in der Tabelle 1 zusammengestellt sind. Daher erübrigt sich die Durchführung umfangreicher außenballistischer Abklärungen zum Vergleich der Reichweiten. Die Gefährdungszonen sind für bleihaltige und bleifreie FLG als gleich anzunehmen.

#### 6.1.4 *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 vorausgesetzt werden. Entsteht im Innern des Schießsektors ein Abpraller, so ergibt sich eine Gefährdung in größerer Entfernung (hinter dem Geschossfang), die durchaus mehrere hundert Meter betragen kann.

Eine nicht zu unterschätzende Gefährdung bilden die Abpraller an Baumstämmen, welche bei bleihaltigen FLG Seitenwinkel bis gegen 30° ergeben (aufgetreten beim FLG A). Wird ein Baumstamm am Rand eines Schießsektors getroffen, kann das Geschoss pro 10 m Schussdistanz rund 6 m in die als sicher geltende Zone eindringen.

#### 6.1.5 *Rückpraller*

Die Gefährdung durch Rückpraller wurde an Stein bei senkrechtem Auftreffen nach Durchschuss eines 25 cm dicken Seifenblocks erprobt (Schussdistanz 35 m). Die Ergebnisse sind im Schlussbericht der DEVA (Lit. [1]) dokumentiert.

Beim Holz dringen die FLG ein und es kommt zu keinem Zurückprallen. An Stein zersplittern die bleihaltigen FLG, bei den bleifreien entstehen Restkörper, die (in einem Fall) bis etwa 10 m zurück kullern können.

Von Stein (nach Durchschuss eines Tierkörpers!) zurückprallende Geschosse gefährden daher den Schützen offensichtlich 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.

## 6.2 **Schrot**

### 6.2.1 *Abgangs- und Seitenwinkel*

Gemäß den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2 ergeben bleifreie Schrote beim Abprallen signifikant größere Maximalwerte der maximalen Abgangs- und Seitenwinkel. (Beim mittleren maximalen Abgangswinkel sind die beiden Schrotarten jedoch nur zufällig verschieden, und bei den mittleren maximalen Seitenwinkel sind so-

gar die bleihaltigen signifikant größer als bei den bleifreien). Der Unterschied beträgt für beide im Mittel ca. 5°, kann aber in einzelnen Fällen und besonders beim harten Boden und der Steinplatte bis gegen 10° betragen (positiv und negativ d. h. bleifreie größer und auch Bleischrot größer).

Nach dem statistischen Test beurteilt, prallen bleifreie Schrote mit größeren maximalen Abgangs- und Seitenwinkeln ab als Bleischrot. Erstere sind allerdings untereinander so unterschiedlich, dass Bleischrot einzelne davon bezüglich der Winkel beim Abprallen deutlich übertrifft.

### 6.2.2 *Restmasse und Energieerhaltung*

Werden die Mittelwerte der relativen Restmassen nach dem Abprallen betrachtet, unterscheiden sich die nicht aus Blei bestehenden Schrote nur zufällig vom Bleischrot. Die Ersteren erhalten im Mittel 98 % der Masse, Bleischrot wird um ca. 9 % leichter. Beim Vergleich der Maximalwerte zeigt sich ein signifikanter Unterschied, der allerdings weitgehend durch den Versuch am harten Boden entsteht, bei dem das Bleischrot viel an Masse verliert.

Bei der relativen Energieerhaltung zwischen den beiden Schrotarten zeigt sich dasselbe Bild wie bei der Masse. Während sich die mittlere relative Energieerhaltung der beiden Schrotarten nur zufällig unterscheidet, besteht bei den maximalen Werten ein signifikanter Unterschied.

Die Unterschiede bezüglich der mittleren Restmasse und der mittleren relativen Energieerhaltung zwischen den beiden Schrotarten (blei-bleifrei) sind aus statistischer Sicht nur zufällig. Die entsprechenden Maximalwerte hingegen sind statistisch signifikant verschieden. Die Unterschiede innerhalb der bleifreien Schrote sind jedoch so erheblich, dass für die Fragestellung bleihaltig-bleifrei kaum eine zuverlässige Aussage gemacht werden kann.

### 6.2.3 *Reichweiten und Gefährdungszonen*

Die untersuchten bleifreien Schrote besitzen infolge der verschiedenen Dichten recht unterschiedliche Querschnittsbelastungen. Die Reichweiten sind daher für jeden Typ einzeln berechnet worden. Die Grundlagen der Rechnungen sind im Abschnitt 5.3.5 erläutert und die Ergebnisse in der Tabelle 2 zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, dass Wolfram- und Bleischrot die weitesten Distanzen ergeben, Zinkschrot die kürzesten.

Insgesamt ist mit Reichweiten von etwa 120-170 m zu rechnen. Eine Aussage zur Bleifrei-Frage lässt sich auch hier nicht ableiten.

#### 6.2.4 *Nähere Umgebung des Auftreffpunktes*

Schrote können (insbesondere am Baumstamm und am harten Boden) unter recht großen Winkeln seitlich abprallen und zwar unabhängig von ihrem Material. Bei der Untersuchung wurden für Bleischrot Werte bis ca. 27°, für bleifreie Schrote bis 36° gemessen. Dadurch entstehen seitlich der Schusslinie Gefährdungen, die durchaus bis zu den in der Tabelle 2 angegebenen Distanzen reichen. Der seitliche Abstand zur Schusslinie kann damit durchaus 50-100 m betragen. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Gefährdung ist allerdings gering; sie ist aber von der Schrotart weitgehend unabhängig.

#### 6.2.5 *Rückpraller*

Beim senkrechten Beschuss einer Steinplatte zerfallen die Schrote A (Blei), C (Zink) und D (Wismut), Schrote B (Weicheisen) und E (Wolfram) prallen zurück.

Aus den bei der Untersuchung gemessenen Geschwindigkeiten ergeben sich die folgenden Schlüsse:

- Weicheisenschrot prallt bis zu 30 m zurück. Die Energiedichte ist so gering, dass keine Schädigungen zu erwarten sind.
- Wolframschrot kann bis gegen 60 m zurückfliegen, wobei bis etwa 45 m mit Augenschädigungen zu rechnen ist. Ein Eindringen in Haut ist nicht zu erwarten.

Bleischrot und drei der vier bleifreien Schrottypen sind somit bezüglich des Rückprallens ungefährlich, Wolframschrot erzeugt ein gewisses Risiko.

#### 6.2.6 *Wasser*

Die Ergebnisse der Abprallversuche an der Wasseroberfläche sind in den durchgeführten Auswertungen mitberücksichtigt. Bezüglich der Abgangswinkel zeigte sich jedoch ein Resultat, das mit bisherigen Versuchen (Lit. [9]) nicht übereinstimmt. Die Autoren dieser Arbeit erhielten mit 4.5 mm Schrot stets Abgangswinkel, die stets kleiner waren als die Auftreffwinkel während die vorliegende Untersuchung größere ergab.

Dieses Problem hat allerdings keinen Einfluss auf die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung, da das Weglassen der Wasserresultate insgesamt keine Änderungen zur Folge hatte.

## 6.3 Zuverlässigkeit der Aussagen

### 6.3.1 *In statistischer Hinsicht*

Flintenlaufgeschosse (FLG) und Schrot sind in ballistischer Hinsicht derart verschieden, dass sie im Rahmen des Vergleichs zwischen bleihaltigen und bleifreien Projektilen für Flinten nicht zusammengefasst werden konnten. Sie mussten getrennt betrachtet und beurteilt werden.

So ergaben sich 2 Auswertungen:

- FLG mit insgesamt 528 Schüssen verteilt auf 18 Merkmalskombinationen mit im Mittel 29 Schüssen pro Merkmalskombination zur statistischen Untersuchung,
- Schrot mit insgesamt 406 Schüssen verteilt auf 19 Merkmalskombinationen mit im Mittel 21 Schüssen pro Merkmalskombination.

Beide Schusszahlen reichen aus, um die in dieser Untersuchung gestellte Frage zu beantworten. **Weitergehende, detailliertere Schlüsse einzelne FLG oder Schrottypen betreffend, lassen sich jedoch nicht ziehen.** Hier würden im Mittel zu wenig Schüsse einander gegenüberstehen.

### 6.3.2 *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 maximalen Ablenkwinkel bleifreier Flintenlaufgeschosse (FLG) unterscheiden sich *im Mittel signifikant*, in den Maximalwerten jedoch *nur zufällig* von den Ablenkwinkeln bleihaltiger FLG.
- Die Seitenwinkel sind in allen geprüften Materialien (mit Ausnahme des Baumstammes) im Mittel klein ( $< 10^\circ$ ). Am Baumstamm können bleihaltige FLG bis gegen  $30^\circ$ , bleifreie bis etwa  $15^\circ$  abgelenkt werden.
- Abgeprallte FLG bleifreier Konstruktion besitzen eine *signifikant größere Masse*. Bezüglich der *Erhaltung der Energie unterscheiden sie sich jedoch nur zufällig von den bleihaltigen FLG*.
- Bei bleihaltigen und bleifreien FLG ist *mit gleichen Gefährdungsbereichen zu rechnen*.
- Das Medium, an dem ein FLG abprallt, übt einen Einfluss darauf aus, ob bleihaltige oder bleifreie Konstruktionen „gefährlicher“ abprallen, d. h. mit größerem Ablenkwinkel oder besserer Energieerhaltung.

In Bezug auf das Schrot lassen sich aus dieser Untersuchung keine zuverlässigen Schlüsse zur Frage bleihaltig-bleifrei ziehen, da bereits die Unterschiede innerhalb der verschiedenen bleifreien Schrottypen groß sind, diese somit zu heterogen sind, um sie gesamthaft mit Bleischrot zu vergleichen.

Der Gutachter:

Beat Kneubuehl

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

Mit Beurteilung und Schlussfolgerung  
einverstanden:

Christian Jackowski

Prof. Dr. med.; Executive MBA  
Direktor Institut für Rechtsmedizin  
Universität Bern

*u<sup>b</sup>*

---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

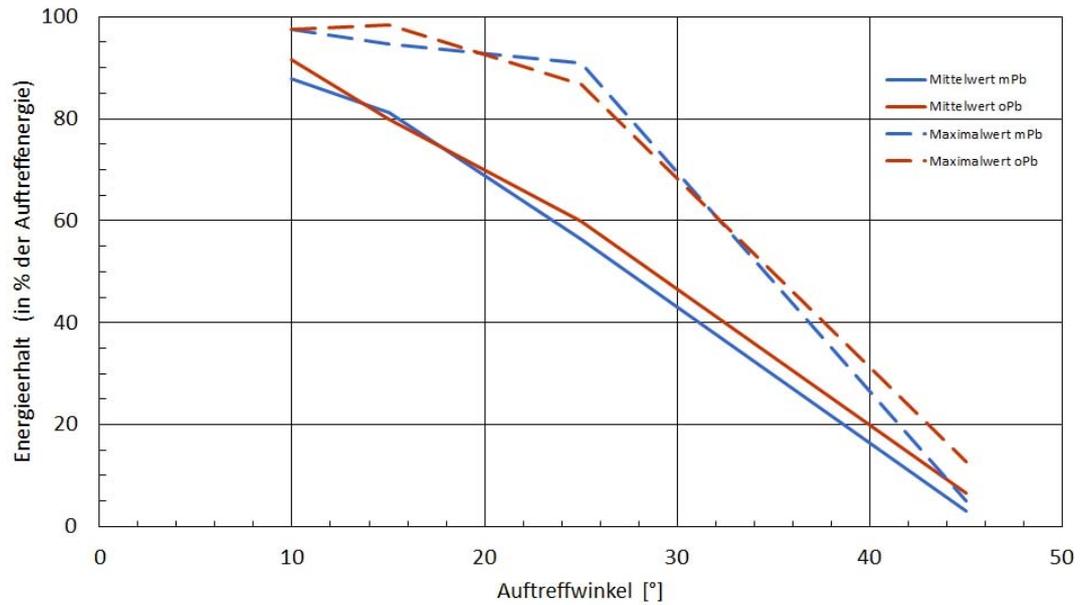
Institut für Rechtsmedizin

# Anhang A

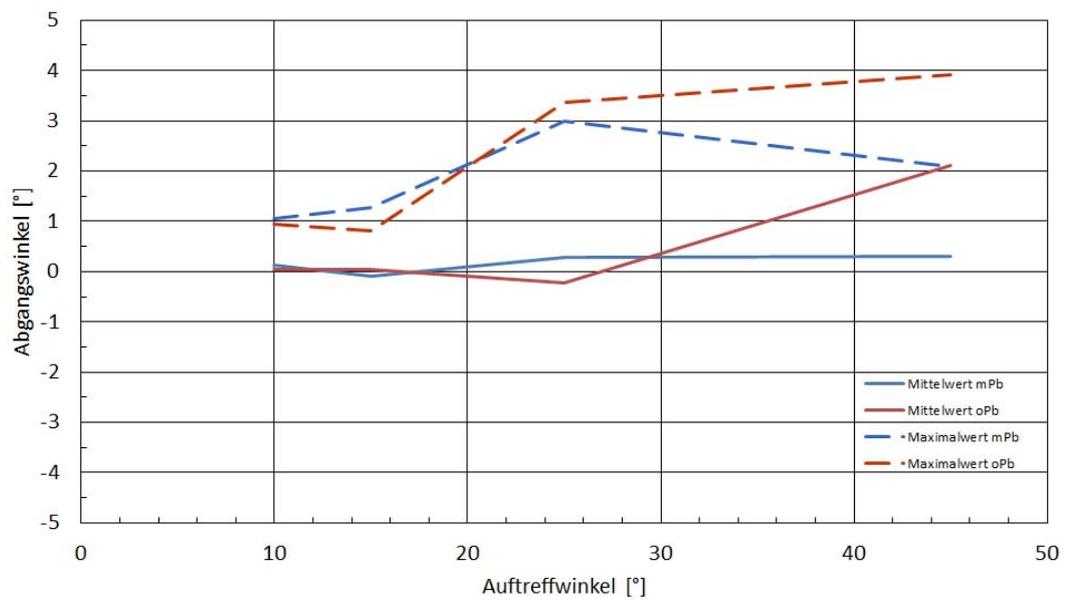
## A.1 Ausgewertete Ergebnisse FLG insgesamt

### A.1.1 Baumstamm FLG

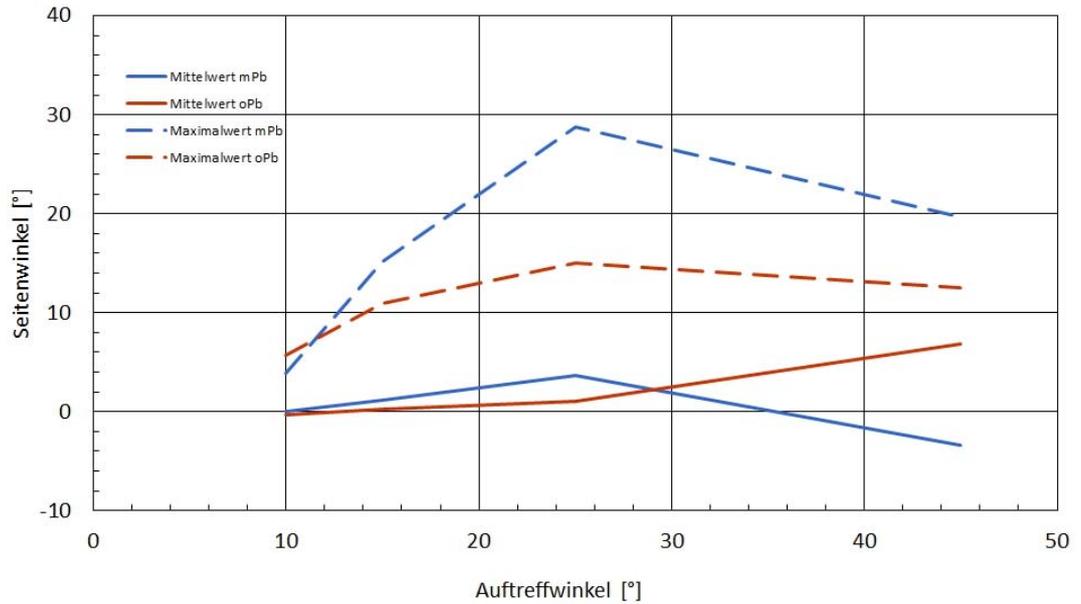
#### A.1.1.1 Energieerhalt



#### A.1.1.2 Abgangswinkel

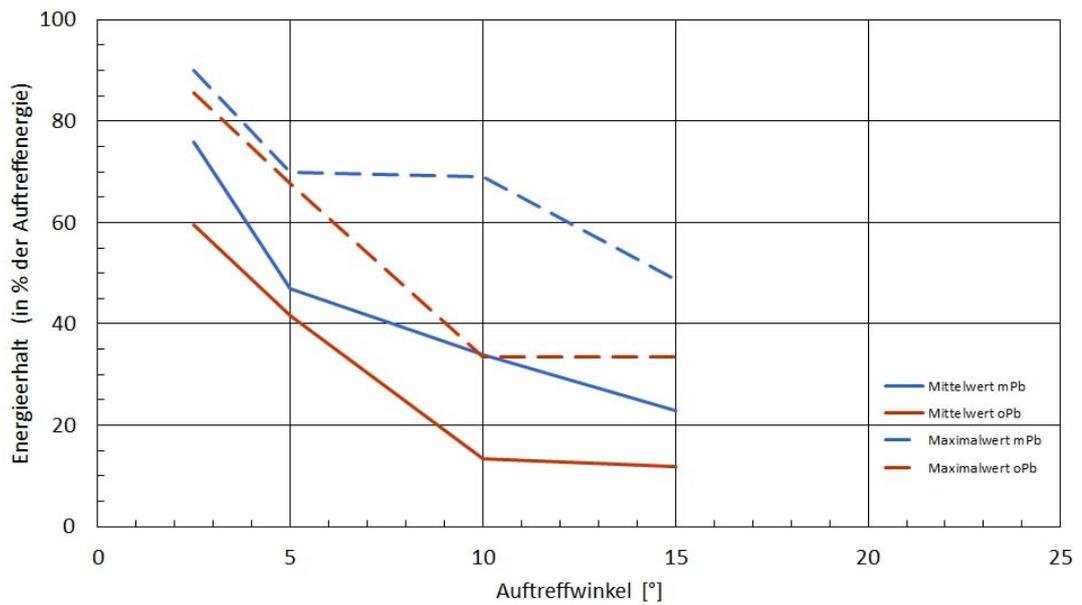


A.1.1.3 Baumstamm, Seitenwinkel

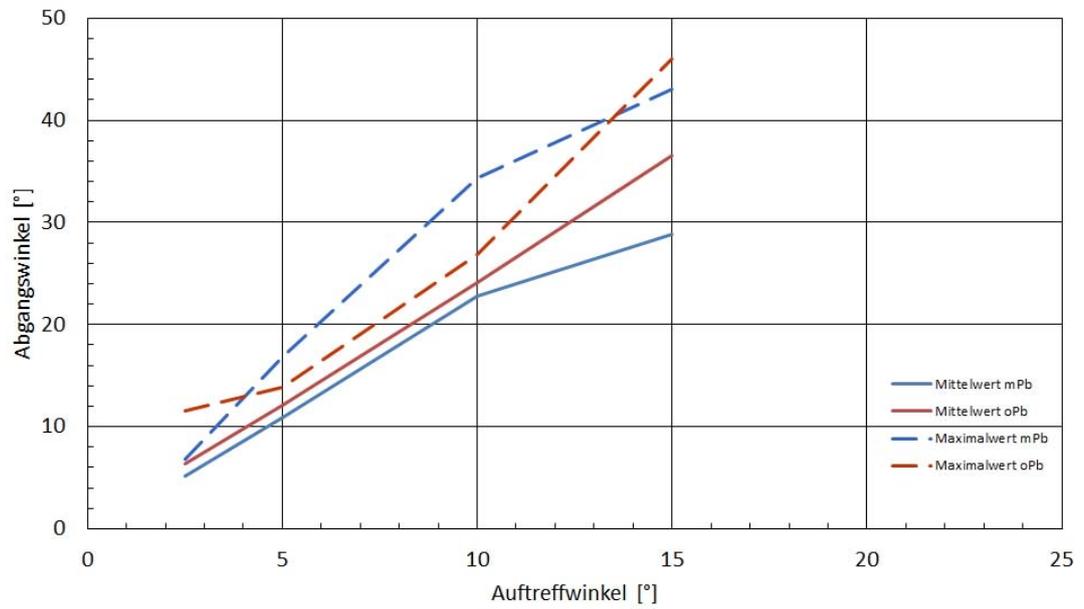


A.1.2 Harter Boden FLG

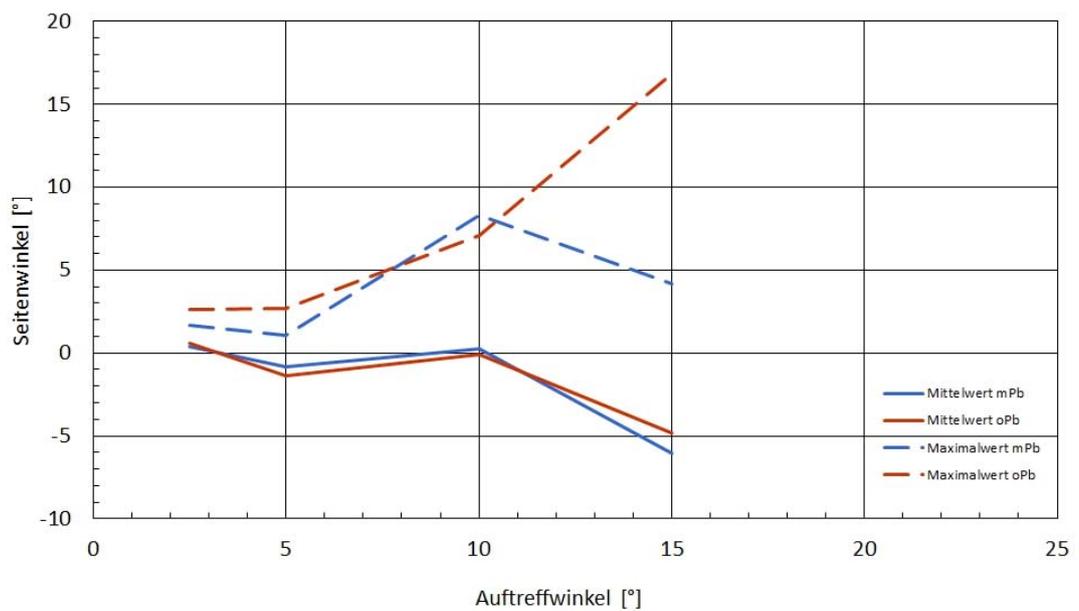
A.1.2.1 Energieerhalt



### A.1.2.2 Harter Boden, Abgangswinkel

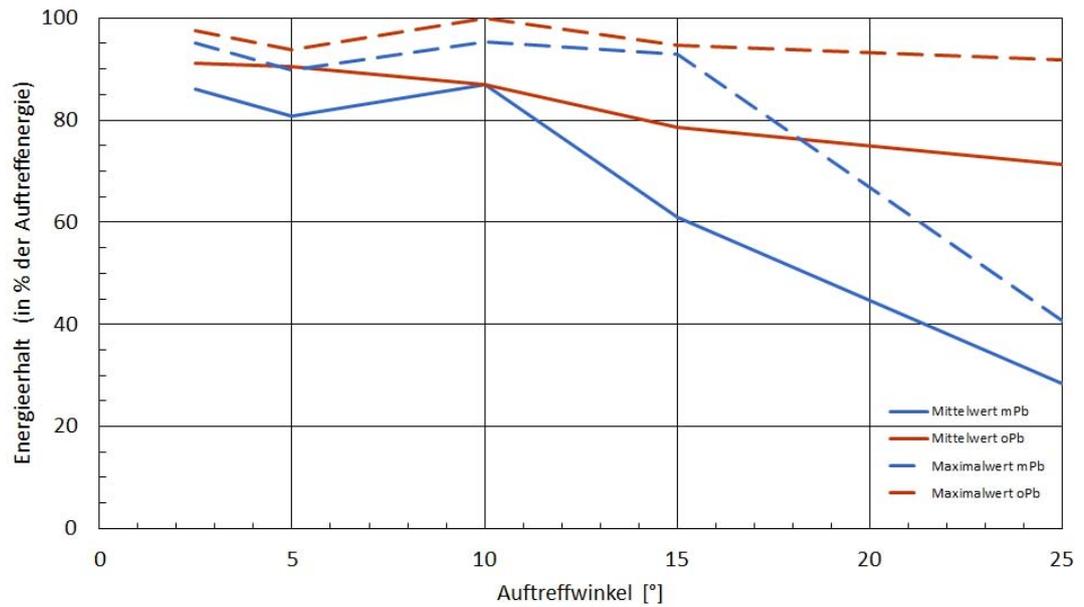


### A.1.2.3 Seitenwinkel

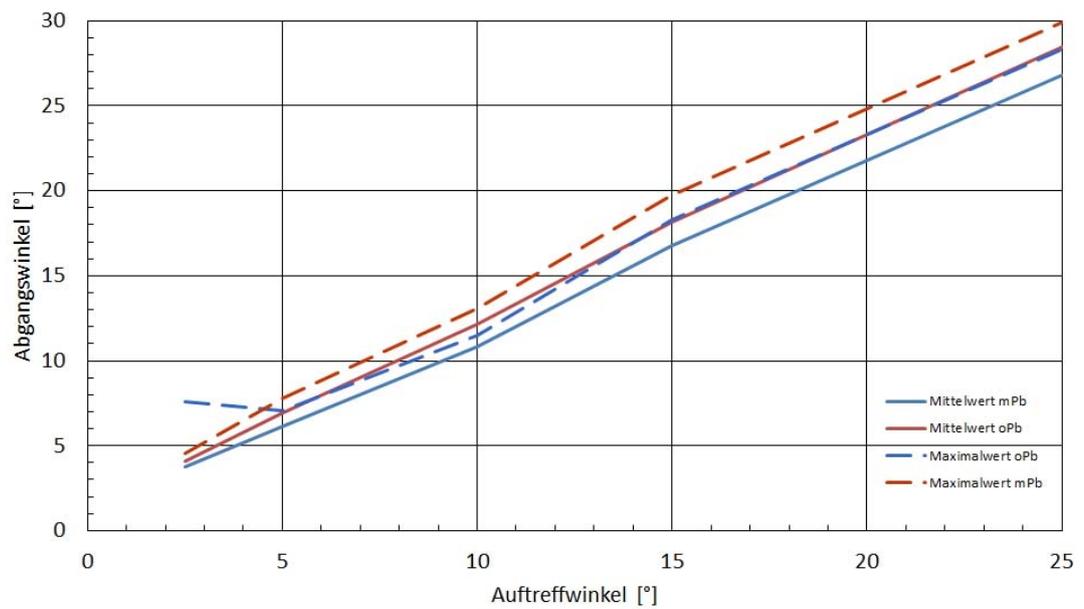


### A.1.3 Steinplatte FLG

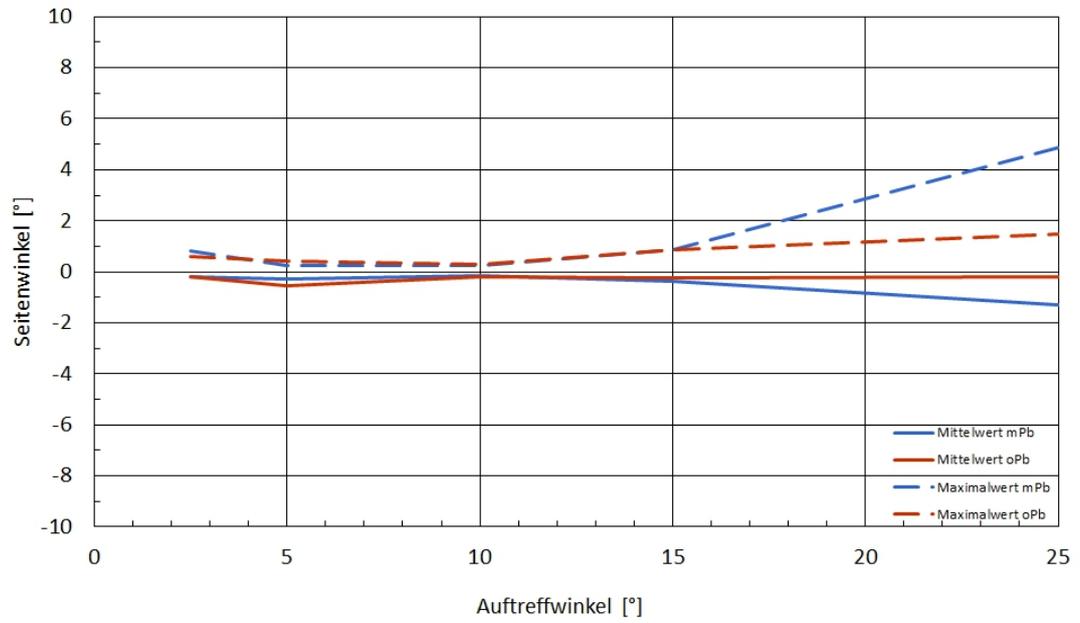
#### A.1.3.1 Energieerhalt



#### A.1.3.2 Abgangswinkel

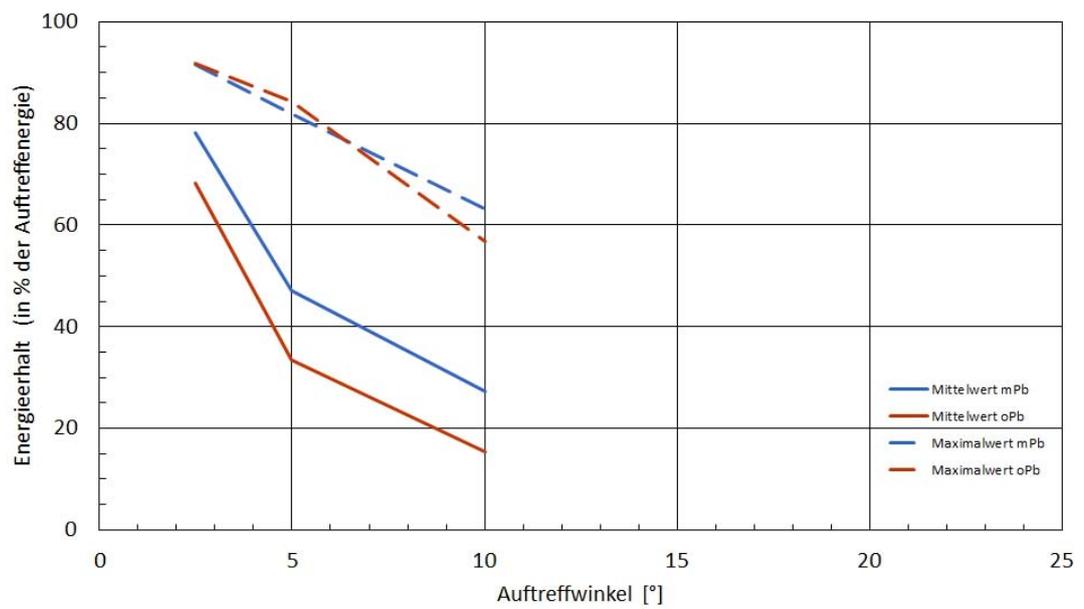


### A.1.3.3 Steinplatte, Seitenwinkel

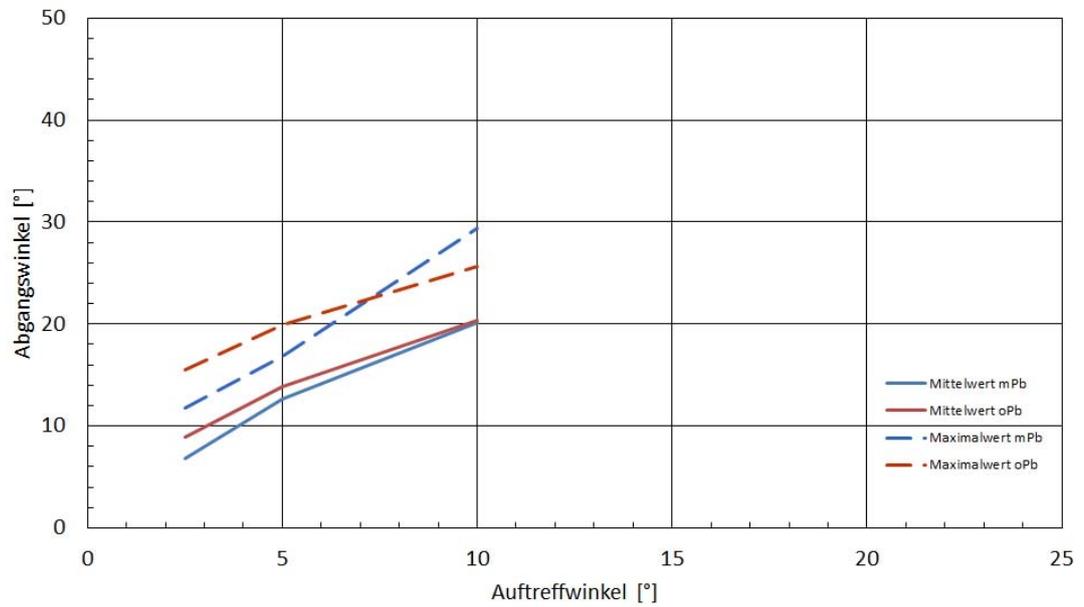


## A.1.4 Weicher Boden

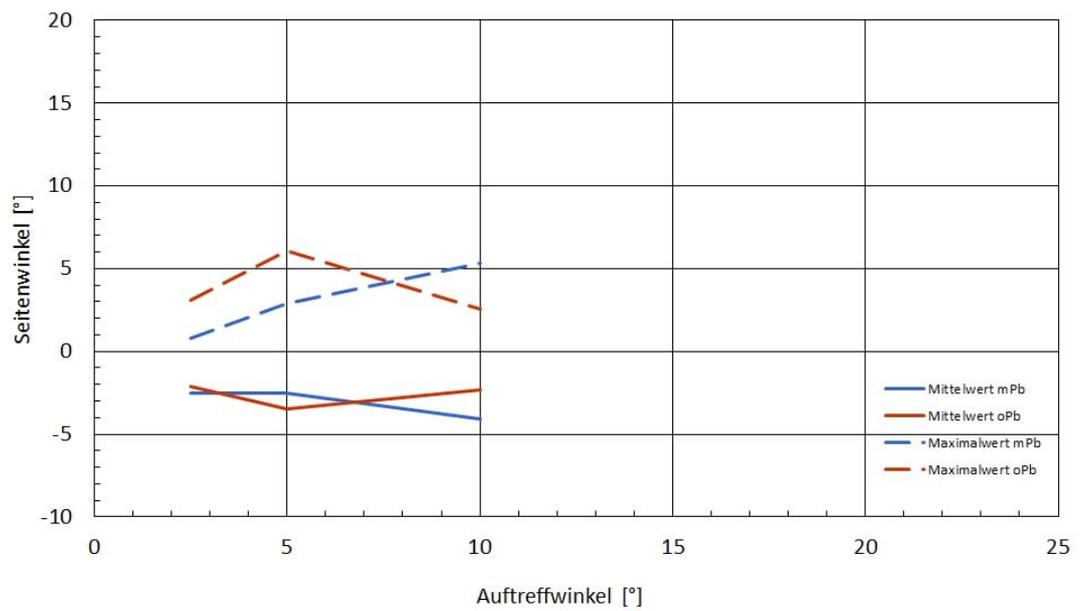
### A.1.4.1 Energieerhalt



**A.1.4.2 Weicher Boden, Abgangswinkel**



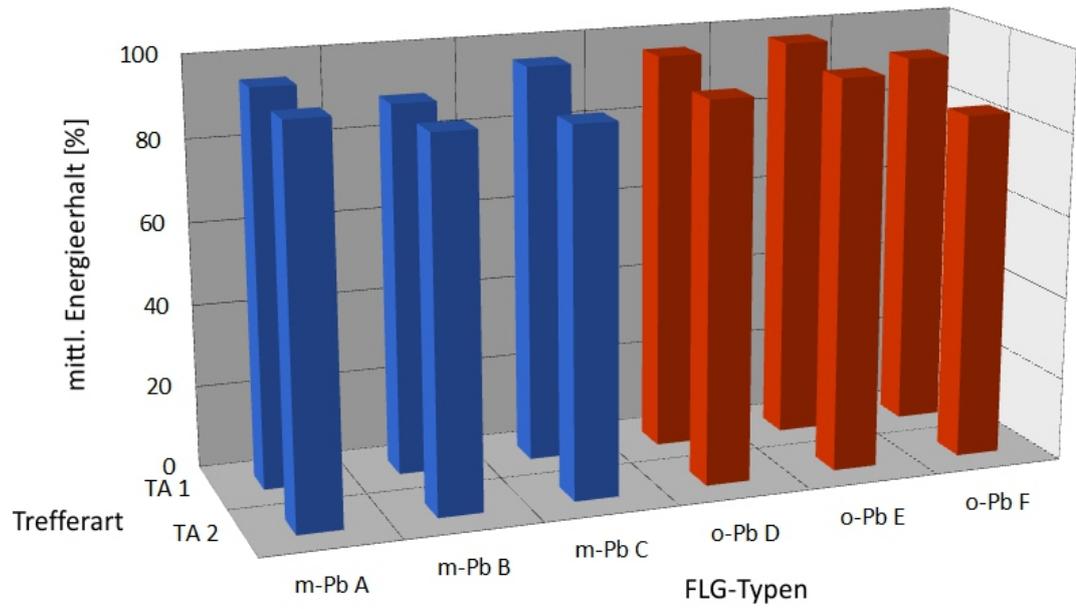
**A.1.4.3 Seitenwinkel**



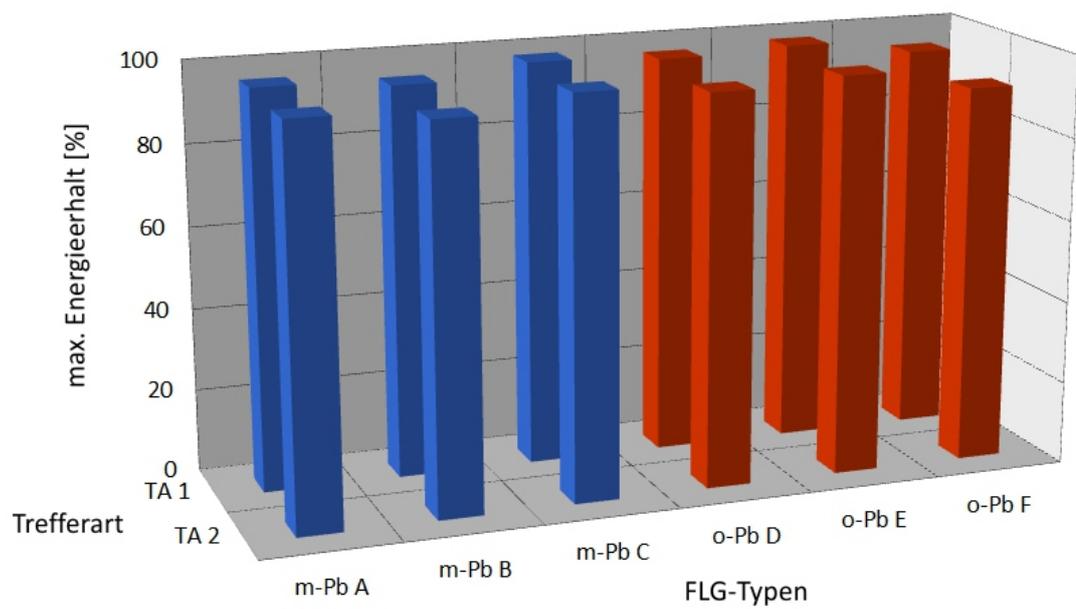
## A.2 Ausgewertete Ergebnisse FLG

### A.2.1 Buschwerk (Gebüsch)

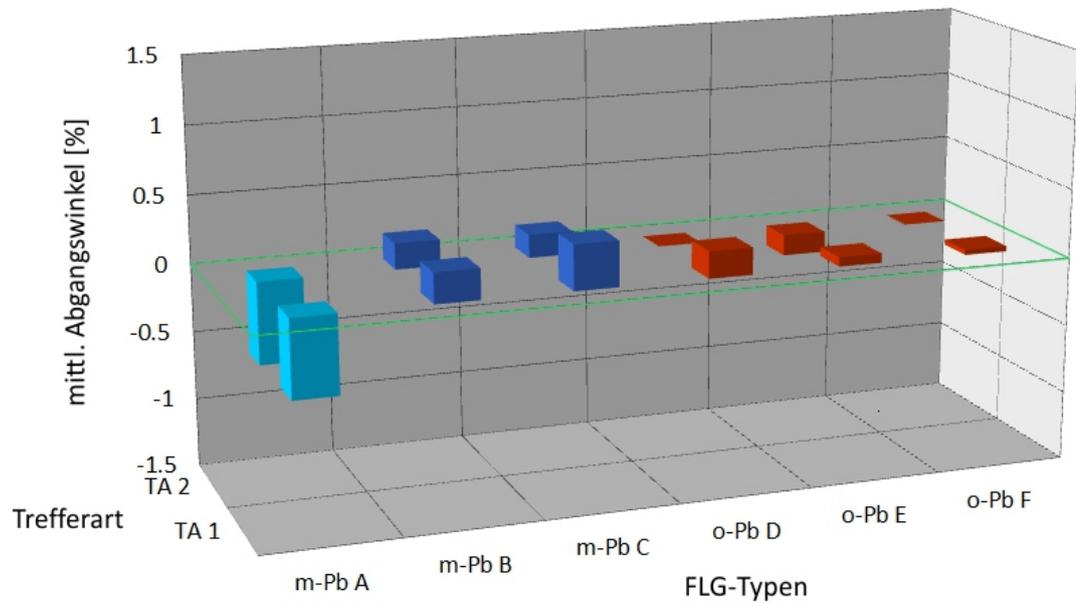
#### A.2.1.1 Energieerhalt, Mittelwerte



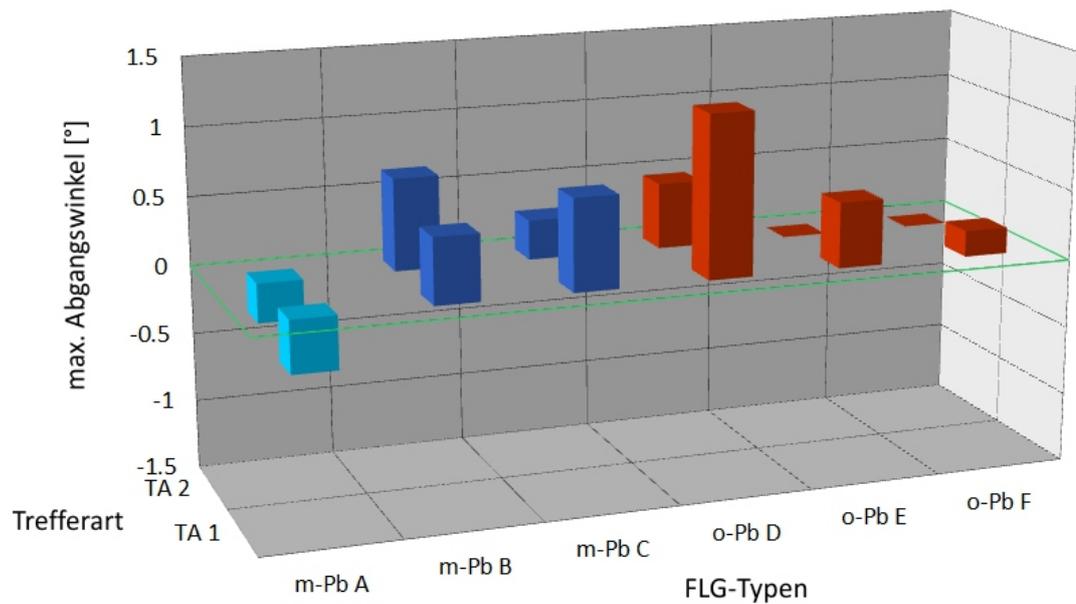
#### A.2.1.2 Energieerhalt, Maximalwerte



### A.2.1.3 Buschwerk, Abgangswinkel, Mittelwerte

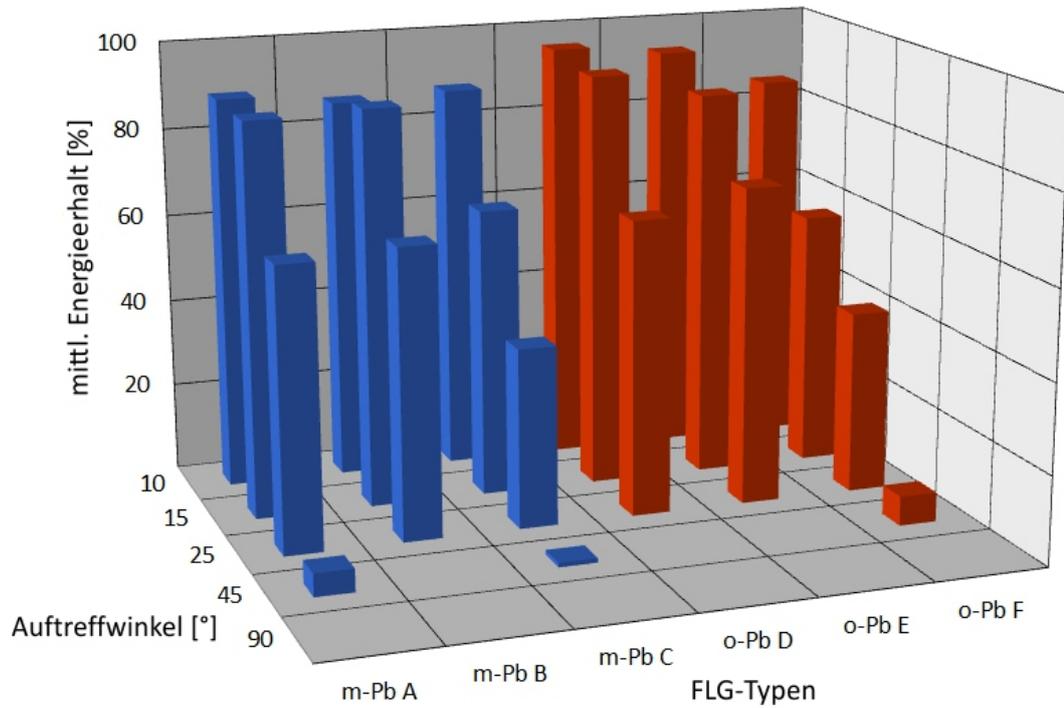


### A.2.1.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

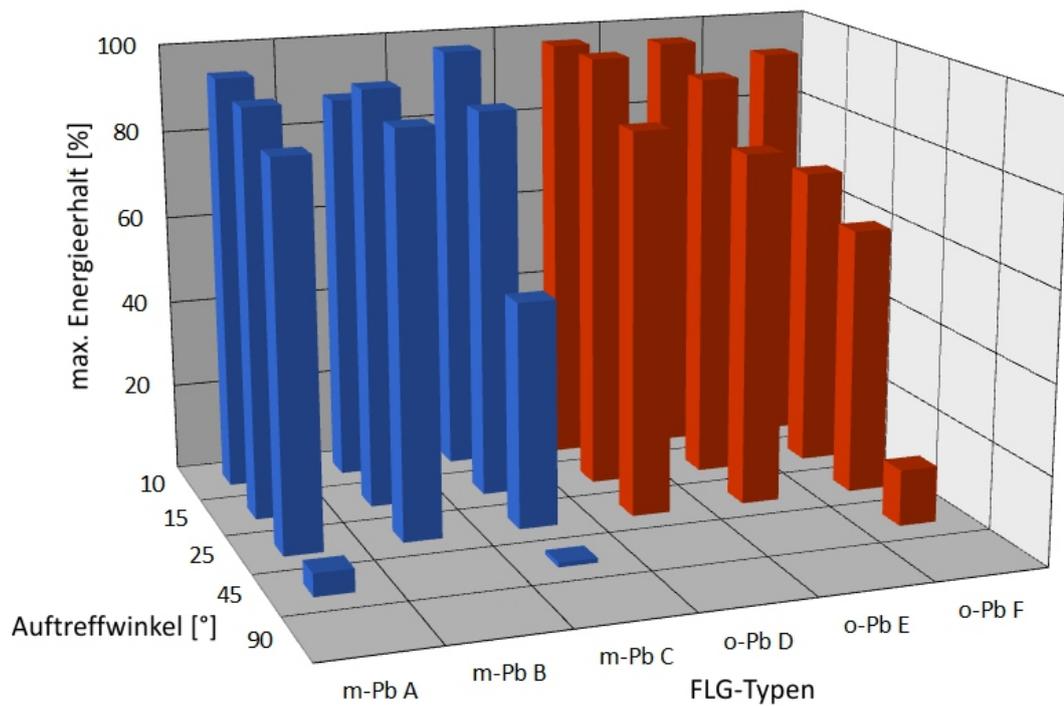


## A.2.2 Baumstamm

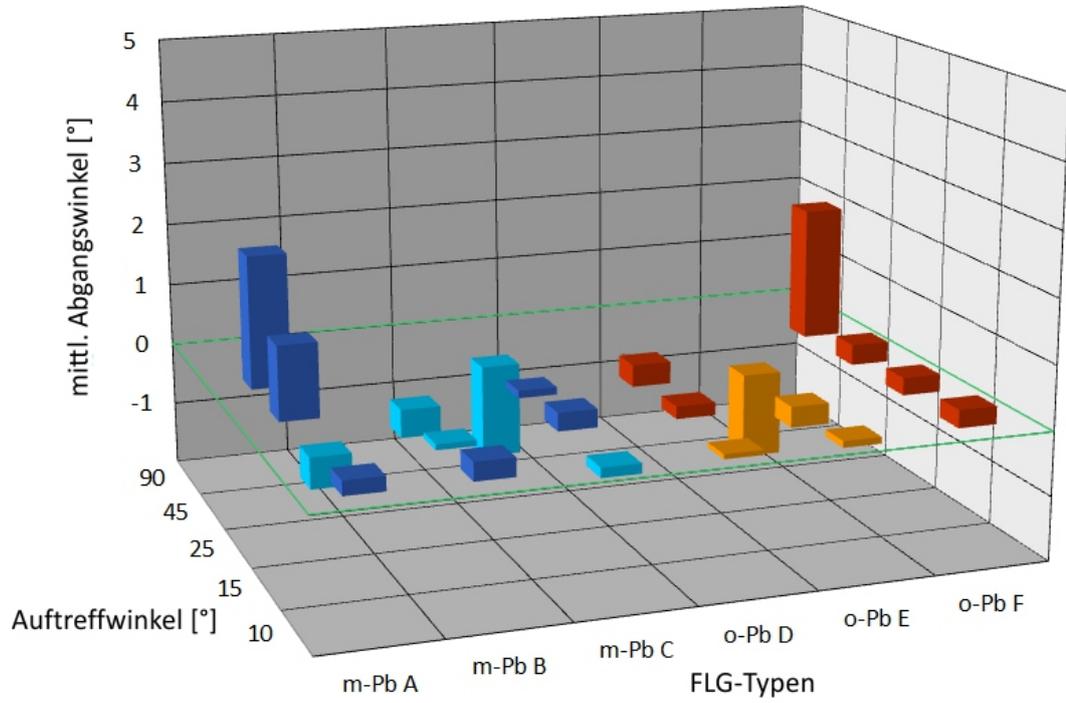
### A.2.2.1 Energieerhalt, Mittelwerte



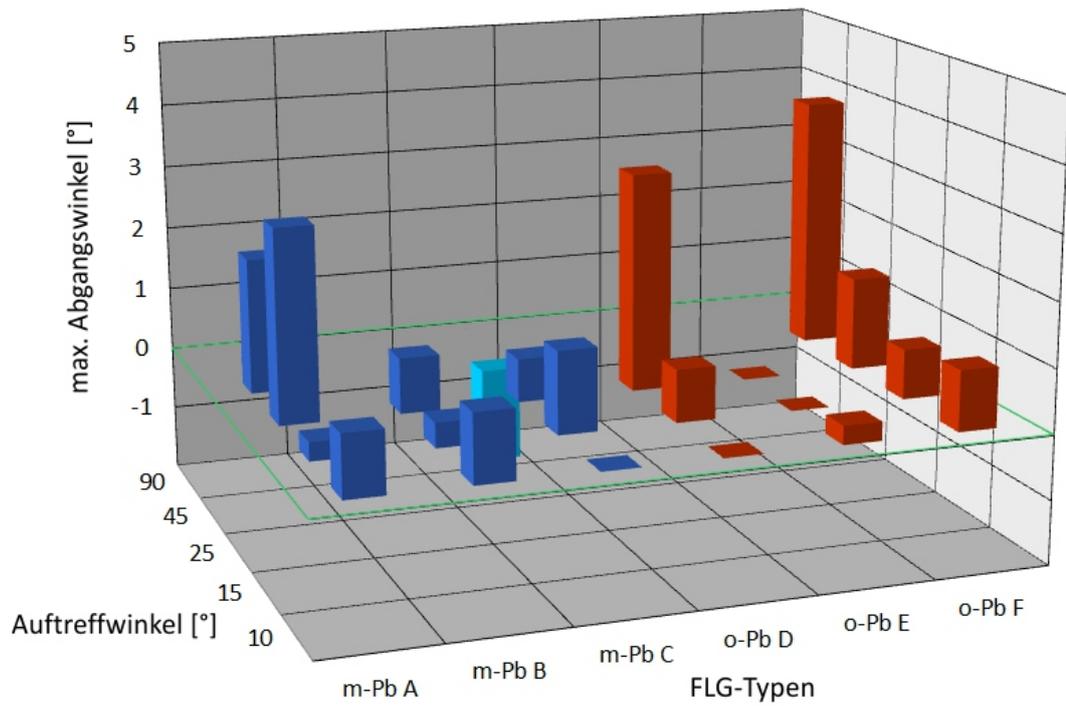
### A.2.2.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.2.3 Baumstamm, Abgangswinkel, Mittelwerte

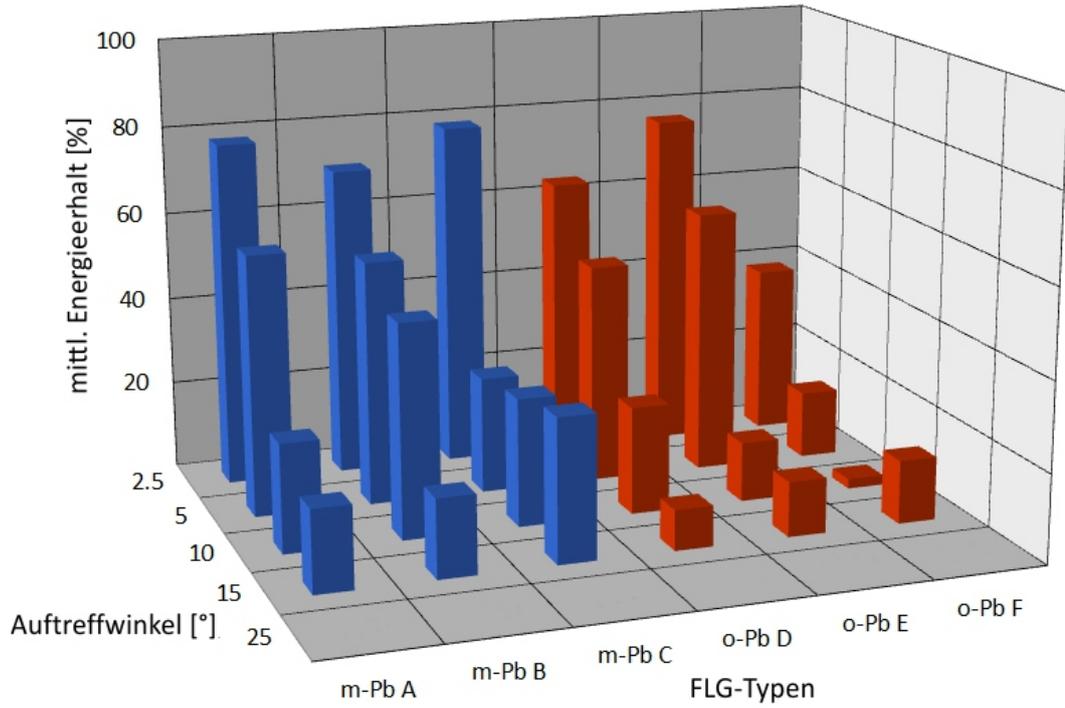


A.2.2.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

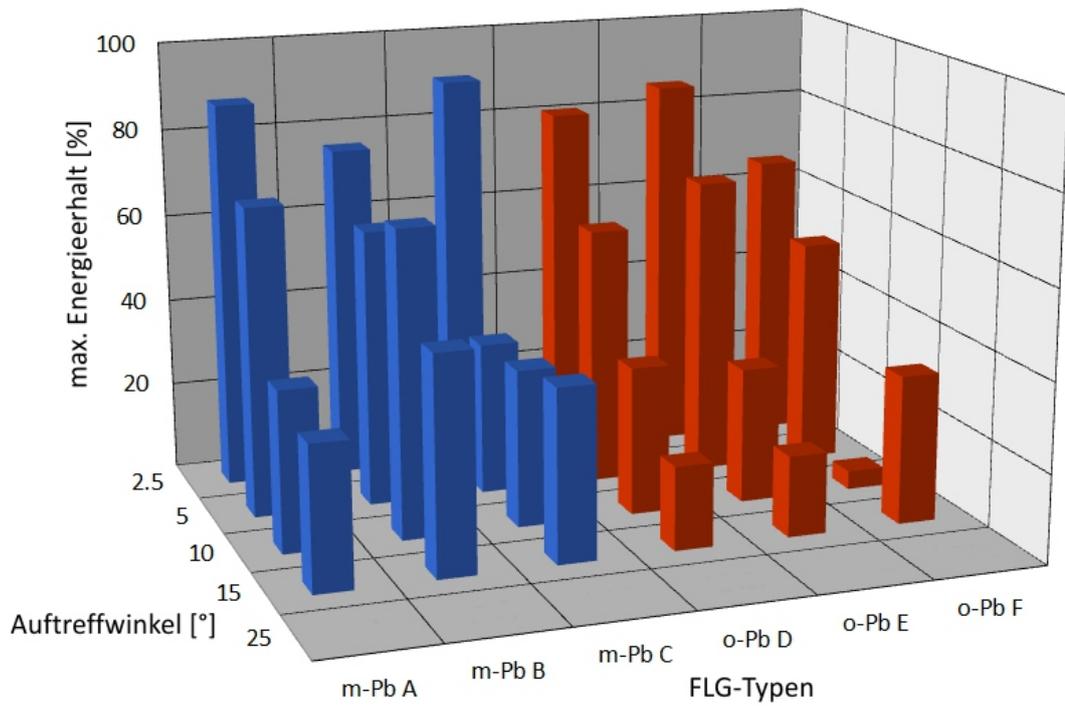


**A.2.3 Harter Boden**

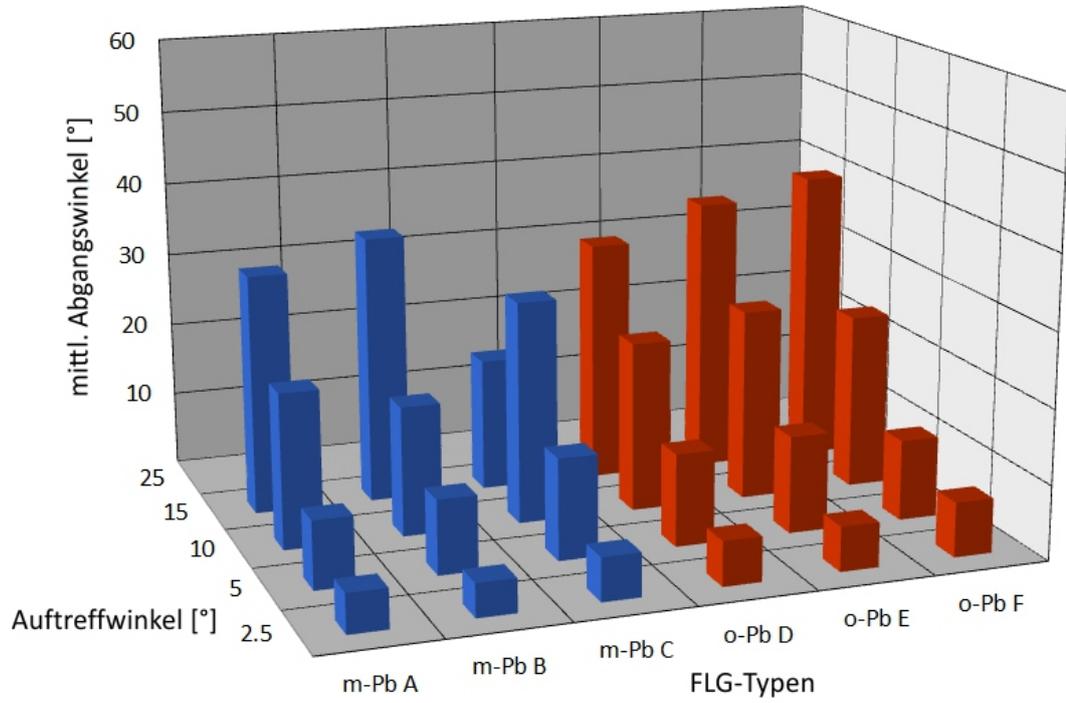
*A.2.3.1 Energieerhalt, Mittelwerte*



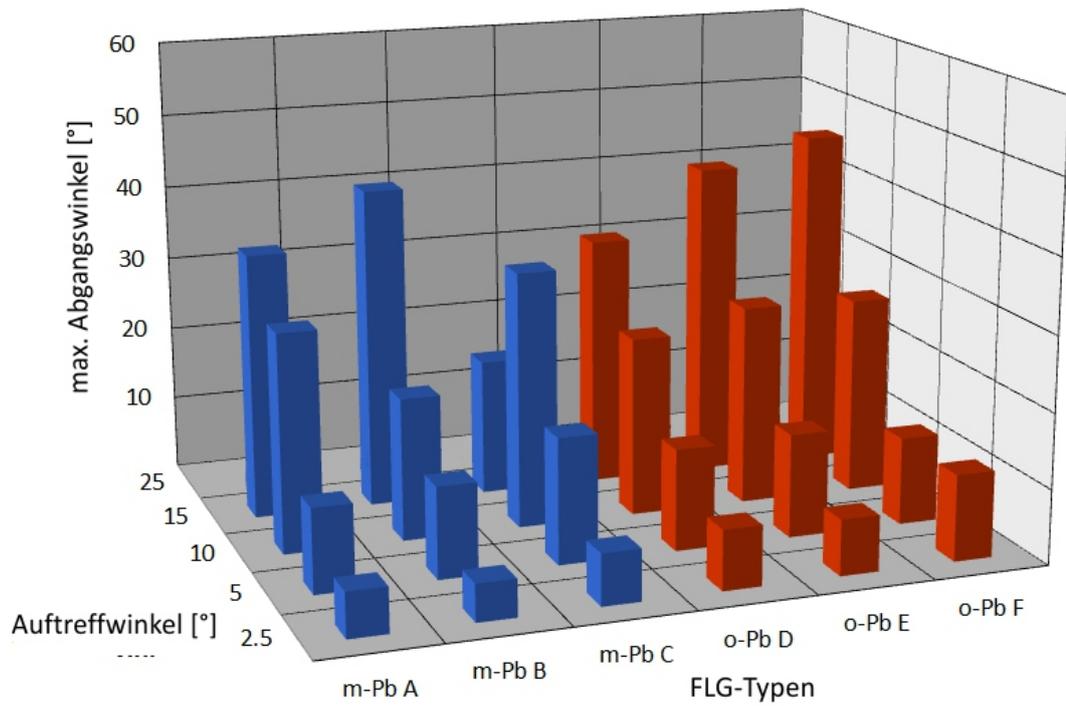
*A.2.3.2 Energieerhalt, Maximalwerte*



A.2.3.3 Harter Boden, Abgangswinkel, Mittelwerte

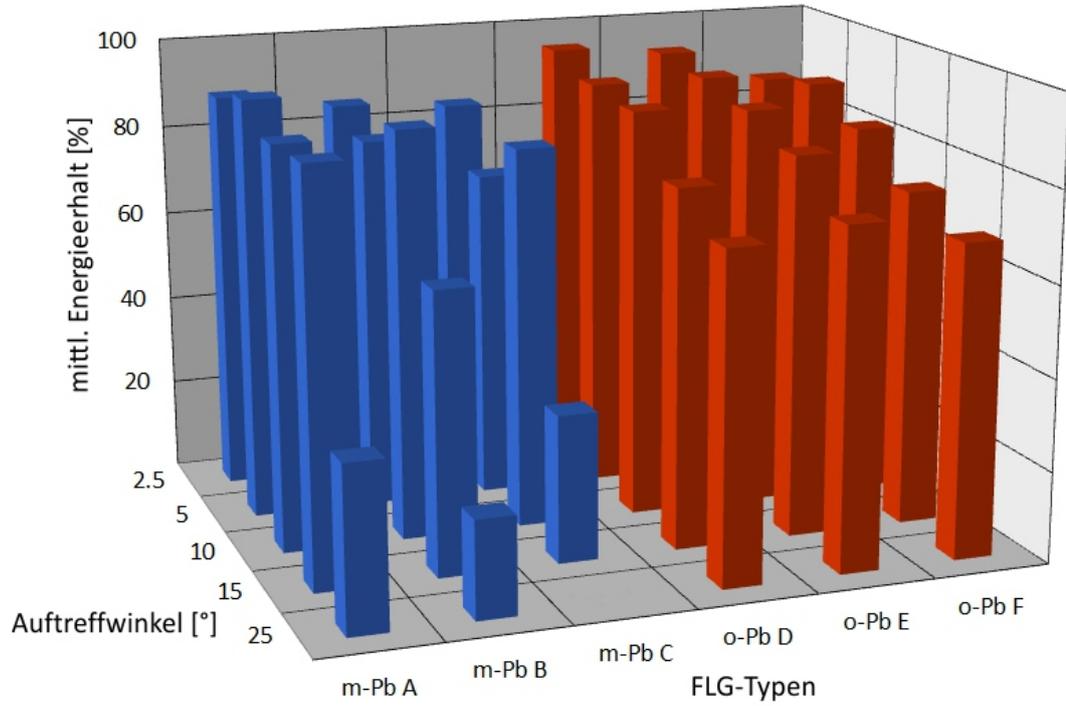


A.2.3.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

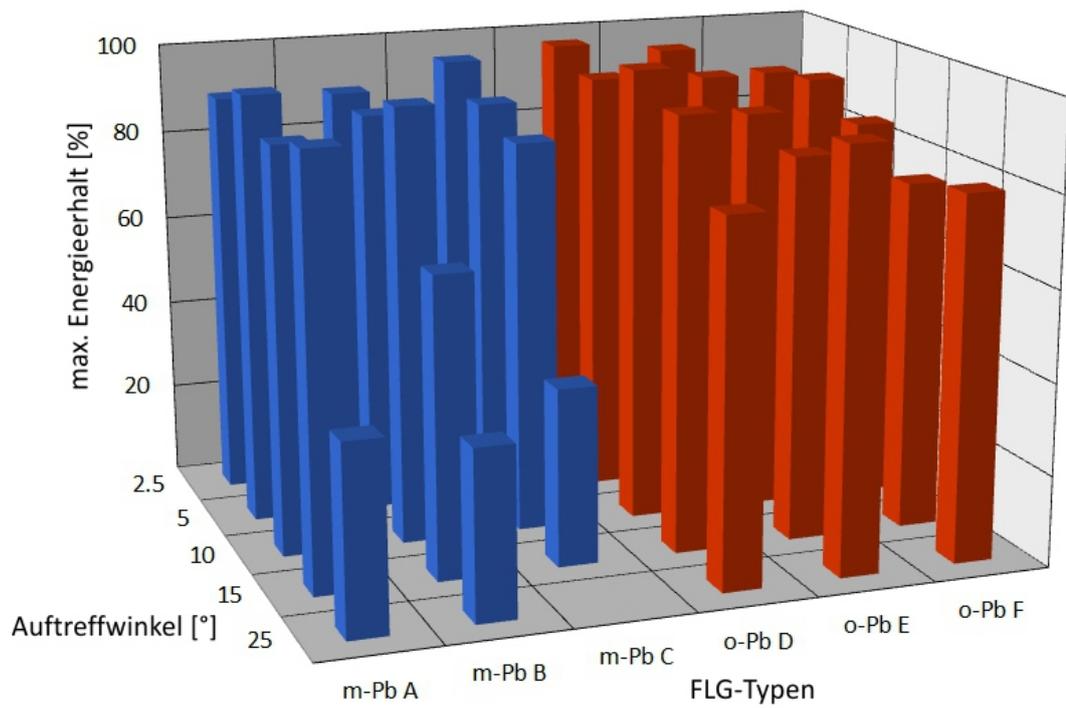


## A.2.4 Steinplatte

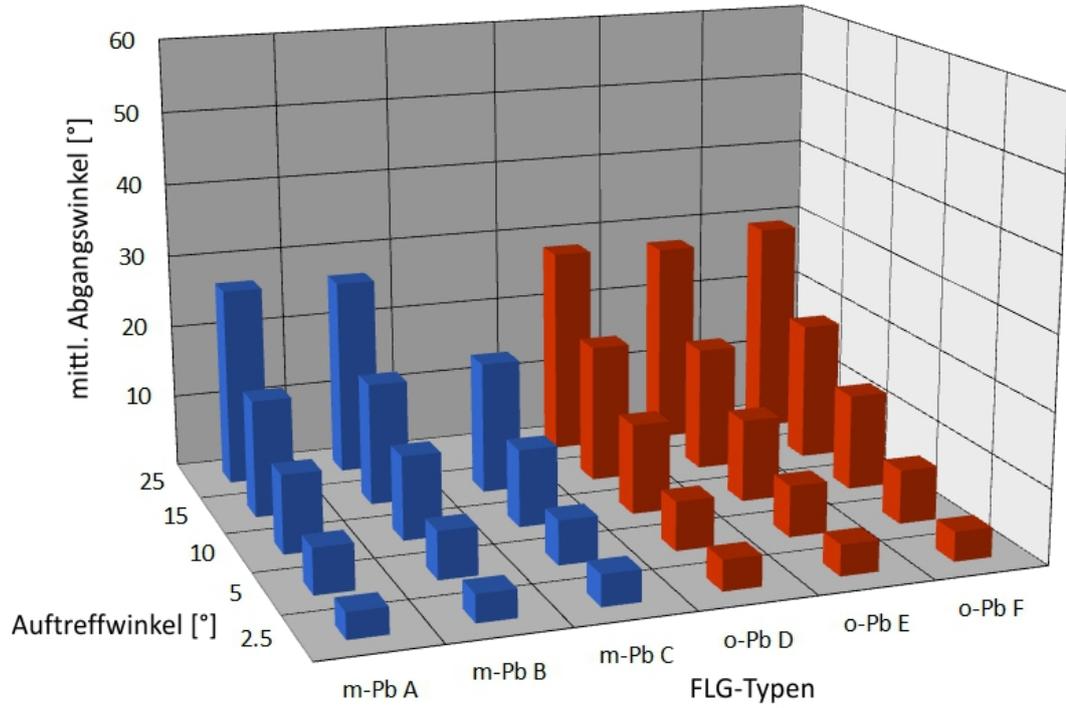
### A.2.4.1 Energieerhalt, Mittelwerte



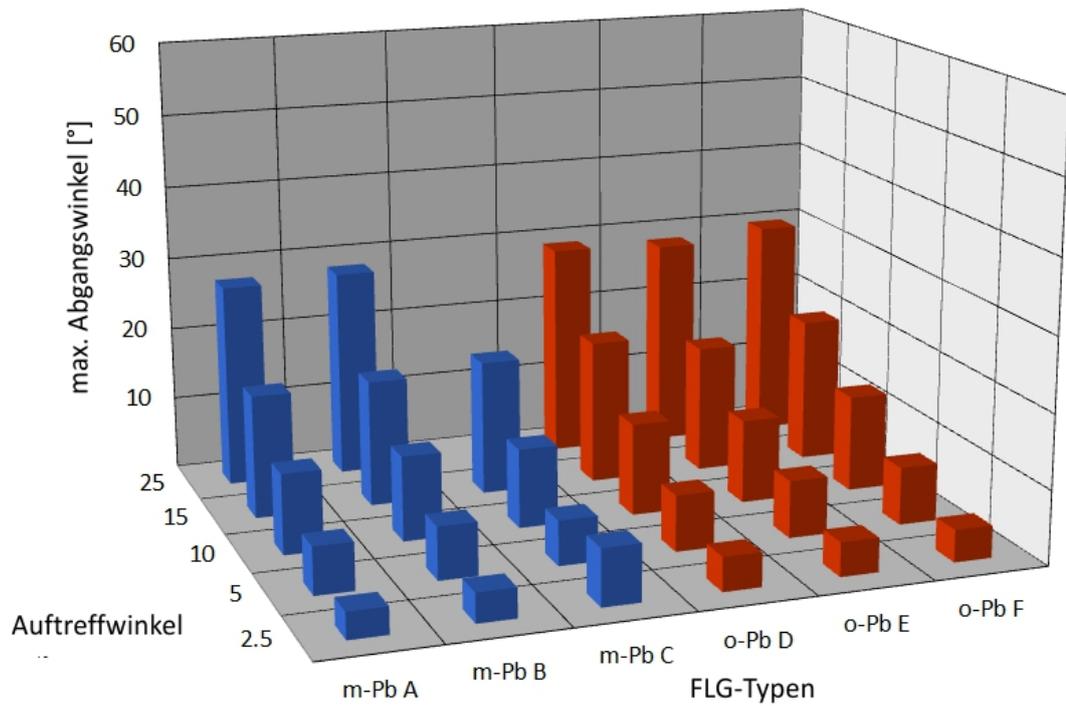
### A.2.4.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.2.4.3 Steinplatte, Abgangswinkel, Mittelwerte

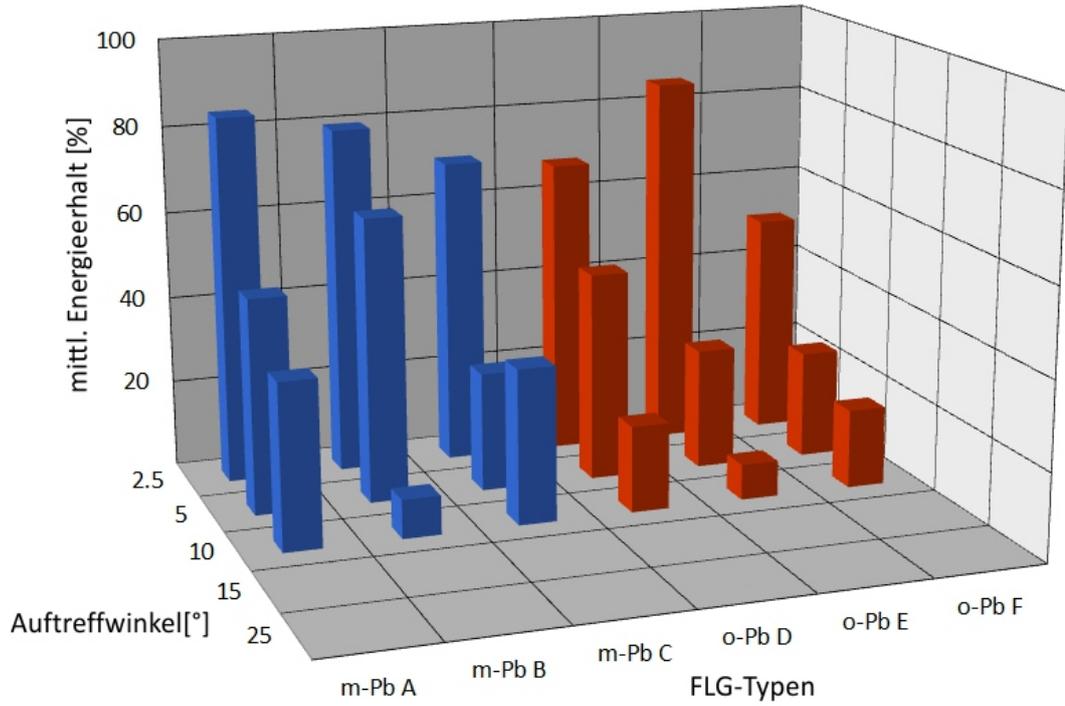


A.2.4.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

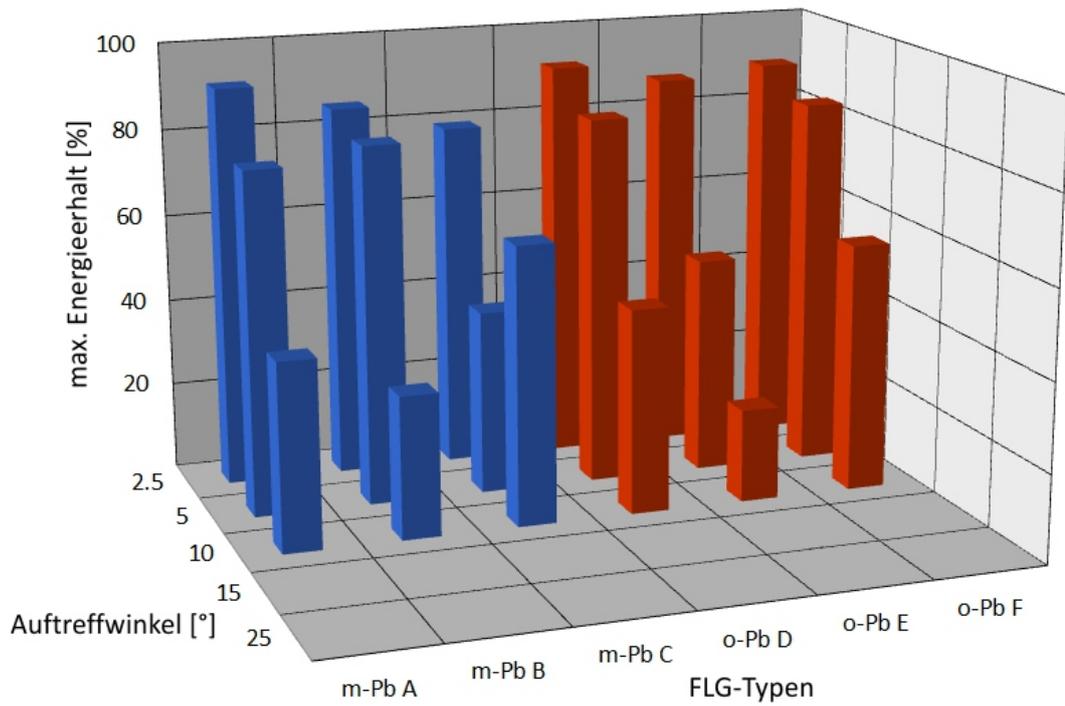


**A.2.5 Weicher Boden**

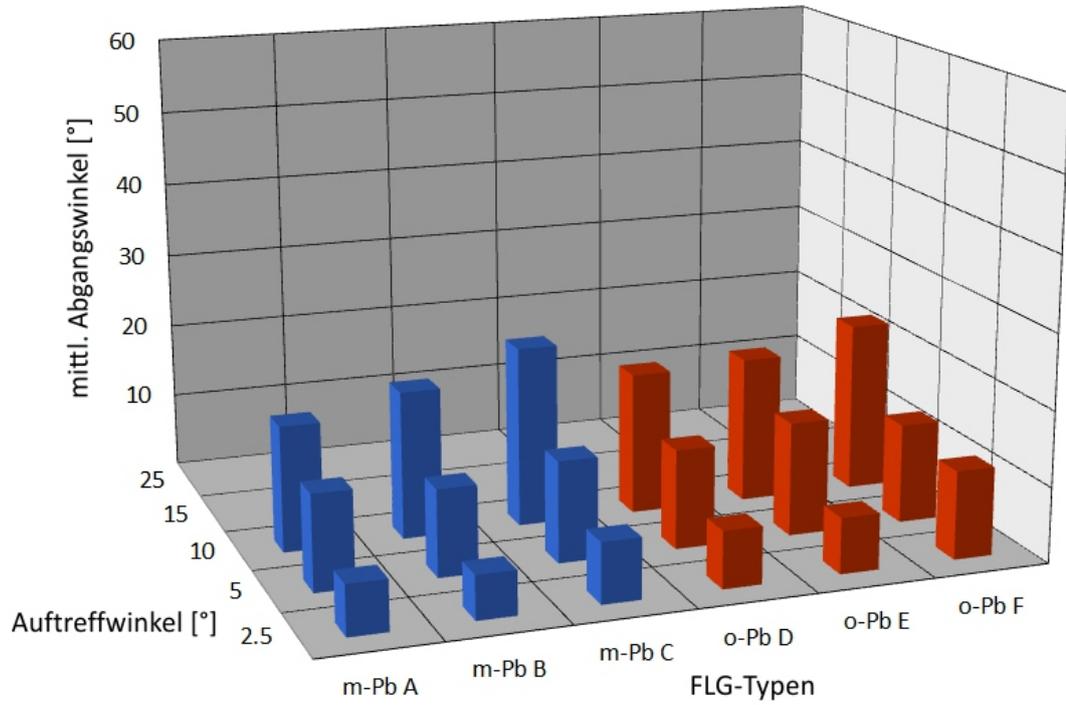
*A.2.5.1 Energieerhalt, Mittelwerte*



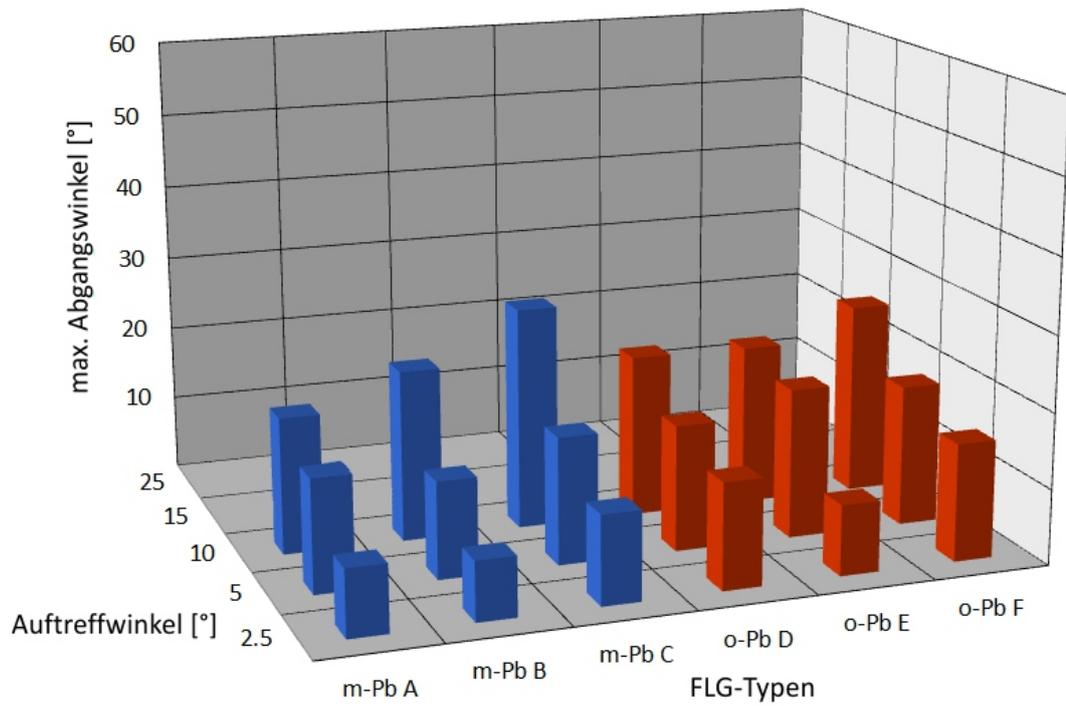
*A.2.5.2 Energieerhalt, Maximalwerte*



A.2.5.3 Weicher Boden, Abgangswinkel, Mittelwerte



A.2.5.4 Abgangswinkel, Maximalwerte



Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG TA 1</b>	A	5	93.2	95.2	96.4	-17	-10	-7	0	3	5						
	B	6	84.1	89.3	94.8	0	4	8	-7	11	15						
	C	5	92.5	95.9	98.2	0	6	12	2	11	25	93	0	8	98	12	25
	D	6	96.0	96.3	97.0	-12	3	21	8	8	24						
	E	7	96.9	97.5	98.2	-5	1	8	-9	11	13						
	F	5	90.4	91.8	94.9	0	1	3	0	3	7	95	2	8	98	21	24

34

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG TA 2</b>	A	6	91.9	94.1	95.4	-17	-11	-5	-7	10	12						
	B	5	83.8	89.1	93.0	-7	3	12	-19	18	17						
	C	6	53.1	88.5	96.9	0	3	5	-7	11	15	91	-1	13	97	12	17
	D	5	90.3	91.9	94.8	-8	0	8	-13	21	29						
	E	5	92.2	94.8	96.6	-7	-3	7	-22	19	15						
	F	5	65.1	83.7	91.5	0	0	0	0	0	0	90	-1	13	97	8	29

32

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie FLG**

Energieerhalt [%]								
Trefferart	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
TA 1	93.5	95.2	98.2	98.2				
TA 2	90.6	90.1	96.9	96.6				
	0.0	0.0	0.0	0.0				
Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Trefferart	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.0	0.1	0.7	1.2	0	2	12	21
TA 2	-0.1	-0.1	0.7	0.5	-1	-1	12	8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Trefferart	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-0.4	-0.5	1.4	1.4	-7	-9	25	24
TA 2	-1.0	-1.2	0.9	1.6	-19	-22	17	29
	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Mittelwerte**
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Trefferart	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
TA 1	95.2	89.3	95.9	96.3	97.5	91.8
TA 2	94.1	89.1	88.5	91.9	94.8	83.7
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [°]						
Trefferart	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
TA 1	-0.6	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0
TA 2	-0.6	0.2	0.2	0.0	-0.2	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [Prom]						
TA 1	-10	4	6	3	1	1
TA 2	-11	3	3	0	-3	0
	0	0	0	0	0	0

A-19

Abpraller Untersuchung BLE  
**Buschwerk Maximalwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Trefferart	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
TA 1	96.4	94.8	98.2	97.0	98.2	94.9
TA 2	95.4	93.0	96.9	94.8	96.6	91.5
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [°]						
Trefferart	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
TA 1	-0.4	0.5	0.7	1.2	0.5	0.2
TA 2	-0.3	0.7	0.3	0.5	0.4	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [Prom]						
TA 1	-7	8	12	21	8	3
TA 2	-5	12	5	8	7	0
	0	0	0	0	0	0

 Abpraller Untersuchung BLE  
**Buschwerk Seitenwinkel**  
**Vergleich FLG-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]						
Trefferart	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
1	0.0	-0.4	0.1	0.5	-0.5	0.0
2	-0.4	-1.0	-0.4	-0.8	-1.2	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximaler Seitenwinkel [°]						
TA 1	0.3	0.9	1.4	1.4	0.8	0.4
TA 2	0.7	0.9	0.9	1.6	0.9	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
TA 1	0	-7	2	8	-9	0
TA 2	-7	-19	-7	-13	-22	0
	0	0	0	0	0	0
Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
TA 1	5	15	25	24	13	7
TA 2	12	17	15	29	15	0
	0	0	0	0	0	0

A-20

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 10°</b>	A	5	72.4	89.0	94.4	-6	4	17	5	32	70						
	B	5	83.5	86.7	88.0	0	5	19	8	24	56						
	C	5	66.2	87.8	97.5	-9	-3	0	0	20	40	88	2	25	98	19	70
	D	5	93.6	95.9	97.5	-7	-1	0	8	19	46						
	E	5	86.4	93.6	96.6	-7	-2	5	14	44	102						
	F	5	74.0	85.2	92.6	0	5	17	-6	5	3	92	1	23	98	17	102

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 15°</b>	A	5	86.7	88.8	92.4	-27	-8	5	80	95	270						
	B	4	86.3	89.7	94.7	-13	-2	7	20	45	111						
	C	5	24.6	65.2	88.2	-5	5	23	32	36	103	81	-2	59	95	23	270
	D	6	84.9	93.8	98.4	-8	3	14	25	84	194						
	E	5	79.5	87.9	92.2	-12	-6	4	45	29	103						
	F	5	47.2	57.8	68.7	-7	5	14	5	15	34	80	1	43	98	14	194

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 25°</b>	A	9	3.1	63.4	86.5	-61	21	53	64	224	512						
	B	6	37.2	65.0	90.8	-31	-8	15	179	7	193						
	C	6	26.9	40.5	51.1	-8	2	12	103	36	174	56	5	89	91	53	512
	D	6	4.7	66.6	86.8	-20	6	60	171	48	268						
	E	7	44.1	71.9	80.0	-41	-24	0	139	29	197						
	F	10	15.0	41.2	60.8	-14	6	26	19	8	36	60	-4	29	87	60	268

A-21

44

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 45°</b>	A	1	5.1	5.1	5.1	37	37	37	349	349	349						
	B	0															
	C	1	1.0	1.0	1.0	-26	-26	-26	-61	61	-61	3	6	205	5	37	349
	D																
	E																
	F	2	0.5	6.6	12.7	5	37	70	122	50	222	7	37	50	13	70	222

4

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 90°</b>	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																

0

A-22

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie FLG**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	87.8	91.6	97.5	97.5
15	81.3	79.8	94.7	98.4
25	56.3	59.9	90.8	86.8
45	3.0	6.6	5.1	12.7
90				

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.1	0.0	1.1	0.9	2	1	19	17
15	-0.1	0.0	1.3	0.8	-2	1	23	14
25	0.3	-0.2	3.0	3.4	5	-4	53	60
45	0.3	2.1	2.1	3.9	6	37	37	70
90								

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.0	-0.4	3.9	5.8	0	-6	70	102
15	1.1	0.3	15.2	10.9	20	5	270	194
25	3.6	1.1	28.8	15.1	64	19	512	268
45	-3.4	6.8	19.6	12.5	-61	122	349	222
90								

Abpraller Untersuchung BLE  
**Baumstamm Mittelwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
10	89.0	86.7	87.8	95.9	93.6	85.2
15	88.8	89.7	65.2	93.8	87.9	57.8
25	63.4	65.0	40.5	66.6	71.9	41.2
45	5.1		1.0			6.6
90						
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
10	0.2	0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.3
15	-0.5	-0.1	0.3	0.2	-0.3	0.3
25	1.2	-0.4	0.1	0.3	-1.3	0.3
45	2.1		-1.5			2.1
90						
Abgangswinkel [Prom]						
10	4	5	-3	-1	-2	5
15	-8	-2	5	3	-6	5
25	21	-8	2	6	-24	6
45	37		-26			37
90						

A-24

Abpraller Untersuchung BLE  
**Baumstamm Maximalwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

 Abpraller Untersuchung BLE  
**Baumstamm Seitenwinkel**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
10	94.4	88.0	97.5	97.5	96.6	92.6	10	0.3	0.5	0.0	0.5	0.8	-0.4
15	92.4	94.7	88.2	98.4	92.2	68.7	15	4.5	1.1	1.8	1.4	2.5	0.3
25	86.5	90.8	51.1	86.8	80.0	60.8	25	3.6	10.1	5.8	9.6	7.8	1.1
45	5.1		1.0			12.7	45	19.6		-3.4			6.8
90							90						
Abgangswinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
10	0.9	1.1	0.0	0.0	0.3	0.9	10	3.9	3.1	2.2	2.6	5.8	0.2
15	0.3	0.4	1.3	0.8	0.2	0.8	15	15.2	6.3	5.8	10.9	5.8	1.9
25	3.0	0.9	0.7	3.4	0.0	1.4	25	28.8	10.8	9.8	15.1	11.1	2.0
45	2.1		-1.5			3.9	45	19.6		-3.4			12.5
90							90						
Abgangswinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
10	17	19	0	0	5	17	10	5	8	0	8	14	-6
15	5	7	23	14	4	14	15	80	20	32	25	45	5
25	53	15	12	60	0	26	25	64	179	103	171	139	19
45	37		-26			70	45	349		-61			122
90							90						
Abgangswinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
10	70	56	40	46	102	3	10	70	56	40	46	102	3
15	270	111	103	194	103	34	15	270	111	103	194	103	34
25	512	193	174	268	197	36	25	512	193	174	268	197	36
45	349		-61			222	45	349		-61			222
90							90						

A-25

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 2.5°</b>	A	5	68.4	78.3	87.8	78	93	105	7	8	23						
	B	5	64.8	70.4	75.8	74	79	88	10	10	30						
	C	5	68.2	78.6	90.0	71	103	121	18	4	26	76	92	7	90	121	30
	D	5	16.1	63.6	80.7	81	106	142	13	9	30						
	E	5	48.1	76.8	85.6	62	106	132	13	17	46						
	F	5	9.9	38.5	65.8	73	130	205	10	14	39	60	114	13	86	205	46

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 5°</b>	A	5	42.7	59.0	70.0	133	162	200	-6	5	3						
	B	5	49.2	55.3	62.6	155	177	216	-8	10	11						
	C	5	18.4	26.4	34.6	167	241	299	-14	17	19	47	193	10	70	299	19
	D	5	43.0	49.9	58.6	196	221	241	25	8	42						
	E	5	47.5	60.0	67.8	194	232	246	6	21	47						
	F	5	4.2	15.3	51.3	171	193	208	-25	37	48	42	215	22	68	246	48

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 10°</b>	A	5	5.3	24.5	36.3	305	371	519	19	7	32						
	B	5	24.4	48.2	69.0	286	310	339	4	16	37						
	C	3	19.6	28.9	35.5	460	532	610	55	46	148	34	404	23	69	610	148
	D	5	11.9	24.3	33.5	395	408	427	102	12	126						
	E	5	3.6	13.5	30.6	434	459	478	41	29	98						
	F	5	0.7	2.2	4.2	376	421	471	-1	32	63	13	429	24	34	478	126

A-26

28

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 15°</b>	A	6	5.5	18.4	32.3	505	576	633	-27	27	27						
	B	6	5.5	17.7	48.7	555	643	764	-107	91	74						
	C	5	25.5	32.2	38.9	315	318	326	-1	6	11	23	512	41	49	764	74
	D	5	1.2	9.1	18.8	543	581	599	-85	77	68						
	E	5	7.6	12.4	18.3	576	662	757	-7	39	70						
	F	5	1.0	14.3	33.5	604	707	818	-38	168	299	12	650	95	34	818	299

32

Projektil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 25°</b>	A																
	B																
	C																
	D																
	E																
	F																

0

A-27

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie FLG**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	75.8	59.6	90.0	85.6
5	46.9	41.7	70.0	67.8
10	33.9	13.3	69.0	33.5
15	22.8	11.9	48.7	33.5
25				

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	5.2	6.4	6.8	11.5	92	114	121	205
5	10.9	12.1	16.8	13.9	193	215	299	246
10	22.7	24.1	34.3	26.9	404	429	610	478
15	28.8	36.6	43.0	46.0	512	650	764	818
25								

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	0.4	0.6	1.7	2.6	7	10	30	46
5	-0.8	-1.4	1.1	2.7	-14	-25	19	48
10	0.2	-0.1	8.3	7.1	4	-1	148	126
15	-6.0	-4.8	4.2	16.8	-107	-85	74	299
25								

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden Mittelwerte**
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	78.3	70.4	78.6	63.6	76.8	38.5
5	59.0	55.3	26.4	49.9	60.0	15.3
10	24.5	48.2	28.9	24.3	13.5	2.2
15	18.4	17.7	32.2	9.1	12.4	14.3
25						
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	5.2	4.5	5.8	6.0	6.0	7.3
5	9.1	10.0	13.6	12.4	13.1	10.9
10	20.9	17.4	29.9	22.9	25.8	23.7
15	32.4	36.2	17.9	32.7	37.2	39.8
25						
Abgangswinkel [Prom]						
2.5	93	79	103	106	106	130
5	162	177	241	221	232	193
10	371	310	532	408	459	421
15	576	643	318	581	662	707
25						

A-29

Abpraller Untersuchung BLE  
**Harter Boden Maximalwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	87.8	75.8	90.0	80.7	85.6	65.8
5	70.0	62.6	34.6	58.6	67.8	51.3
10	36.3	69.0	35.5	33.5	30.6	4.2
15	32.3	48.7	38.9	18.8	18.3	33.5
25						
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	5.9	4.9	6.8	8.0	7.4	11.5
5	11.2	12.2	16.8	13.6	13.9	11.7
10	29.2	19.0	34.3	24.0	26.9	26.5
15	35.6	43.0	18.3	33.7	42.6	46.0
25						
Abgangswinkel [Prom]						
2.5	105	88	121	142	132	205
5	200	216	299	241	246	208
10	519	339	610	427	478	471
15	633	764	326	599	757	818
25						

 Abpraller Untersuchung BLE  
**Harter Boden Seitenwinkel**  
**Vergleich FLG-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	0.4	0.6	1.0	0.7	0.7	0.6
5	-0.3	-0.4	-0.8	1.4	0.3	-1.4
10	1.1	0.2	3.1	5.8	2.3	-0.1
15	-1.5	-6.0	-0.1	-4.8	-0.4	-2.1
25						
Maximaler Seitenwinkel [°]						
2.5	1.3	1.7	1.5	1.7	2.6	2.2
5	0.2	0.6	1.1	2.4	2.7	2.7
10	1.8	2.1	8.3	7.1	5.5	3.5
15	1.5	4.2	0.6	3.8	3.9	16.8
25						
Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	7	10	18	13	13	10
5	-6	-8	-14	25	6	-25
10	19	4	55	102	41	-1
15	-27	-107	-1	-85	-7	-38
25						
Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	23	30	26	30	46	39
5	3	11	19	42	47	48
10	32	37	148	126	98	63
15	27	74	11	68	70	299
25						

A-30

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 2.5°</b>	A	5	86.3	88.8	89.8	59	61	63	0	7	15						
	B	5	79.7	85.3	89.4	63	65	70	-3	2	1						
	C	5	51.9	83.8	95.2	57	74	135	1	2	4	86	67	4	95	135	15
	D	5	88.8	95.2	97.5	60	73	81	0	5	10						
	E	5	90.0	93.1	95.0	68	74	81	-3	3	3						
	F	5	83.2	85.4	88.3	64	71	77	0	1	2	91	73	3	97	81	10

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 5°</b>	A	5	86.6	87.8	88.5	103	109	114	0	1	2						
	B	5	78.9	81.9	88.8	104	114	126	-2	3	5						
	C	5	48.8	72.4	89.8	102	105	107	-5	4	3	81	109	3	90	126	5
	D	5	85.8	91.4	93.8	105	117	135	-4	6	8						
	E	5	89.8	91.4	92.7	111	123	138	-10	6	2						
	F	5	86.8	88.5	90.7	124	129	139	-2	2	3	90	123	5	94	139	8

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 10°</b>	A	5	87.4	88.0	88.9	184	189	193	2	1	4						
	B	5	81.3	89.3	95.3	198	202	204	-3	2	1						
	C	5	80.3	83.4	85.8	183	186	191	-1	3	4	87	192	2	95	204	4
	D	5	84.0	89.8	99.9	215	218	222	-1	3	5						
	E	5	87.8	88.4	88.8	195	200	202	-2	2	2						
	F	5	80.8	82.7	84.9	231	232	233	-4	4	4	87	216	3	100	233	5

A-31

30

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 15°</b>	A	5	86.3	89.0	92.9	272	282	298	-7	11	16						
	B	5	57.9	61.3	65.5	285	295	305	-3	3	3						
	C	5	25.5	32.2	38.9	315	318	326	-1	6	11	61	299	7	93	326	16
	D	5	38.4	78.5	94.7	311	333	348	-2	5	8						
	E	5	82.3	83.5	84.3	290	301	308	-4	4	3						
	F	5	69.8	73.8	76.6	311	335	351	-4	9	15	79	323	6	95	351	15

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 25°</b>	A	5	28.5	35.6	40.8	466	479	493	8	15	38						
	B	5	10.4	21.2	36.7	464	475	503	-23	55	86						
	C	0										28	477	35	41	503	86
	D	5	64.4	71.5	79.2	488	503	518	5	7	19						
	E	5	67.5	74.3	91.8	483	493	506	-4	9	15						
	F	5	55.5	68.4	79.8	515	522	532	-3	15	26	71	506	10	92	532	26

25

A-32

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie FLG**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	86.0	91.2	95.2	97.5
5	80.7	90.4	89.8	93.8
10	86.9	87.0	95.3	99.9
15	60.9	78.6	92.9	94.7
25	28.4	71.4	40.8	91.8

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	3.8	4.1	7.6	4.6	67	73	135	81
5	6.2	6.9	7.1	7.8	109	123	126	139
10	10.8	12.2	11.5	13.1	192	216	204	233
15	16.8	18.2	18.3	19.7	299	323	326	351
25	26.8	28.5	28.3	29.9	477	506	503	532

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-0.2	-0.2	0.8	0.6	-3	-3	15	10
5	-0.3	-0.5	0.3	0.4	-5	-10	5	8
10	-0.2	-0.2	0.2	0.3	-3	-4	4	5
15	-0.4	-0.2	0.9	0.8	-7	-4	16	15
25	-1.3	-0.2	4.9	1.5	-23	-4	86	26

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Mittelwerte**
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	88.8	85.3	83.8	95.2	93.1	85.4
5	87.8	81.9	72.4	91.4	91.4	88.5
10	88.0	89.3	83.4	89.8	88.4	82.7
15	89.0	61.3	32.2	78.5	83.5	73.8
25	35.6	21.2		71.5	74.3	68.4
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	3.5	3.7	4.2	4.1	4.2	4.0
5	6.1	6.4	5.9	6.6	6.9	7.3
10	10.6	11.3	10.5	12.3	11.2	13.0
15	15.9	16.6	17.9	18.7	16.9	18.8
25	27.0	26.7		28.3	27.7	29.4
Abgangswinkel [Prom]						
2.5	61	65	74	73	74	71
5	109	114	105	117	123	129
10	189	202	186	218	200	232
15	282	295	318	333	301	335
25	479	475		503	493	522

A-34

Abpraller Untersuchung BLE  
**Steinplatte Maximalwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

 Abpraller Untersuchung BLE  
**Steinplatte Seitenwinkel**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	89.8	89.4	95.2	97.5	95.0	88.3
5	88.5	88.8	89.8	93.8	92.7	90.7
10	88.9	95.3	85.8	99.9	88.8	84.9
15	92.9	65.5	38.9	94.7	84.3	76.6
25	40.8	36.7		79.2	91.8	79.8
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	3.6	3.9	7.6	4.6	4.6	4.3
5	6.4	7.1	6.0	7.6	7.7	7.8
10	10.9	11.5	10.7	12.5	11.4	13.1
15	16.7	17.2	18.3	19.6	17.3	19.7
25	27.7	28.3		29.1	28.5	29.9
Abgangswinkel [Prom]						
2.5	63	70	135	81	81	77
5	114	126	107	135	138	139
10	193	204	191	222	202	233
15	298	305	326	348	308	351
25	493	503		518	506	532

Minimaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	0.0	-0.2	0.1	0.0	-0.2	0.0
5	0.0	-0.1	-0.3	-0.2	-0.5	-0.1
10	0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.2
15	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
25	0.5	-1.3		0.3	-0.2	-0.2
Maximaler Seitenwinkel [°]						
2.5	0.8	0.1	0.2	0.6	0.2	0.1
5	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.2
10	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2
15	0.9	0.2	0.6	0.5	0.2	0.8
25	2.2	4.9		1.0	0.8	1.5
Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	0	-3	1	0	-3	0
5	0	-2	-5	-4	-10	-2
10	2	-3	-1	-1	-2	-4
15	-7	-3	-1	-2	-4	-4
25	8	-23		5	-4	-3
Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	15	1	4	10	3	2
5	2	5	3	8	2	3
10	4	1	4	5	2	4
15	16	3	11	8	3	15
25	38	86		19	15	26

A-35

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden FLG, Zusammenfassender Überblick**

d = 35 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 2.5</b>	A	5	66.8	84.4	91.6	99	118	157	-11	6	2						
	B	5	68.4	79.9	85.4	73	103	139	-23	11	-1						
	C	5	40.0	70.4	79.2	110	143	209	-45	29	14	78	121	16	92	209	14
	D	5	54.0	68.0	91.8	82	134	250	3	2	6						
	E	5	82.5	85.6	87.4	117	132	166	-13	11	9						
	F	5	7.9	50.8	89.5	157	208	277	-38	47	55	68	158	20	92	277	55

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 5°</b>	A	5	21.2	49.2	78.2	150	227	266	-3	9	15						
	B	5	33.6	65.1	81.8	161	206	228	-30	32	35						
	C	5	15.7	27.3	42.0	149	239	299	-45	48	51	47	224	30	82	299	51
	D	5	1.7	47.9	84.2	177	235	297	0	20	40						
	E	5	4.7	27.7	49.6	227	269	353	-62	76	90						
	F	5	0.6	24.6	84.3	168	235	332	-38	73	108	33	246	56	84	353	108

30

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>FLG 10°</b>	A	5	24.4	37.7	42.5	249	298	322	-6	9	12						
	B	5	0.8	8.8	32.3	304	350	403	-73	84	95						
	C	5	8.4	35.3	63.2	365	426	523	-52	69	86	27	358	54	63	523	95
	D	5	2.0	19.7	46.7	272	336	383	-24	29	34						
	E	5	0.9	8.1	21.2	319	346	380	-41	43	45						
	F	4	0.3	18.1	56.9	354	403	455	-35	18	0	15	362	30	57	455	45

A-36

29

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie FLG**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	78.2	68.1	91.6	91.8
5	47.2	33.4	81.8	84.3
10	27.3	15.3	63.2	56.9
15				
25				

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	6.8	8.9	11.8	15.6	121	158	209	277
5	12.6	13.8	16.8	19.9	224	246	299	353
10	20.1	20.3	29.4	25.6	358	362	523	455
15								
25								

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-2.5	-2.2	0.8	3.1	-45	-38	14	55
5	-2.5	-3.5	2.9	6.1	-45	-62	51	108
10	-4.1	-2.3	5.3	2.5	-73	-41	95	45
15								
25								

Abpraller Untersuchung BLE  
**Weicher Boden Mittelwerte**  
**Vergleich FLG-Arten**

Energieerhalt [%]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	84.4	79.9	70.4	68.0	85.6	50.8
5	49.2	65.1	27.3	47.9	27.7	24.6
10	37.7	8.8	35.3	19.7	8.1	18.1
15						
25						
Abgangswinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F
2.5	6.6	5.8	8.0	7.6	7.4	11.7
5	12.8	11.6	13.4	13.2	15.1	13.2
10	16.7	19.7	23.9	18.9	19.5	22.6
15						
25						
Abgangswinkel [Prom]						
2.5	118	103	143	134	132	208
5	227	206	239	235	269	235
10	298	350	426	336	346	403
15						
25						

A-38

Abpraller Untersuchung BLE  
Weicher Boden Maximalwerte  
Vergleich FLG-Arten

Abpraller Untersuchung BLE  
Weicher Boden Seitenwinkel  
Vergleich FLG-Arten

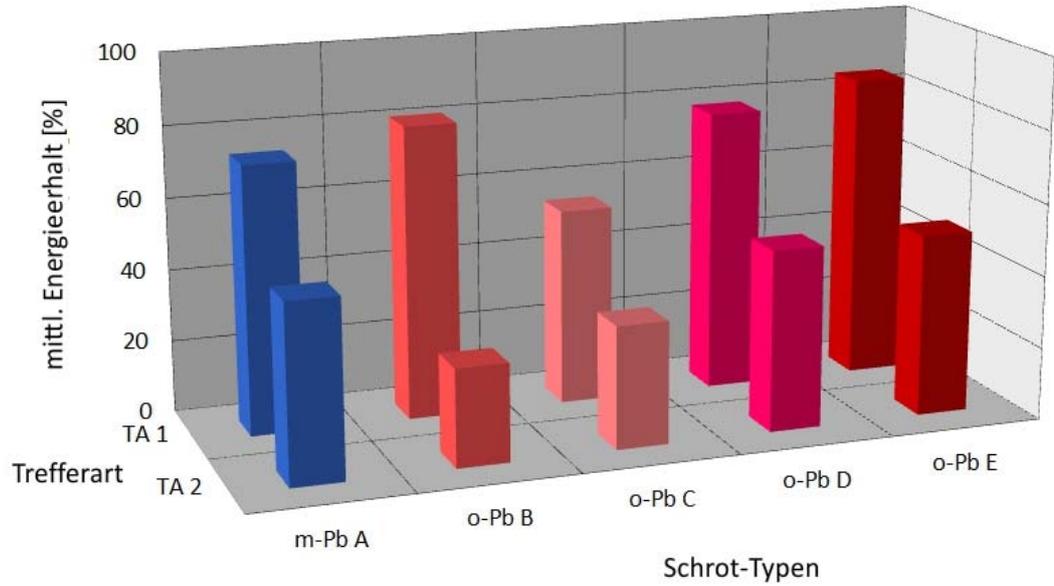
Energieerhalt [%]							Minimaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
2.5	91.6	85.4	79.2	91.8	87.4	89.5	2.5	-0.6	-1.3	-2.5	0.2	-0.8	-2.2
5	78.2	81.8	42.0	84.2	49.6	84.3	5	-0.2	-1.7	-2.5	0.0	-3.5	-2.2
10	42.5	32.3	63.2	46.7	21.2	56.9	10	-0.4	-4.1	-2.9	-1.3	-2.3	-2.0
15							15						
25							25						
Abgangswinkel [°]							Maximaler Seitenwinkel [°]						
Auftreff- winkel [°]	m-Pb			o-Pb			2.5	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
2.5	8.8	7.8	11.8	14.0	9.3	15.6	5	0.9	2.0	2.9	2.2	5.0	6.1
5	15.0	12.8	16.8	16.7	19.9	18.7	10	0.7	5.3	4.8	1.9	2.5	0.0
10	18.1	22.7	29.4	21.6	21.4	25.6	15						
15							25						
25													
Abgangswinkel [Prom]							Minimaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	m-Pb			o-Pb			2.5	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
2.5	157	139	209	250	166	277	5	-3	-30	-45	0	-62	-38
5	266	228	299	297	353	332	10	-6	-73	-52	-24	-41	-35
10	322	403	523	383	380	455	15						
15							25						
25													
Abgangswinkel [Prom]							Maximaler Seitenwinkel [Prom]						
2.5	m-Pb			o-Pb			2.5	m-Pb			o-Pb		
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
2.5	2	-1	14	6	9	55	5	15	35	51	40	90	108
5	15	35	51	40	90	108	10	12	95	86	34	45	0
10	12	95	86	34	45	0	15						
15							25						
25													

A-39

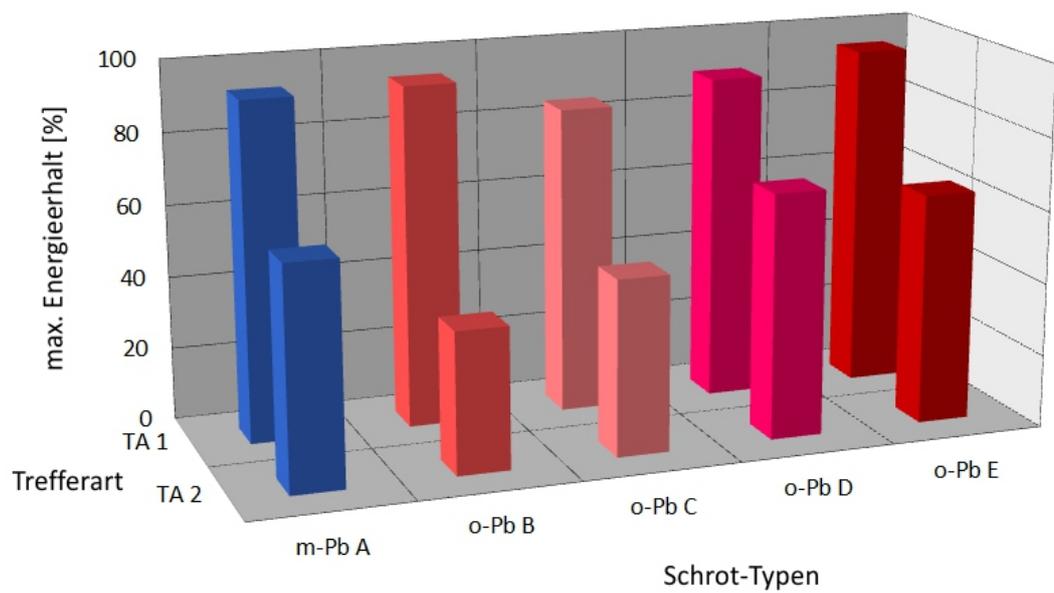
### A.3 Ausgewertete Ergebnisse Schrot

#### A.3.1 Buschwerk (Gebüsch)

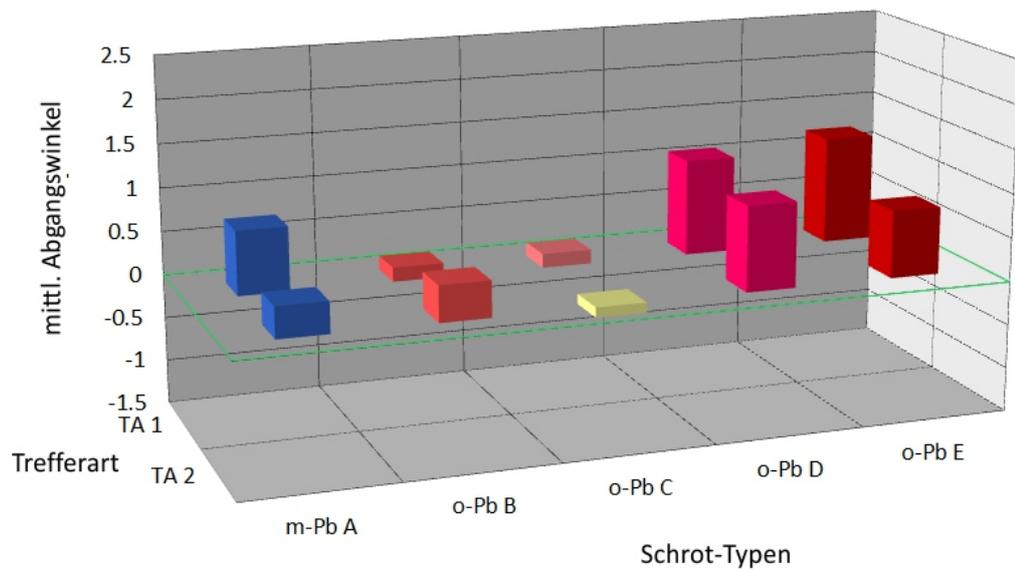
##### A.3.1.1 Energieerhalt, Mittelwerte



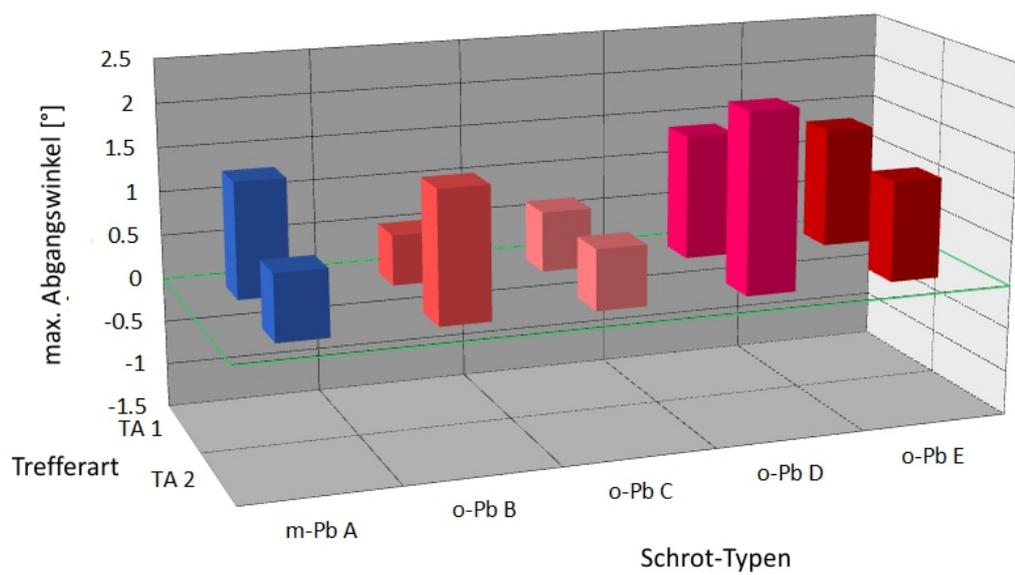
##### A.3.1.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.3.1.3 Buschwerk, Abgangswinkel, Mittelwerte

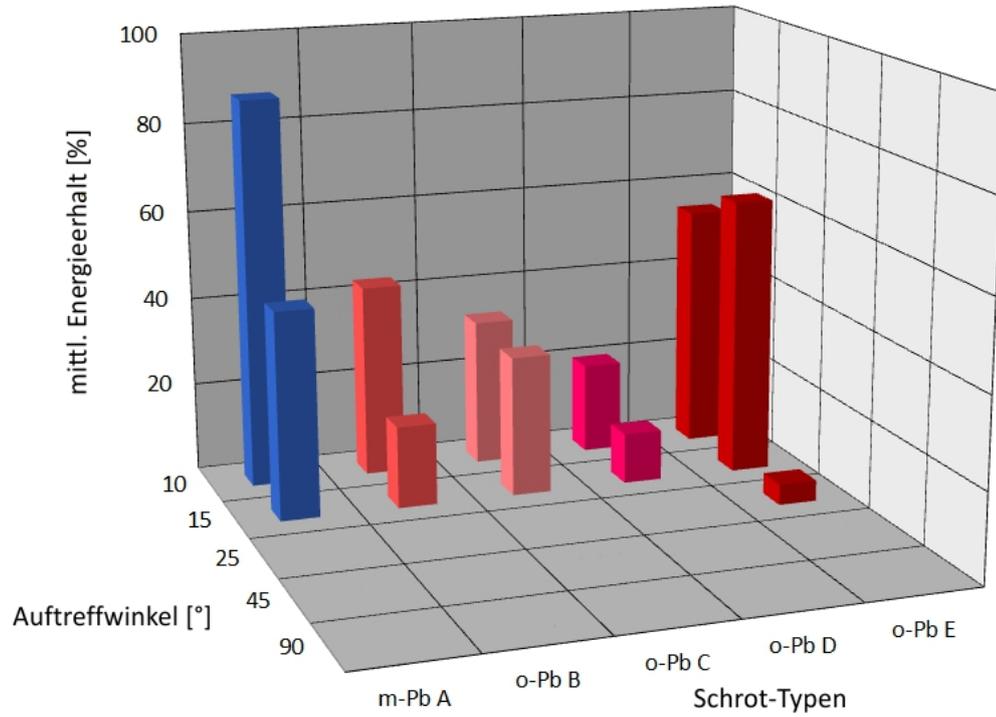


A.3.1.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

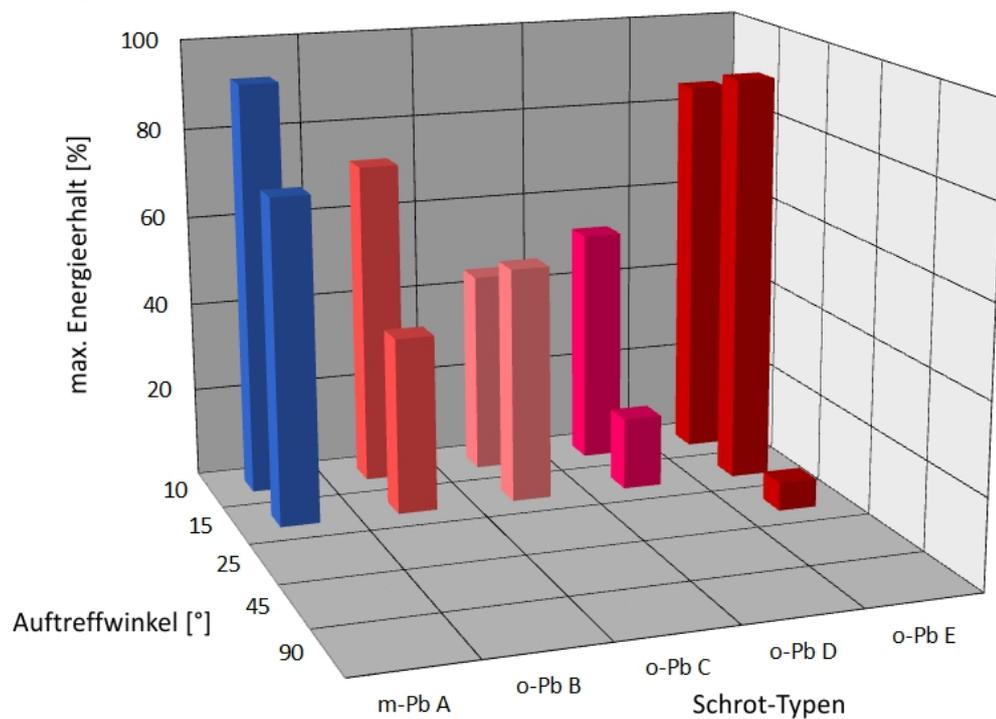


### A.3.2 Baumstamm

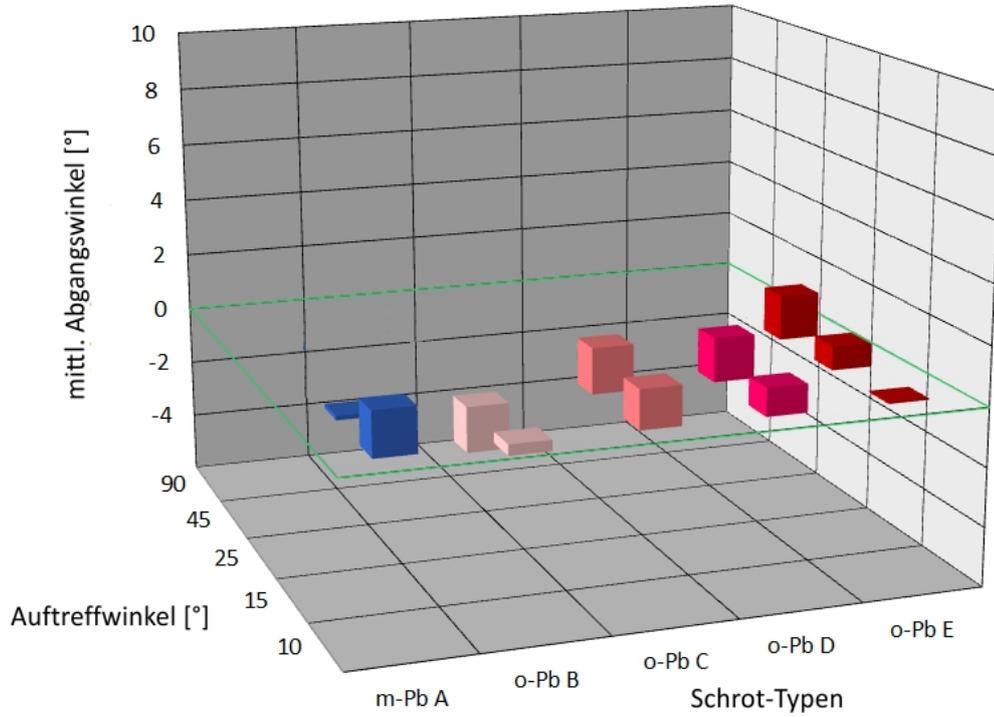
#### A.3.2.1 Energieerhalt, Mittelwerte



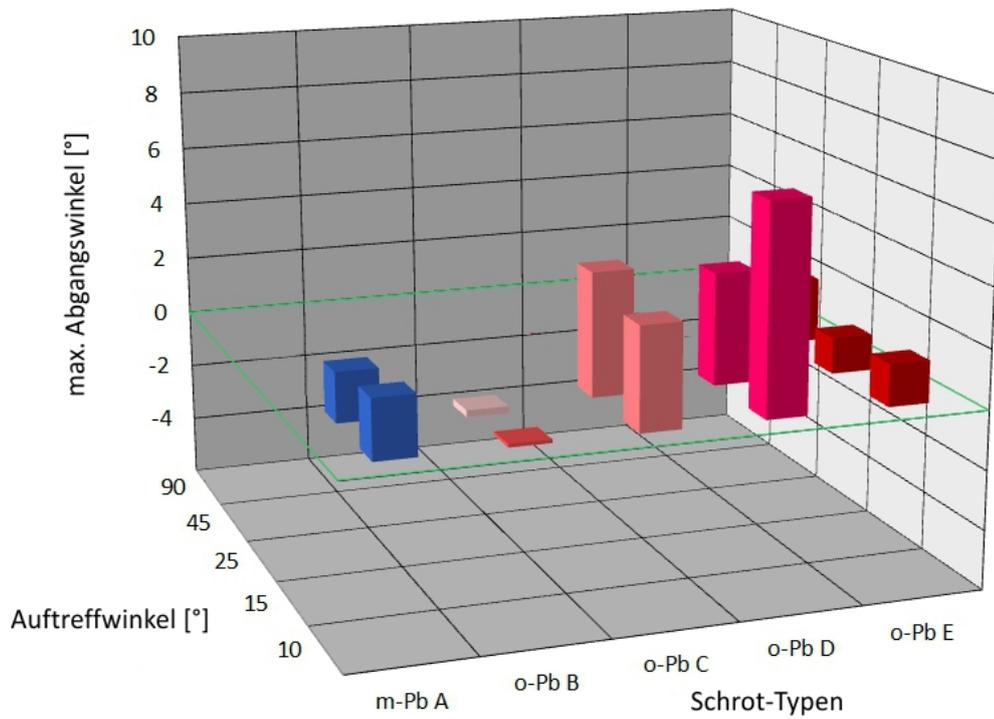
#### A.3.2.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.3.2.3 Baumstamm, Abgangswinkel, Mittelwerte

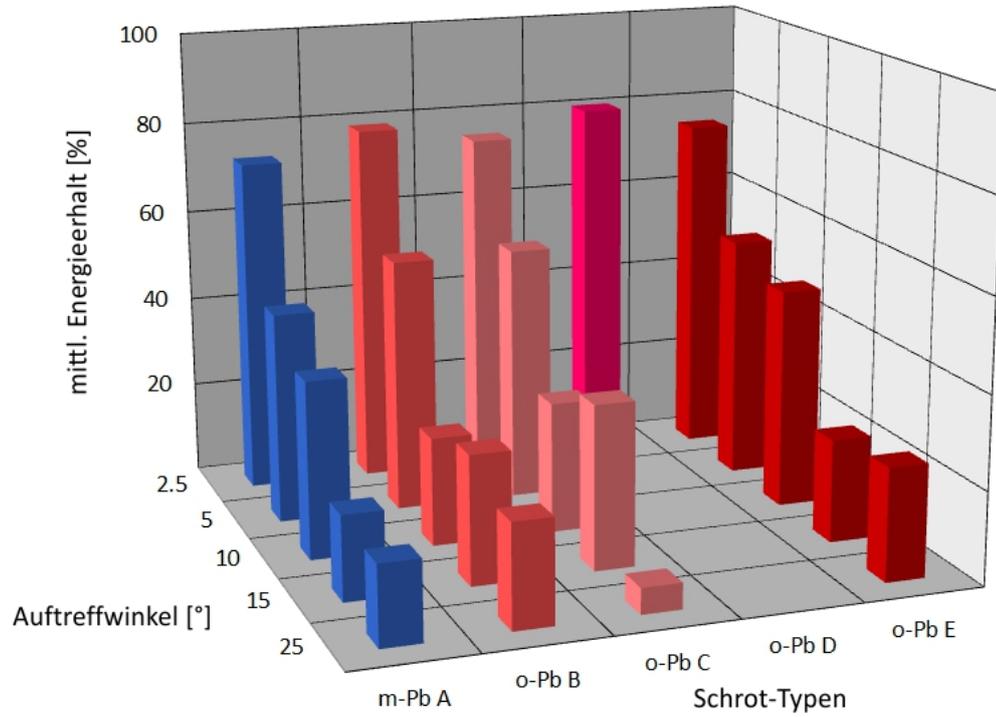


A.3.2.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

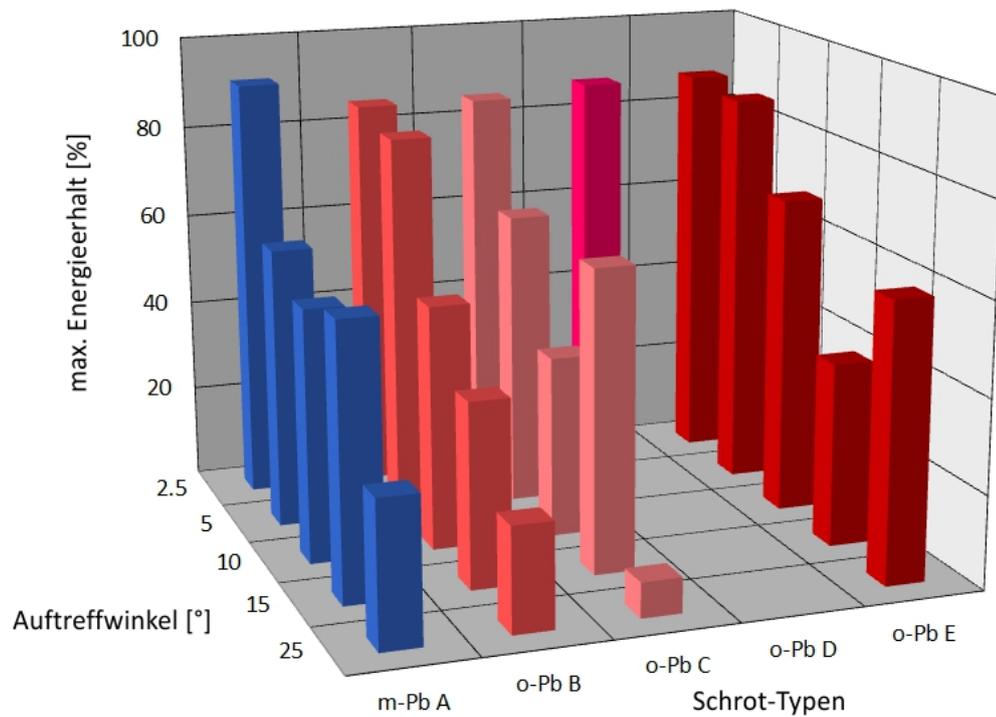


### A.3.3 Harter Boden

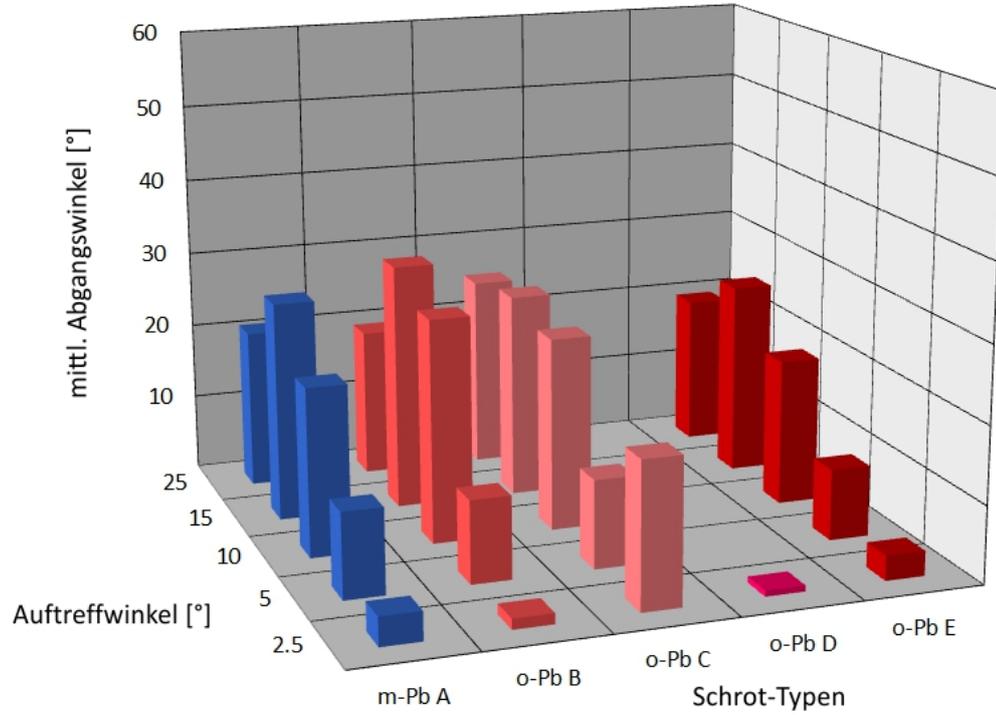
#### A.3.3.1 Energieerhalt, Mittelwerte



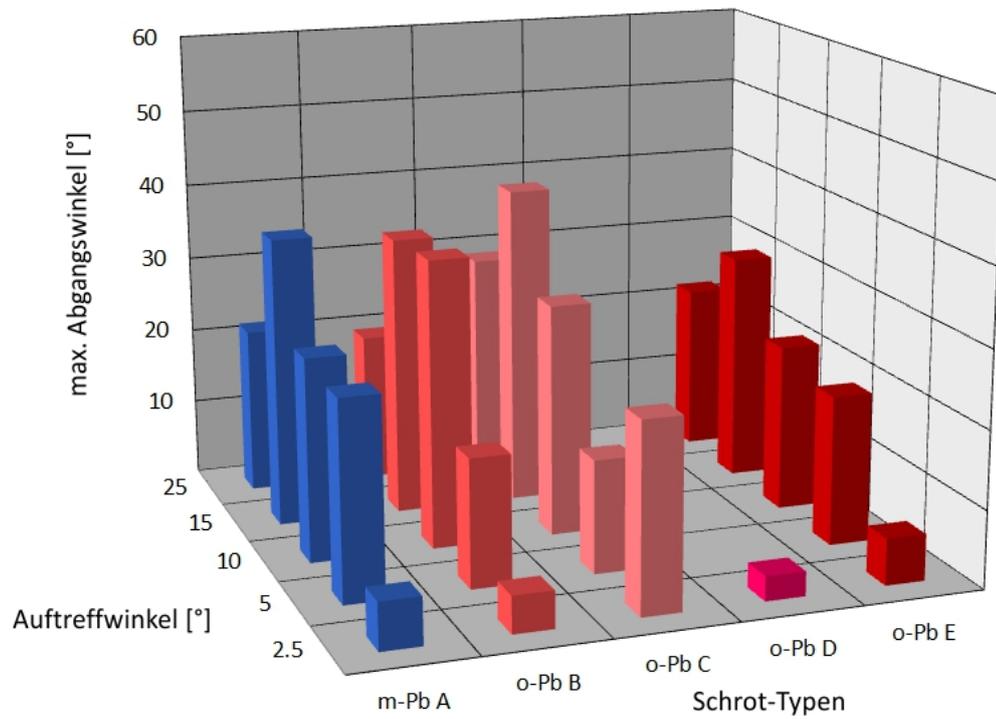
#### A.3.3.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.3.3.3 Harter Boden, Abgangswinkel, Mittelwerte

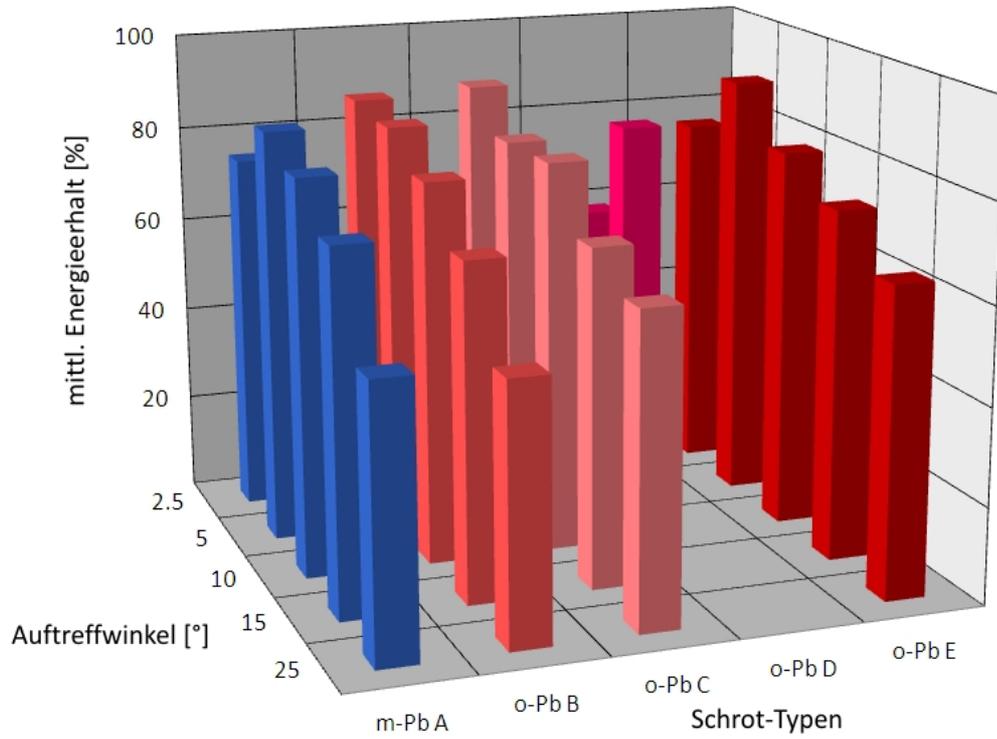


A.3.3.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

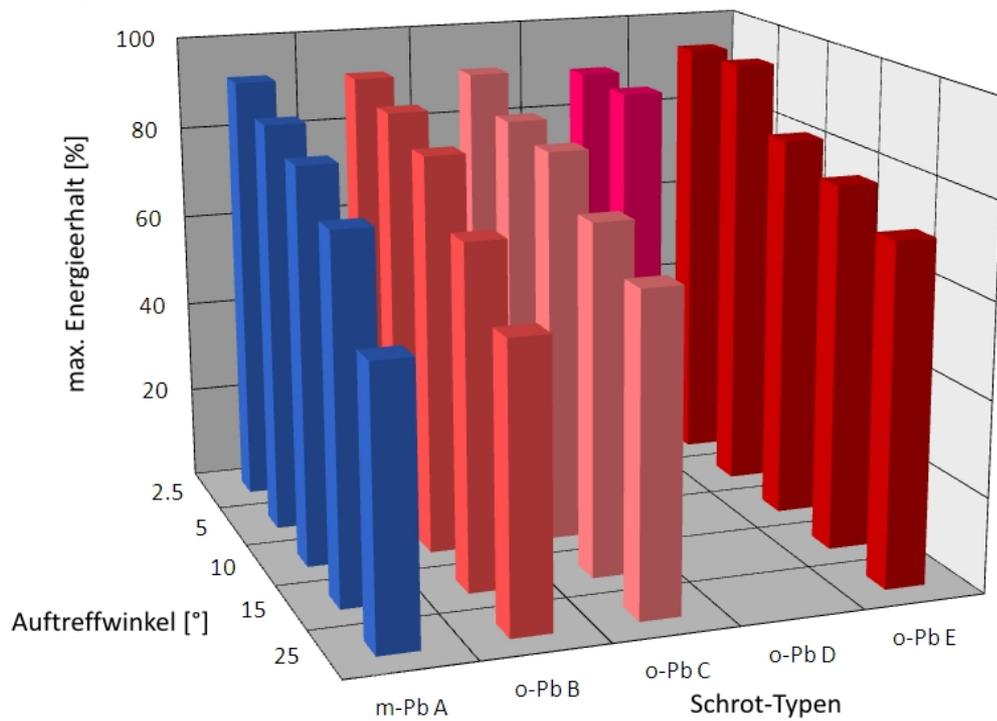


### A.3.4 Steinplatte

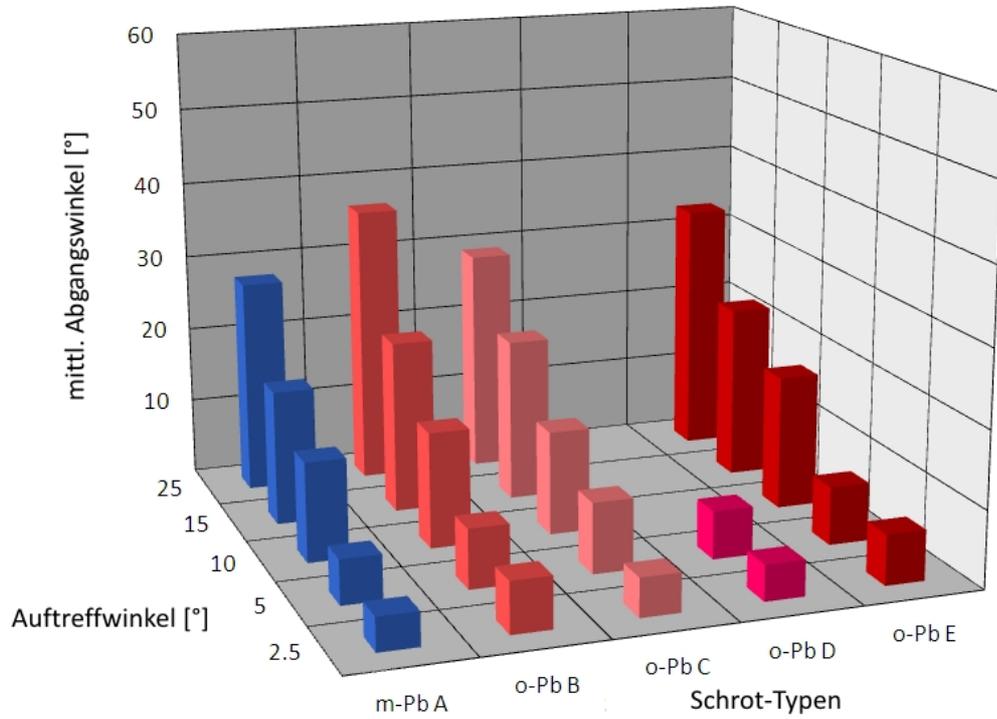
#### A.3.4.1 Energieerhalt, Mittelwerte



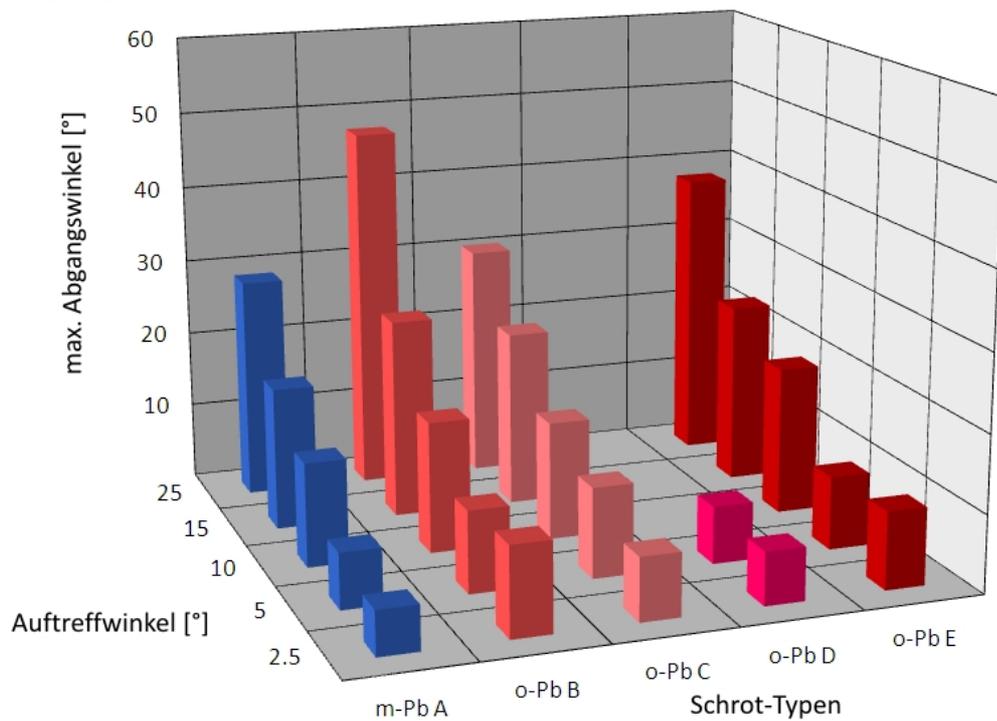
#### A.3.4.2 Energieerhalt, Maximalwerte



A.3.4.3 Steinplatte, Abgangswinkel, Mittelwerte

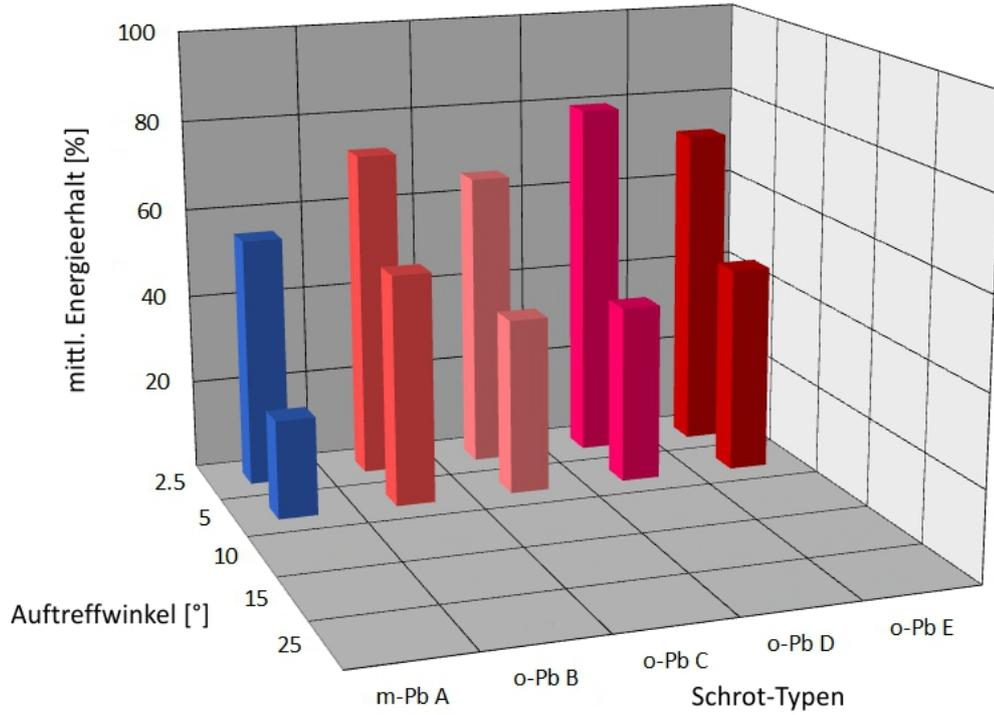


A.3.4.4 Abgangswinkel, Maximalwerte

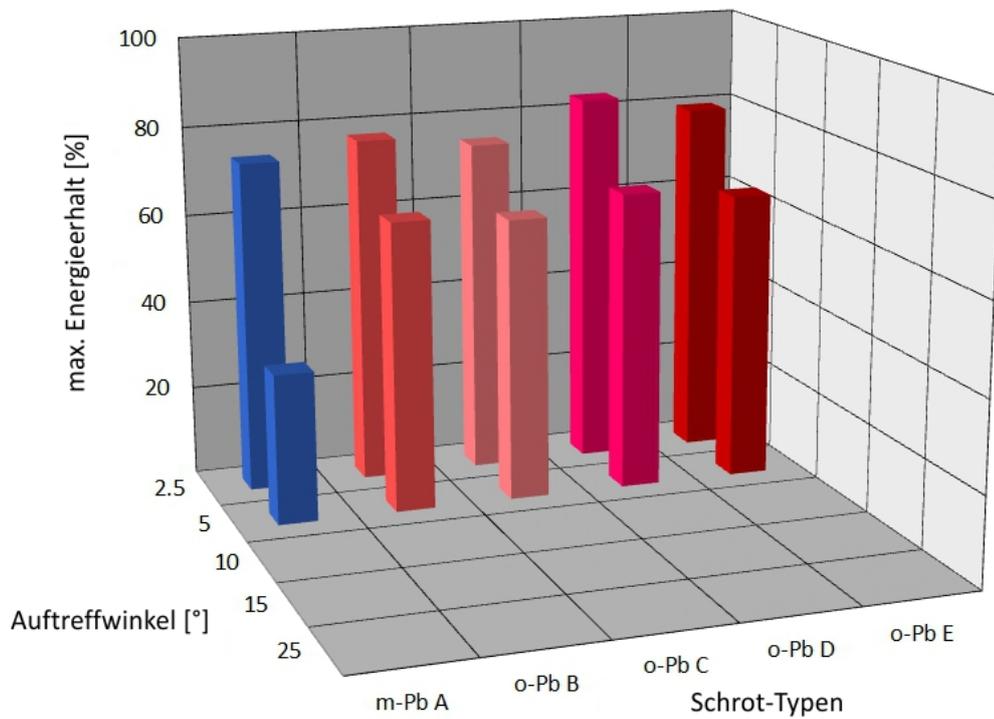


**A.3.5 Weicher Boden**

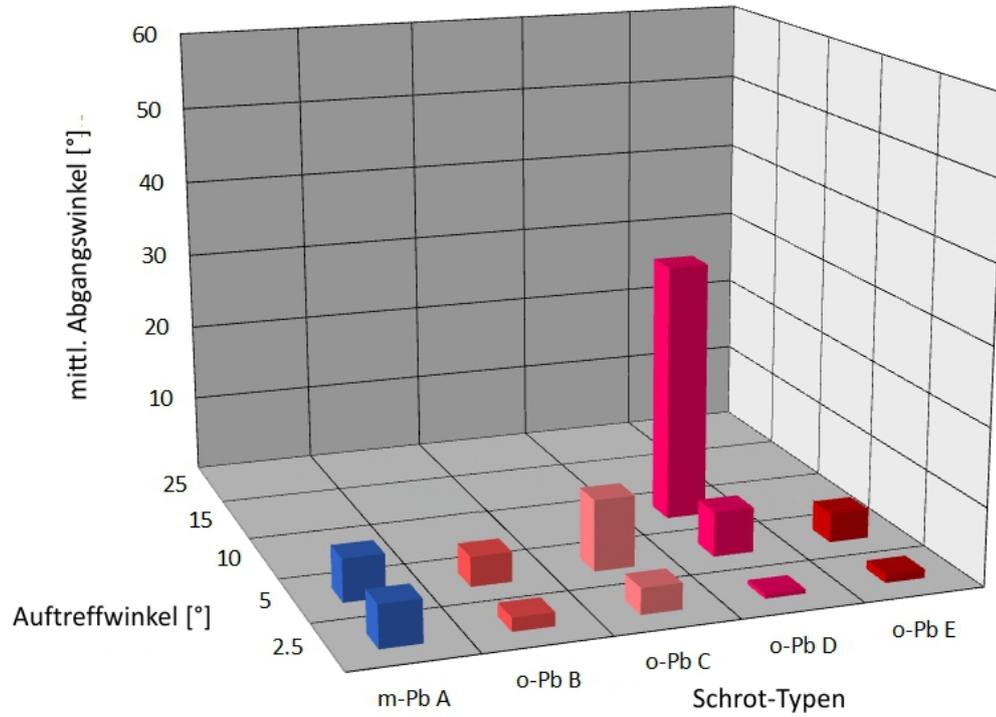
*A.3.5.1 Energieerhalt, Mittelwerte*



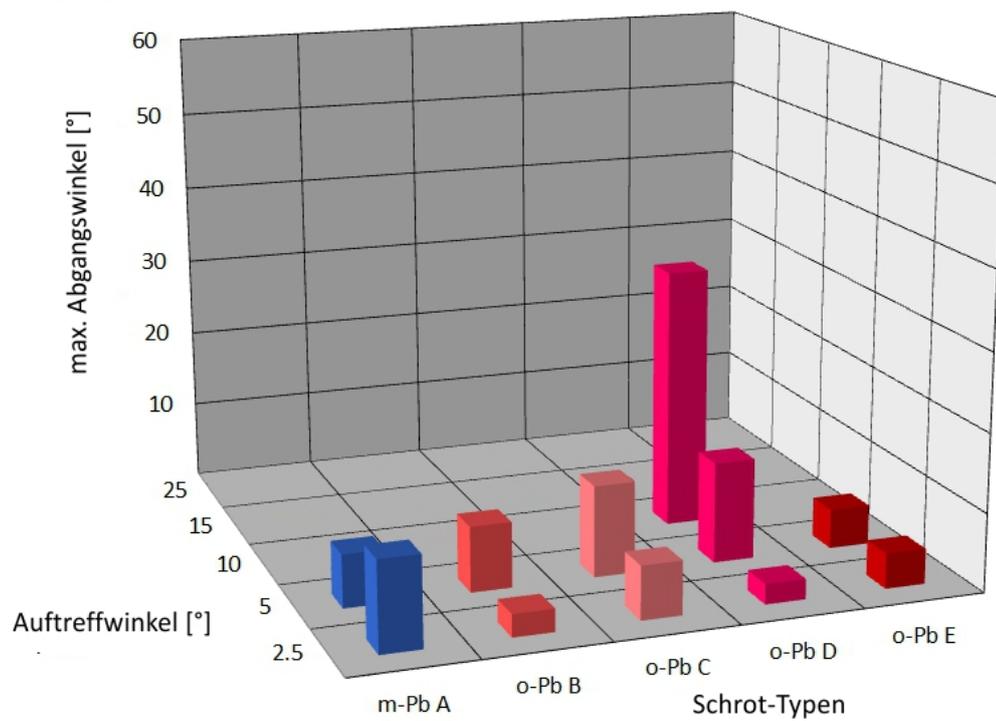
*A.3.5.2 Energieerhalt, Maximalwerte*



A.3.5.3 Weicher Boden, Abgangswinkel, Mittelwerte



A.3.5.4 Abgangswinkel, Maximalwerte



Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot TA 1</b>	A	5	45.7	74.2	93.3	-1	13	23	-35	148	262	74	13	148	93	23	262
	B	5	64.8	81.2	94.0	-3	3	10	-174	143	112						
	C	5	31.2	54.4	84.5	-9	3	12	-373	299	225						
	D	5	55.5	78.3	90.0	14	20	25	-125	104	83						
	E	5	74.8	84.7	94.9	19	22	24	-118	114	110	75	12	165	95	25	225

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot TA 2</b>	A	5	37.1	49.0	60.7	-4	6	13	-166	237	309	49	6	237	61	13	309
	B	5	10.5	27.0	38.8	-18	7	26	-334	360	386						
	C	5	14.0	33.8	48.4	-35	-2	12	-250	324	397						
	D	5	33.7	50.2	67.5	-10	17	37	-189	182	175						
	E	5	39.9	50.4	63.5	10	14	20	-152	164	175	40	9	257	68	37	397

25

A-50

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]								
Trefferart	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
TA 1	74.2	74.7	93.3	94.9				
TA 2	49.0	40.3	60.7	67.5				
	0.0	0.0	0.0	0.0				
	0.0							
Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Trefferart	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	0.7	0.7	1.3	1.4	13	12	23	25
TA 2	0.4	0.5	0.7	2.1	6	9	13	37
	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
	0.0				0			
Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Trefferart	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
TA 1	-1.9	-21.0	14.7	12.7	-35	-373	262	225
TA 2	-9.3	-18.8	17.4	22.3	-166	-334	309	397
	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
	0.0				0			

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Trefferart	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
TA 1	74.2	81.2	54.4	78.3	84.7
TA 2	49.0	27.0	33.8	50.2	50.4
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [°]					
Trefferart	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
TA 1	0.7	0.2	0.2	1.1	1.2
TA 2	0.4	0.4	-0.1	1.0	0.8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [Prom]					
TA 1	13	3	3	20	22
TA 2	6	7	-2	17	14
	0	0	0	0	0

A-52

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Maximalwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Trefferart	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
TA 1	93.3	94.0	84.5	90.0	94.9
TA 2	60.7	38.8	48.4	67.5	63.5
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [°]					
Trefferart	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
TA 1	1.3	0.6	0.7	1.4	1.4
TA 2	0.7	1.5	0.7	2.1	1.1
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abgangswinkel [Prom]					
TA 1	23	10	12	25	24
TA 2	13	26	12	37	20
	0	0	0	0	0

Abpraller Untersuchung BLE

**Buschwerk Seitenwinkel**
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Trefferart	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
TA 1	-1.9	-9.8	-21.0	-7.0	-6.6
TA 2	-9.3	-18.8	-14.1	-10.6	-8.5
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximaler Seitenwinkel [°]					
TA 1	14.7	6.3	12.7	4.7	6.2
TA 2	17.4	21.7	22.3	9.9	9.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
TA 1	-35	-174	-373	-125	-118
TA 2	-166	-334	-250	-189	-152
	0	0	0	0	0
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
TA 1	262	112	225	83	110
TA 2	309	386	397	175	175
	0	0	0	0	0

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 10°</b>	A	5	77.1	87.4	92.2	23	27	35	6	42	91	87	27	42	92	35	91
	B	5	15.6	43.4	72.2	-19	-6	2	140	95	330						
	C	5	13.1	33.0	45.0	-10	23	61	207	108	422						
	D	5	1.3	20.4	52.7	-38	17	124	60	216	492						
	E	5	5.3	54.7	85.4	-32	1	25	64	213	490	38	9	158	85	124	492

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 15°</b>	A	5	6.6	46.6	72.5	-42	3	29	117	177	471	47	3	177	72	29	471
	B	5	1.5	18.4	39.5	-55	-27	-4	189	94	377						
	C	5	2.6	31.5	52.8	-23	27	73	240	196	633						
	D	5	0.5	11.4	16.2	-73	26	67	250	99	448						
	E	5	38.3	62.4	91.3	10	15	22	36	111	258	31	10	125	91	73	633

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 25°</b>	A																
	B																
	C																
	D																
	E	2		3.0	4.7	6.3	16	27	38	158	136	431	4.7	27.2	136.0	6.3	38.2

A-54

2

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	87.4	37.9	92.2	85.4
15	46.6	30.9	72.5	91.3
25		4.7		6.3
45				
90				

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	1.5	0.5	2.0	7.0	27	9	35	124
15	0.1	0.6	1.7	4.1	3	10	29	73
25		1.5		2.2		27		38
45								
90								

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
10	0.3	3.4	5.1	27.7	6	60	91	492
15	6.6	2.0	26.5	35.6	117	36	471	633
25		8.9		24.2		158		431
45								
90								

Abpraller Untersuchung BLE

**Baumstamm Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
10	87.4	43.4	33.0	20.4	54.7
15	46.6	18.4	31.5	11.4	62.4
25					4.7
45					
90					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
10	1.5	-0.4	1.3	0.9	0.1
15	0.1	-1.5	1.5	1.5	0.8
25					1.5
45					
90					
Abgangswinkel [Prom]					
10	27	-6	23	17	1
15	3	-27	27	26	15
25					27
45					
90					

A-56

Abpraller Untersuchung BLE  
**Baumstamm Maximalwerte**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
10	92.2	72.2	45.0	52.7	85.4
15	72.5	39.5	52.8	16.2	91.3
25					6.3
45					
90					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
10	2.0	0.1	3.4	7.0	1.4
15	1.7	-0.2	4.1	3.7	1.2
25					2.2
45					
90					
Abgangswinkel [Prom]					
10	35	2	61	124	25
15	29	-4	73	67	22
25					38
45					
90					

Abpraller Untersuchung BLE  
**Baumstamm Seitenwinkel**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
10	0.3	7.9	11.6	3.4	3.6
15	6.6	10.6	13.5	14.1	2.0
25					8.9
45					
90					
Maximaler Seitenwinkel [°]					
10	5.1	18.5	23.8	27.7	27.5
15	26.5	21.2	35.6	25.2	14.5
25					24.2
45					
90					
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
10	6	140	207	60	64
15	117	189	240	250	36
25					158
45					
90					
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
10	91	330	422	492	490
15	471	377	633	448	258
25					431
45					
90					

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot</b> <b>2.5°</b>	A	5	46.2	73.2	91.4	27	66	107	-34	29	24	73	66	29	91	107	24
	B	5	64.6	78.9	85.3	-8	24	84	-23	16	9						
	C	5	67.0	75.1	85.1	281	335	430	-22	37	53						
	D	5	70.2	80.3	87.2	-18	13	56	-26	14	2						
	E	5	61.1	74.9	87.4	3	57	106	-60	58	56	77	107	32	87	430	56

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot</b> <b>5°</b>	A	5	1.8	45.8	60.5	105	197	455	-16	112	208	46	197	112	60	455	208
	B	5	33.8	55.1	82.6	139	190	294	-110	115	121						
	C	5	46.9	55.5	63.7	142	204	259	-44	68	91						
	D	0															
	E	5	11.1	53.2	86.1	52	165	346	-15	55	94	55	186	79	86	346	121

20

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot</b> <b>10°</b>	A	5	20.6	38.3	54.2	301	389	467	-72	111	150	38.3	389.4	110.9	54.2	466.5	150.0
	B	5	3.6	23.4	52.4	251	517	662	-450	218	-15						
	C	5	12.3	28.3	39.0	345	447	534	-96	125	154						
	D																
	E	5	27.6	48.0	68.8	270	342	387	-37	58	79	33.2	435.2	133.6	68.8	661.6	154.1

A-58

20

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 15°</b>	A	5	1.6	18.2	58.5	321	509	669	-379	220	62	18	509	220	59	669	62
	B	5	8.4	27.7	39.4	487	572	646	-371	324	277						
	C	5	0.7	35.3	64.3	316	477	739	-141	185	229						
	D	0															
	E	5	9.4	22.4	39.5	366	452	534	-145	157	170	28	500	222	64	739	277

20

Projektil	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 25°</b>	A	3	9.3	17.0	30.7	352	370	386	-119	115	112	17	370	115	31	386	112
	B	1	22.2	22.2	22.2	346	346	346	-458	458	-458						
	C	2	3.6	5.6	7.5	381	447	513	-88	92	96						
	D	0															
	E	3	1.6	24.3	59.6	276	350	390	-48	133	219	17	381	228	60	513	219

9

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	73.2	77.3	91.4	87.4
5	45.8	54.6	60.5	86.1
10	38.3	33.2	54.2	68.8
15	33.2	28.5	58.5	64.3
25	17.0	17.4	30.7	59.6

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	3.7	6.0	6.0	24.2	66	107	107	430
5	11.1	10.5	25.6	19.4	197	186	455	346
10	21.9	24.5	26.2	37.2	389	435	467	662
15	24.5	28.1	37.6	41.6	435	500	669	739
25	20.8	21.4	21.7	28.9	370	381	386	513

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-1.9	-3.4	1.4	3.1	-34	-60	24	56
5	-0.9	-6.2	11.7	6.8	-16	-110	208	121
10	-4.0	-25.3	8.4	8.7	-72	-450	150	154
15	-25.3	-20.9	3.5	15.6	-450	-371	62	277
25	-6.7	-25.8	6.3	12.3	-119	-458	112	219

Abpraller Untersuchung BLE

**Harter Boden Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	73.2	78.9	75.1	80.3	74.9
5	45.8	55.1	55.5		53.2
10	38.3	23.4	28.3		48.0
15	18.2	27.7	35.3		22.4
25	17.0	22.2	5.6		24.3
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	3.7	1.4	18.8	0.7	3.2
5	11.1	10.7	11.5		9.3
10	21.9	29.1	25.1		19.2
15	28.7	32.2	26.8		25.4
25	20.8	19.5	25.1		19.7
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	66	24	335	13	57
5	197	190	204		165
10	389	517	447		342
15	509	572	477		452
25	370	346	447		350

A-61

Abpraller Untersuchung BLE  
**Harter Boden Maximalwerte**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	91.4	85.3	85.1	87.2	87.4
5	60.5	82.6	63.7		86.1
10	54.2	52.4	39.0		68.8
15	58.5	39.4	64.3		39.5
25	30.7	22.2	7.5		59.6
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	6.0	4.7	24.2	3.1	6.0
5	25.6	16.5	14.6		19.4
10	26.2	37.2	30.0		21.8
15	37.6	36.4	41.6		30.0
25	21.7	19.5	28.9		21.9
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	107	84	430	56	106
5	455	294	259		346
10	467	662	534		387
15	669	646	739		534
25	386	346	513		390

Abpraller Untersuchung BLE  
**Harter Boden Seitenwinkel**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	-1.9	-1.3	-1.2	-1.5	-3.4
5	-0.9	-6.2	-2.5		-0.8
10	-4.0	-25.3	-5.4		-2.1
15	-21.3	-20.9	-8.0		-8.1
25	-6.7	-25.8	-4.9		-2.7
Maximaler Seitenwinkel [°]					
2.5	1.4	0.5	3.0	0.1	3.1
5	11.7	6.8	5.1		5.3
10	8.4	-0.8	8.7		4.4
15	3.5	15.6	12.9		9.6
25	6.3	-25.8	5.4		12.3
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-34	-23	-22	-26	-60
5	-16	-110	-44		-15
10	-72	-450	-96		-37
15	-379	-371	-141		-145
25	-119	-458	-88		-48
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	24	9	53	2	56
5	208	121	91		94
10	150	-15	154		79
15	62	277	229		170
25	112	-458	96		219

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot</b> <b>2.5°</b>	A	5	13.3	75.1	92.2	42	76	101	-21	8	-5	75	76	8	92	101	-5
	B	5	77.7	86.6	91.6	60	117	204	-11	4	-3						
	C	5	85.8	88.0	91.1	34	89	144	-8	8	8						
	D	5	17.5	58.4	89.8	50	82	121	-20	8	-4						
	E	5	16.3	76.1	93.7	37	116	177	-56	22	-11	77	101	10	94	204	8

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot</b> <b>5°</b>	A	5	84.5	85.9	87.4	91	103	127	-7	7	7	86	103	7	87	127	7
	B	5	82.1	85.1	88.3	90	137	187	-17	18	18						
	C	5	76.5	80.4	84.9	138	163	206	-12	11	10						
	D	5	75.9	81.8	89.3	93	111	131	-10	8	7						
	E	5	86.3	89.9	94.1	109	135	168	-9	12	16	84	136	12	94	206	18

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum			
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$	
<b>Schrot</b> <b>10°</b>	A	5	79.6	81.5	83.7	220	230	238	6	13	32	81.5	230.4	12.9	83.7	238.3	32.3	
	B	5	74.2	78.8	83.9	191	268	301	-5	18	31							
	C	5	77.7	80.9	83.1	201	240	271	-18	22	25							
	D	0																
	E	5	76.3	79.4	82.0	275	312	343	13	26	66	79.7	273.2	22.0	83.9	342.6	65.9	

A-63

20

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 15°</b>	A	5	72.2	73.7	76.2	302	312	328	-12	16	19	74	312	16	76	328	19
	B	5	66.3	68.8	71.9	368	400	460	4	23	49						
	C	5	64.3	69.3	73.7	335	377	406	29	14	57						
	D	0															
	E	5	62.4	72.7	77.5	379	404	421	-16	40	63	70	394	25	77	460	63

20

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 25°</b>	A	5	50.9	55.1	57.4	478	497	511	-128	30	-67	55	497	30	57	511	-67
	B	5	45.7	52.7	59.3	511	649	844	-88	84	80						
	C	5	59.8	63.5	66.5	489	519	540	-60	49	38						
	D																
	E	5	55.7	63.6	71.6	526	588	676	-107	82	58	60	586	72	72	844	80

20

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	75.1	77.2	92.2	93.7
5	85.9	84.3	87.4	94.1
10	81.5	79.7	83.7	83.9
15	79.7	70.2	76.2	77.5
25	55.1	59.9	57.4	71.6

Abgangswinkel [°]				Abgangswinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	4.3	5.7	5.7	11.5	76	101	101	204
5	5.8	7.7	7.2	11.6	103	136	127	206
10	13.0	15.4	13.4	19.3	230	273	238	343
15	15.4	22.2	18.5	25.9	273	394	328	460
25	28.0	32.9	28.8	47.5	497	586	511	844

Seitenwinkel [°]				Seitenwinkel [Prom]				
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-1.2	-3.1	-0.3	0.4	-21	-56	-5	8
5	-0.4	-1.0	0.4	1.0	-7	-17	7	18
10	0.4	-1.0	1.8	3.7	6	-18	32	66
15	-1.0	-0.9	1.1	3.6	-18	-16	19	63
25	-7.2	-6.0	-3.8	4.5	-128	-107	-67	80

Abpraller Untersuchung BLE

**Steinplatte Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	75.1	86.6	88.0	58.4	76.1
5	85.9	85.1	80.4	81.8	89.9
10	81.5	78.8	80.9		79.4
15	73.7	68.8	69.3		72.7
25	55.1	52.7	63.5		63.6
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	4.3	6.6	5.0	4.6	6.5
5	5.8	7.7	9.1	6.2	7.6
10	13.0	15.1	13.5		17.6
15	17.5	22.5	21.2		22.7
25	28.0	36.5	29.2		33.1
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	76	117	89	82	116
5	103	137	163	111	135
10	230	268	240		312
15	312	400	377		404
25	497	649	519		588

A-66

Abpraller Untersuchung BLE  
**Steinplatte Maximalwerte**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	92.2	91.6	91.1	89.8	93.7
5	87.4	88.3	84.9	89.3	94.1
10	83.7	83.9	83.1		82.0
15	76.2	71.9	73.7		77.5
25	57.4	59.3	66.5		71.6
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	5.7	11.5	8.1	6.8	10.0
5	7.2	10.5	11.6	7.4	9.5
10	13.4	16.9	15.3		19.3
15	18.5	25.9	22.8		23.7
25	28.8	47.5	30.4		38.0
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	101	204	144	121	177
5	127	187	206	131	168
10	238	301	271		343
15	328	460	406		421
25	511	844	540		676

Abpraller Untersuchung BLE  
**Steinplatte Seitenwinkel**  
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	-1.2	-0.6	-0.4	-1.1	-3.1
5	-0.4	-1.0	-0.7	-0.6	-0.5
10	0.4	-0.3	-1.0		0.7
15	-0.7	0.2	1.6		-0.9
25	-7.2	-5.0	-3.4		-6.0
Maximaler Seitenwinkel [°]					
2.5	-0.3	-0.2	0.4	-0.2	-0.6
5	0.4	1.0	0.6	0.4	0.9
10	1.8	1.7	1.4		3.7
15	1.1	2.8	3.2		3.6
25	-3.8	4.5	2.1		3.2
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-21	-11	-8	-20	-56
5	-7	-17	-12	-10	-9
10	6	-5	-18		13
15	-12	4	29		-16
25	-128	-88	-60		-107
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-5	-3	8	-4	-11
5	7	18	10	7	16
10	32	31	25		66
15	19	49	57		63
25	-67	80	38		58

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 2.5</b>	A	5	31.8	55.7	74.3	38	96	204	-19	6	-8	56	96	6	74	204	-8
	B	5	64.3	72.9	77.7	19	31	51	-13	3	-6						
	C	5	53.2	65.9	75.0	22	59	121	-71	32	-7						
	D	5	72.1	79.9	83.7	-10	10	46	-32	8	-16						
	E	5	65.2	72.2	79.8	-13	20	80	-24	7	-9	73	30	13	84	121	-6

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 5°</b>	A	5	6.9	22.0	33.5	49	98	120	-42	29	16	22	98	29	33	120	16
	B	5	24.1	51.8	64.7	31	68	149	-94	50	5						
	C	5	13.9	39.5	63.3	142	163	208	-7	17	27						
	D	5	14.6	39.9	67.1	33	103	229	-14	10	6						
	E	5	25.9	46.4	64.7	49	67	90	-6	12	17	44	100	22	67	229	27

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 10°</b>	A	0															
	B	0															
	C	0															
	D	0				594	594	594	-411	411	-411						
	E	0										593.8	411.4		593.8	-411.4	

A-68

0

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]								
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
2.5	55.7	72.7	74.3	83.7				
5	22.0	44.4	33.5	67.1				
10								
15								
25								
Abgangswinkel [°]					Abgangswinkel [Prom]			
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	5.4	1.7	11.5	6.8	96	30	204	121
5	5.5	5.6	6.8	12.9	98	100	120	229
10		33.4		33.4		594		594
15	33.4				594			
25								
Seitenwinkel [°]					Seitenwinkel [Prom]			
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-1.1	-4.0	-0.4	-0.3	-19	-71	-8	-6
5	-2.4	-5.3	0.9	1.5	-42	-94	16	27
10		-23.1		-23.1		-411		-411
15	-23.1				-411			
25								

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	55.7	72.9	65.9	79.9	72.2
5	22.0	51.8	39.5	39.9	46.4
10					
15					
25					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	5.4	1.7	3.3	0.5	1.1
5	5.5	3.8	9.2	5.8	3.8
10				33.4	
15					
25					
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	96	31	59	10	20
5	98	68	163	103	67
10				594	
15					
25					

A-70

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Maximalwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	74.3	77.7	75.0	83.7	79.8
5	33.5	64.7	63.3	67.1	64.7
10					
15					
25					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	11.5	2.9	6.8	2.6	4.5
5	6.8	8.4	11.7	12.9	5.1
10				33.4	
15					
25					
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	204	51	121	46	80
5	120	149	208	229	90
10				594	
15					
25					

Abpraller Untersuchung BLE

**Weicher Boden Seitenwinkel**
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	-1.1	-0.7	-4.0	-1.8	-1.3
5	-2.4	-5.3	-0.4	-0.8	-0.3
10				-23.1	
15					
25					
Maximaler Seitenwinkel [°]					
2.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.9	-0.5
5	0.9	0.3	1.5	0.3	1.0
10				-23.1	
15					
25					
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-19	-13	-71	-32	-24
5	-42	-94	-7	-14	-6
10				-411	
15					
25					
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-8	-6	-7	-16	-9
5	16	5	27	6	17
10				-411	
15					
25					

Abpraller Untersuchung BLE

**Wasser Schrot, Zusammenfassender Überblick**

d = 25 m

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 2.5°</b>	A	5	69.3	72.4	80.4	88	103	110	-5	1	-3	72	103	1	80	110	-3
	B	5	62.9	70.1	76.2	94	107	115	-11	5	0						
	C	5	63.9	68.8	74.8	113	118	128	-3	5	7						
	D	5	64.9	70.4	74.1	95	103	110	-7	6	5						
	E	5	62.8	69.9	76.7	96	106	113	-13	10	8	70	108	7	77	128	8

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 5°</b>	A	5	8.6	18.6	29.4	193	198	202	-3	8	13	19	198	8	29	202	13
	B	5	17.0	31.8	42.5	201	207	209	-16	11	6						
	C	5	36.3	47.1	61.2	172	199	216	-24	16	8						
	D	5	15.3	33.3	48.3	203	207	209	-35	22	9						
	E	5	10.6	27.4	65.5	177	198	208	-29	15	1	35	203	16	66	216	9

25

Projektile	Ges.	n	Energieerhalt in %			Abgangswinkel [Prom]			Seitenwinkel [Prom]			Mittelwert			Maximum		
			Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Energie	$\beta$	$\gamma$	Energie	$\beta$	$\gamma$
<b>Schrot 10°</b>	A																
	B																
	C																
	D																
	E																

A-72

0

Abpraller Untersuchung BLE

**Wasser**
**Vergleich bleihaltige - bleifreie Schrote**

Energieerhalt [%]								
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum					
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb				
2.5	72.4	69.8	80.4	76.7				
5	18.6	34.9	29.4	65.5				
10								
15								
25								
Abgangswinkel [°]			Abgangswinkel [Prom]					
Auftreff- winkel [°]	Mittelwert		Maximum		Mittelwert		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	5.8	6.1	6.2	7.2	103	108	110	128
5	11.1	11.4	11.4	12.2	198	203	202	216
10								
15								
25								
Seitenwinkel [°]			Seitenwinkel [Prom]					
Auftreff- winkel [°]	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb	m-Pb	o-Pb
2.5	-0.3	-0.7	-0.2	0.4	-5	-13	-3	8
5	-0.2	-1.9	0.7	0.5	-3	-35	13	9
10								
15								
25								

Abpraller Untersuchung BLE

**Wasser Mittelwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	72.4	70.1	68.8	70.4	69.9
5	18.6	31.8	47.1	33.3	27.4
10					
15					
25					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	5.8	6.0	6.6	5.8	6.0
5	11.1	11.6	11.2	11.6	11.1
10					
15					
25					
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	103	107	118	103	106
5	198	207	199	207	198
10					
15					
25					

A-74

Abpraller Untersuchung BLE

**Wasser Maximalwerte**
**Vergleich Schrot-Arten**

Energieerhalt [%]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	80.4	76.2	74.8	74.1	76.7
5	29.4	42.5	61.2	48.3	65.5
10					
15					
25					
Abgangswinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	6.2	6.5	7.2	6.2	6.4
5	11.4	11.8	12.2	11.8	11.7
10					
15					
25					
Abgangswinkel [Prom]					
2.5	110	115	128	110	113
5	202	209	216	209	208
10					
15					
25					

Abpraller Untersuchung BLE

**Wasser Seitenwinkel**
**Vergleich Schrot-Arten**

Minimaler Seitenwinkel [°]					
Auftreff- winkel [°]	m-Pb	o-Pb			
	A	B	C	D	E
2.5	-0.3	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7
5	-0.2	-0.9	-1.4	-1.9	-1.7
10					
15					
25					
Maximaler Seitenwinkel [°]					
2.5	-0.2	0.0	0.4	0.3	0.4
5	0.7	0.4	0.5	0.5	0.1
10					
15					
25					
Minimaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-5	-11	-3	-7	-13
5	-3	-16	-24	-35	-29
10					
15					
25					
Maximaler Seitenwinkel [Prom]					
2.5	-3	0	7	5	8
5	13	6	8	9	1
10					
15					
25					

*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 FLG, maximale Abgangs- und Seitenwinkel

Winkel bleihaltiger Geschosse größer

Winkel bleifreier Geschosse größer

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

		Abgangswinkel	Seitenwinkel
Buschwerk	TA 1	1.77	0.96
	TA 2	0.71	1.55
Baumstamm	10°	0.89	1.46
	15°	0.64	0.72
	25°	1.13	0.52
	45°	1.87	0.64
	90°		
Harter Boden	2.5°	1.68	1.56
	5°	0.83	2.59
	10°	0.78	0.85
	15°	1.07	2.78
	25°		
Steinplatte	2.5°	0.60	0.71
	5°	1.10	1.90
	10°	1.14	1.31
	15°	1.08	0.97
	25°	1.06	0.30
Weicher Boden	2.5°	1.32	1.22
	5°	1.18	2.10
	10°	0.87	0.47

B-1

Abpraller Untersuchung BLE

## B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel

B.1.2 FLG, Differenzen der mittleren und maximalen Maximalwerte

		Mittelwerte der maximalen Winkel						Maximalwerte der maximalen Winkel					
		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	0.25	0.61	0.36	0.51	0.58	0.07	0.66	1.18	0.51	1.42	1.37	-0.06
	TA 2	0.22	0.28	0.06	0.72	0.74	0.03	0.66	0.47	-0.19	1.04	1.61	0.57
Baumstamm	10°	0.66	0.41	-0.26	1.68	1.69	0.01	1.05	0.94	-0.11	3.93	5.75	1.82
	15°	0.65	0.60	-0.05	5.78	3.81	-1.96	1.27	0.81	-0.46	15.17	10.90	-4.26
	25°	1.50	1.61	0.10	11.48	7.79	-3.69	2.98	3.37	0.39	28.80	15.08	-13.72
	45°	0.31	3.92	3.60	9.81	9.68	-0.14	2.10	3.92	1.82	19.63	12.51	-7.12
	90°												
Harter Boden	2.5°	5.90	8.97	3.07	1.07	1.42	0.35	6.83	11.51	4.67	1.68	2.61	0.94
	5°	13.40	13.04	-0.35	0.58	1.81	1.24	16.79	13.86	-2.93	1.05	2.72	1.67
	10°	27.51	25.80	-1.71	2.76	4.05	1.29	34.29	26.86	-7.42	8.30	7.09	-1.21
	15°	32.32	40.77	8.45	2.31	5.32	3.01	43.00	46.01	3.01	6.04	16.82	10.78
	25°												
Steinplatte	2.5°	5.03	4.48	-0.55	0.23	0.18	-0.04	7.59	4.57	-3.03	0.82	0.58	-0.23
	5°	6.51	7.71	1.19	0.16	0.26	0.10	7.09	7.81	0.71	0.28	0.54	0.26
	10°	11.03	12.32	1.30	0.15	0.16	0.01	11.46	13.10	1.64	0.23	0.30	0.07
	15°	17.41	18.89	1.48	0.39	0.34	-0.05	18.32	19.72	1.40	0.88	0.85	-0.03
	25°	28.01	29.17	1.16	2.19	0.66	-1.53	28.30	29.92	1.62	4.86	1.48	-3.38
Weicher Boden	2.5°	9.46	12.97	3.51	0.87	1.17	0.30	11.75	15.56	3.80	2.54	3.09	0.56
	5°	14.88	18.42	3.54	1.68	3.17	1.49	16.82	19.88	3.06	2.89	6.08	3.18
	10°	23.40	22.85	-0.55	3.03	1.68	-1.35	29.41	25.60	-3.80	5.33	2.52	-2.80
	15°												
	25°												
Mittelwerte				1.35			-0.05			0.26			-0.72

B-2

Abpraller Untersuchung BLE

## B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel

### B.1.3 Schrot, maximale Abgangs- und Seitenwinkel

Abgangswinkel bleihaltiger Schrote größer

Abgangswinkel bleifreier Schrote größer

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

		Abgangswinkel	Seitenwinkel
Buschwerk	TA 1	1.09	1.43
	TA 2	2.77	1.29
Baumstamm	10°	3.56	5.43
	15°	2.50	1.34
	25°		
Harter Boden	2.5°	4.00	1.78
	5°	0.76	0.58
	10°	1.42	3.00
	15°	1.10	0.98
	25°	1.33	3.86
Steinplatte	2.5°	2.02	2.68
	5°	1.62	2.59
	10°	1.93	2.04
	15°	1.40	3.32
	25°	1.65	0.83
Weicher Boden	2.5°	0.60	3.64
	5°	1.67	2.24
	10°		
Wasser	2.5°	1.17	2.40
	5°	1.07	2.75

B-3

Abpraller Untersuchung BLE

## B.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel

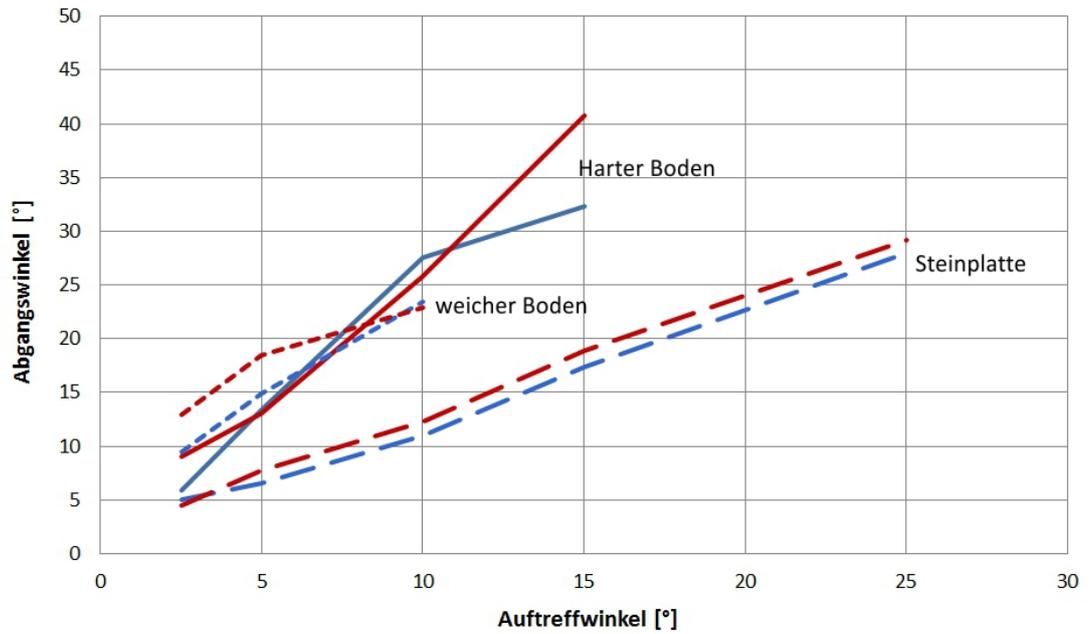
### B.1.4 Schrot, Differenzen der mittleren und maximalen Maximalwerte

		Mittelwerte der maximalen Winkel						Maximalwerte der maximalen Winkel					
		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	1.32	1.02	-0.30	14.74	9.28	-5.45	1.32	1.43	0.11	14.74	21.01	6.27
	TA 2	0.74	1.35	0.60	17.38	14.48	-2.90	0.74	2.06	1.32	17.38	22.34	4.96
Baumstamm	10°	1.97	2.98	1.02	5.10	15.50	10.40	1.97	6.99	5.02	5.10	27.68	22.58
	15°	1.65	2.21	0.56	26.52	17.10	-9.42	1.65	4.12	2.47	26.52	35.62	9.09
	25°		2.15			16.56			2.15			24.22	
	45°												
	90°												
Harter Boden	2.5°	6.04	9.51	3.47	1.90	1.77	-0.13	6.04	24.19	18.15	1.90	3.38	1.48
	5°	25.58	16.85	-8.73	11.69	4.45	-7.23	25.58	19.45	-6.13	11.69	6.80	-4.89
	10°	26.24	29.67	3.43	8.44	7.51	-0.93	26.24	37.22	10.97	8.44	25.32	16.88
	15°	37.61	35.98	-1.63	21.33	12.50	-8.83	37.61	41.55	3.94	21.33	20.87	-0.46
	25°	21.70	23.42	1.72	6.68	4.22	-2.46	21.70	28.86	7.16	6.68	25.78	19.10
Steinplatte	2.5°	5.66	9.08	3.42	1.17	0.59	-0.59	5.66	11.45	5.79	1.17	3.14	1.97
	5°	7.17	9.75	2.59	0.39	0.70	0.30	7.17	11.61	4.44	0.39	1.02	0.63
	10°	13.40	20.14	6.74	1.82	1.65	-0.17	13.40	25.89	12.49	1.82	3.71	1.89
	15°	18.46	24.13	5.68	1.07	2.05	0.98	18.46	25.89	7.44	1.07	3.56	2.49
	25°	28.76	38.63	9.87	7.21	4.04	-3.17	28.76	47.50	18.74	7.21	6.01	-1.20
Weicher Boden	2.5°	11.46	4.19	-7.27	1.09	0.71	-0.38	11.46	6.83	-4.62	1.09	3.97	2.88
	5°	5.51	5.64	0.13	2.35	1.24	-1.11	5.51	9.18	3.67	2.35	5.28	2.93
	10°												
Wasser	2.5°	6.19	6.57	0.38	0.30	0.37	0.07	6.19	7.22	1.02	0.30	0.73	0.43
	5°	11.37	11.85	0.48	0.71	0.91	0.20	11.37	12.16	0.79	0.71	1.95	1.24
Mittelwerte				1.23			-1.71			5.15			4.90

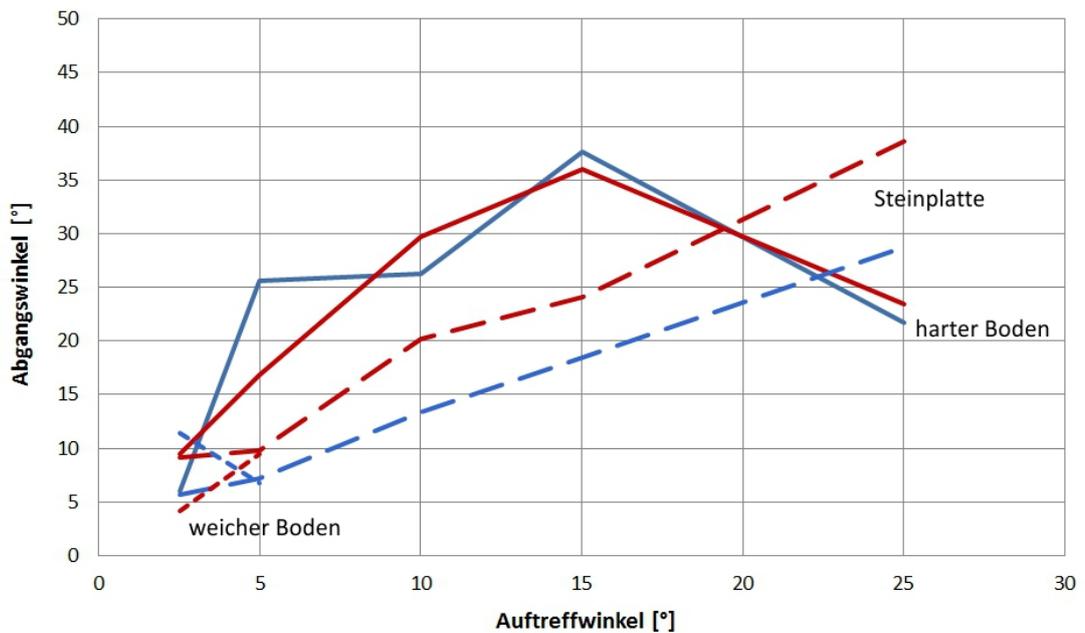
B-4

### B.1.5 Abgangswinkel in Abhängigkeit des Auftreffwinkels

FLG, mittlere max. Abgangswinkel  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



Schrot, mittlere max. Abgangswinkel  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



Abpraller Untersuchung BLE

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

### B.2.1 FLG, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Mittelwerte

 Werte bleihaltiger FLG bzw. Schrote größer

 Werte bleifreier FLG bzw. Schrote größer

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

		Masse	Energie
Buschwerk	TA 1	1.01	1.02
	TA 2	1.01	1.00
Baumstamm	10°	1.07	1.04
	15°	1.16	0.98
	25°	1.19	1.06
	45°	1.29	2.17
	90°		
Harter Boden	2.5°	1.09	0.79
	5°	1.45	0.89
	10°	1.51	0.39
	15°	1.71	0.52
	25°		
Steinplatte	2.5°	1.05	1.06
	5°	1.02	1.12
	10°	1.01	1.00
	15°	0.99	1.29
	25°	1.18	2.52
Weicher Boden	2.5°	1.10	0.87
	5°	1.29	0.71
	10°	1.28	0.56

B-6

Abpraller Untersuchung BLE

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

B.2.2 FLG, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Maximalwerte

-  Werte bleihaltiger FLG bzw. Schrote größer
-  Werte bleifreier FLG bzw. Schrote größer

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

		Masse	Energie
Buschwerk	TA 1	1.00	1.02
	TA 2	1.01	1.01
Baumstamm	10°	1.00	1.08
	15°	1.01	1.04
	25°	1.11	1.11
	45°	1.11	1.29
	90°		
Harter Boden	2.5°	1.07	0.98
	5°	1.12	1.02
	10°	1.23	0.50
	15°	1.48	0.44
	25°		
Steinplatte	2.5°	1.02	1.07
	5°	1.02	1.04
	10°	1.02	1.01
	15°	1.02	0.94
	25°	1.02	2.08
Weicher Boden	2.5°	1.05	1.01
	5°	1.12	0.74
	10°	1.08	0.52

B-7

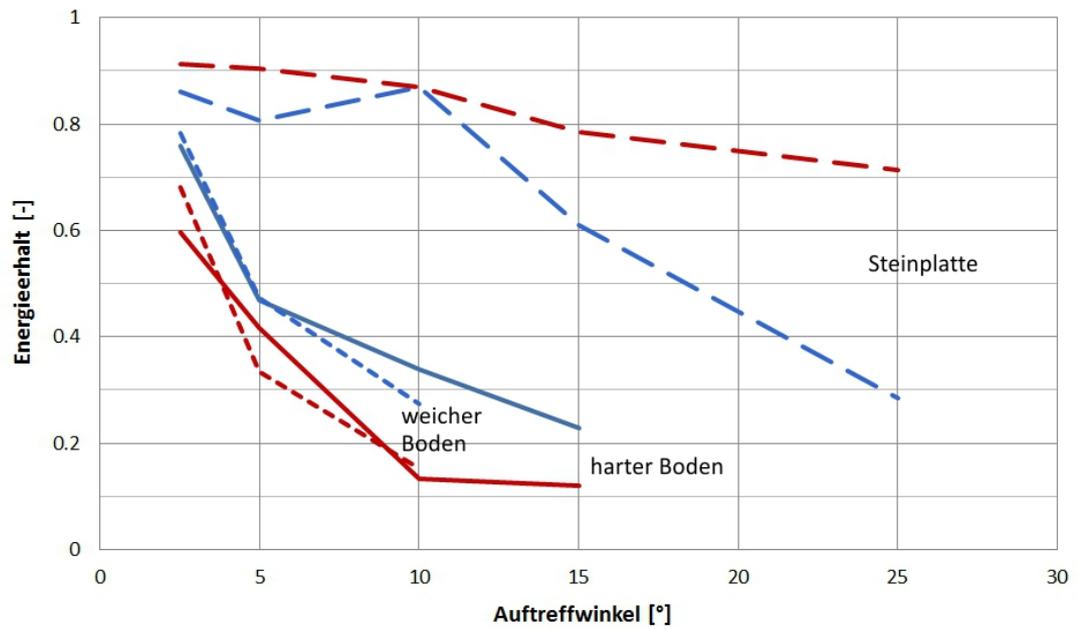
## B.2 Vergleich von Masse und Energie

### B.2.3 FLG, Differenzen der mittleren und maximalen Masse- und Energiewerten

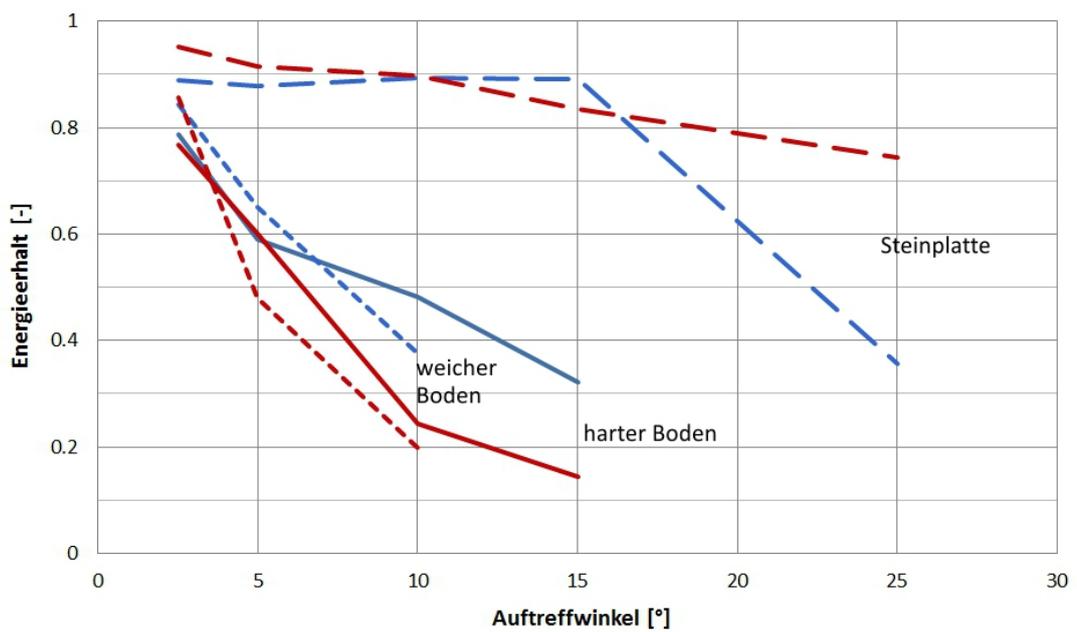
		Mittelwerte						Maximalwerte					
		relative Restmasse			relative Abgangsenergie			relative Restmasse			relative Abgangsenergie		
		m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.
Buschwerk	TA 1	0.98	0.99	0.01	0.93	0.95	0.02	1.00	1.00	0.00	0.96	0.97	0.02
	TA 2	0.96	0.97	0.01	0.91	0.90	0.00	0.99	1.00	0.01	0.94	0.95	0.01
Baumstamm	10°	0.93	1.00	0.06	0.88	0.92	0.04	1.00	1.00	0.00	0.89	0.96	0.07
	15°	0.86	0.99	0.13	0.81	0.80	-0.01	0.99	1.00	0.01	0.90	0.94	0.04
	25°	0.82	0.98	0.16	0.56	0.60	0.04	0.90	1.00	0.10	0.65	0.72	0.07
	45°	0.77	1.00	0.23	0.03	0.07	0.04	0.90	1.00	0.10	0.05	0.07	0.01
	90°												
Harter Boden	2.5°	0.91	0.99	0.08	0.76	0.60	-0.16	0.93	1.00	0.07	0.79	0.77	-0.02
	5°	0.68	0.99	0.31	0.47	0.42	-0.05	0.89	1.00	0.11	0.59	0.60	0.01
	10°	0.65	0.99	0.33	0.34	0.13	-0.21	0.81	1.00	0.19	0.48	0.24	-0.24
	15°	0.57	0.97	0.40	0.23	0.12	-0.11	0.67	1.00	0.33	0.32	0.14	-0.18
	25°												
Steinplatte	2.5°	0.94	0.98	0.04	0.86	0.91	0.05	0.98	1.00	0.02	0.89	0.95	0.06
	5°	0.97	0.99	0.02	0.81	0.90	0.10	0.98	1.00	0.02	0.88	0.91	0.04
	10°	0.97	0.97	0.01	0.87	0.87	0.00	0.98	1.00	0.02	0.89	0.90	0.01
	15°	0.96	0.95	-0.01	0.61	0.79	0.18	0.98	1.00	0.02	0.89	0.83	-0.06
	25°	0.77	0.91	0.14	0.28	0.71	0.43	0.98	1.00	0.02	0.36	0.74	0.39
Weicher Boden	2.5°	0.90	0.99	0.09	0.78	0.68	-0.10	0.96	1.00	0.05	0.84	0.86	0.01
	5°	0.75	0.97	0.22	0.47	0.33	-0.14	0.89	1.00	0.11	0.65	0.48	-0.17
	10°	0.77	0.98	0.21	0.27	0.15	-0.12	0.93	1.00	0.08	0.38	0.20	-0.18
	15°												
	25°												
Mittelwerte				0.14			0.00			0.07			-0.01

### B.2.4 FLG, Energie in Abhängigkeit des Auftreffwinkels

FLG, mittlerer Energieerhalt  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



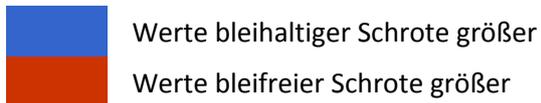
FLG, maximaler Energieerhalt  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



Abpraller Untersuchung BLE

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

B.2.5 Schrot, Restmasse und maximale Energie nach dem Stoß, Mittelwerte



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

		Masse	Energie
Buschwerk	TA 1	1.02	1.01
	TA 2	0.99	0.82
Baumstamm	10°	1.00	0.43
	15°	1.00	0.66
Harter Boden	2.5°	1.07	1.06
	5°	1.16	1.19
	10°	1.28	0.87
	15°	1.97	1.56
	25°	1.55	1.02
Steinplatte	2.5°	1.00	1.03
	5°	0.97	0.98
	10°	0.86	0.94
	15°	0.99	0.95
	25°	1.01	1.09
Weicher Boden	2.5°	1.02	1.31
	5°	0.99	2.02
	10°		
Wasser	2.5°	1.00	0.96
	5°	1.01	1.88

B-10

Abpraller Untersuchung BLE

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

### B.2.6 Schrot, Restmasse und Energie nach dem Stoß, Maximalwerte

	Werte bleihaltiger Schrote größer
	Werte bleifreier Schrote größer

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

		Masse	Energie
Buschwerk	TA 1	1.03	1.14
	TA 2	1.00	1.03
Baumstamm	10°	1.00	0.63
	15°	1.02	1.34
	25°		
Harter Boden	2.5°	1.09	1.10
	5°	1.17	1.21
	10°	1.31	1.26
	15°	1.99	1.94
		1.57	1.43
Steinplatte	2.5°	1.02	1.17
	5°	1.00	1.05
	10°	1.00	0.99
	15°	1.01	0.99
	25°	1.04	1.15
Weicher Boden	2.5°	1.03	1.43
	5°	1.03	2.35
	10°		
Wasser	2.5°	1.00	0.97
	5°	1.01	2.54

B-11

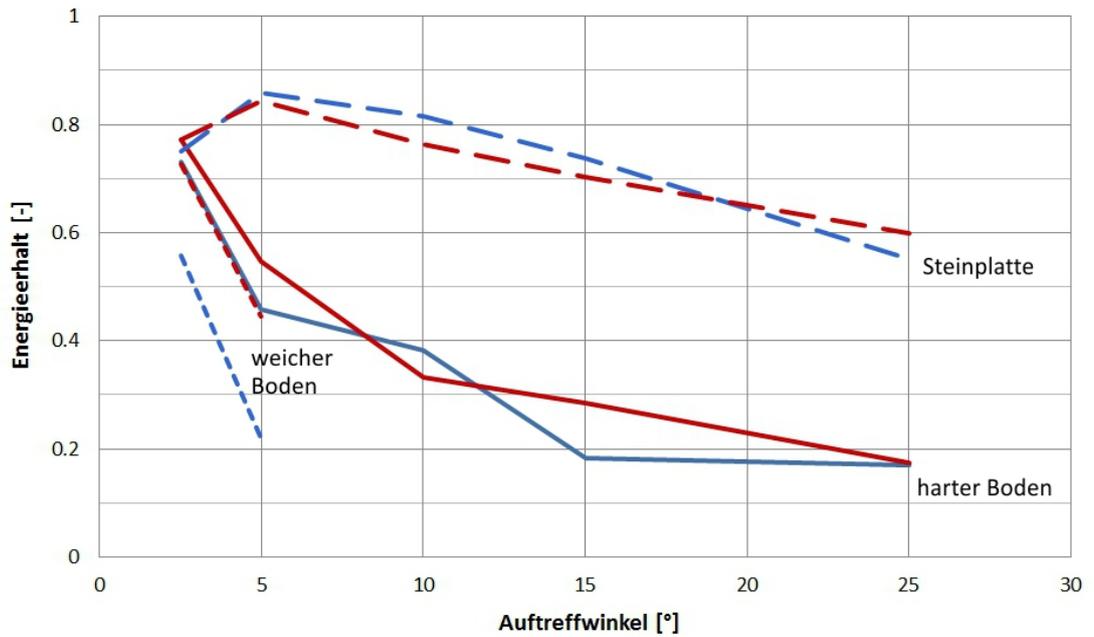
## B.2 Vergleich von Restmasse und Energie nach dem Stoß

### B.2.7 Schrot, Differenzen der mittleren und maximalen Maximalwerte

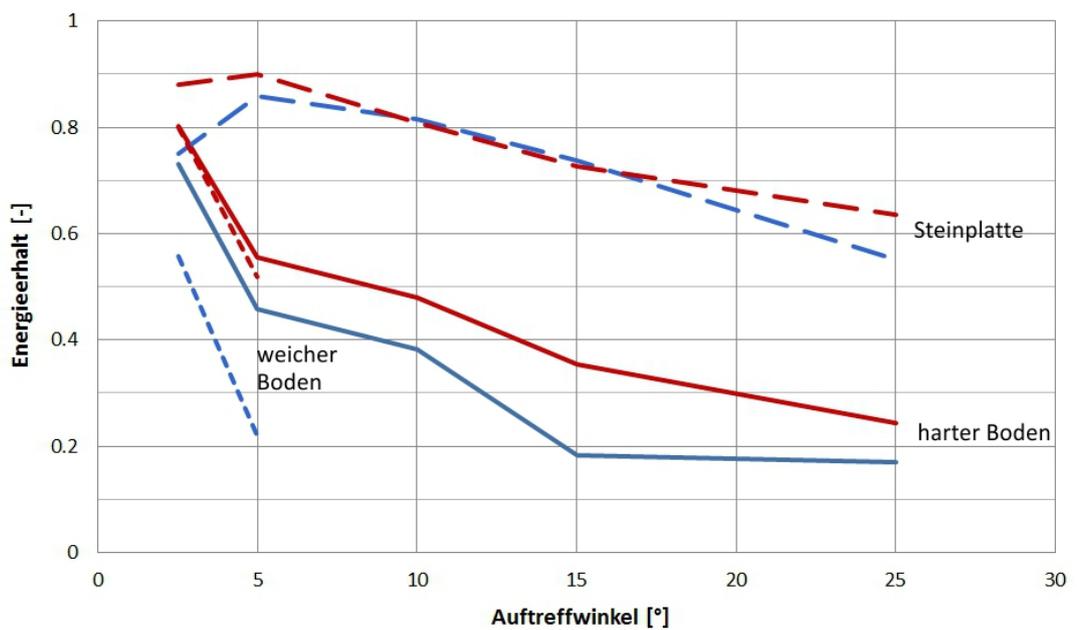
		Mittelwerte						Maximalwerte					
		relative Restmasse			relative Abgangsenergie			relative Restmasse			relative Abgangsenergie		
		m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.	m-Pb	o-Pb	Diff.
Buschwerk	TA 1	0.97	1.00	0.02	0.74	0.75	0.01	0.97	1.00	0.03	0.74	0.85	0.11
	TA 2	1.00	0.99	-0.01	0.49	0.40	-0.09	1.00	1.00	0.00	0.49	0.50	0.01
Baumstamm	10°	1.00	1.00	0.00	0.87	0.38	-0.50	1.00	1.00	0.00	0.87	0.55	-0.33
	15°	0.98	0.99	0.00	0.47	0.31	-0.16	0.98	1.00	0.02	0.47	0.62	0.16
	25°		0.97			0.05			0.97			0.05	
	45°												
	90°												
Harter Boden	2.5°	0.92	0.98	0.06	0.73	0.77	0.04	0.92	1.00	0.08	0.73	0.80	0.07
	5°	0.86	1.00	0.14	0.46	0.55	0.09	0.86	1.00	0.14	0.46	0.55	0.10
	10°	0.76	0.98	0.21	0.38	0.33	-0.05	0.76	1.00	0.24	0.38	0.48	0.10
	15°	0.50	0.99	0.49	0.18	0.28	0.10	0.50	1.00	0.49	0.18	0.35	0.17
	25°	0.64	0.98	0.35	0.17	0.17	0.00	0.64	1.00	0.36	0.17	0.24	0.07
Steinplatte	2.5°	0.98	0.98	0.00	0.75	0.77	0.02	0.98	1.00	0.02	0.75	0.88	0.13
	5°	1.00	0.97	-0.03	0.86	0.84	-0.02	1.00	1.00	0.00	0.86	0.90	0.04
	10°	0.99	0.85	-0.13	0.81	0.76	-0.05	0.99	0.99	0.00	0.81	0.81	-0.01
	15°	0.98	0.98	-0.01	0.74	0.70	-0.03	0.98	0.99	0.01	0.74	0.73	-0.01
	25°	0.96	0.97	0.01	0.55	0.60	0.05	0.96	1.00	0.04	0.55	0.64	0.09
Weicher Boden	2.5°	0.97	0.99	0.02	0.56	0.73	0.17	0.97	1.00	0.03	0.56	0.80	0.24
	5°	0.97	0.96	-0.01	0.22	0.44	0.22	0.97	1.00	0.03	0.22	0.52	0.30
	10°												
Wasser	2.5°	1.00	1.00	0.00	0.72	0.70	-0.03	1.00	1.00	0.00	0.72	0.70	-0.02
	5°	0.99	1.00	0.01	0.19	0.35	0.16	0.99	1.00	0.01	0.19	0.47	0.29
Mittelwerte				0.06			0.00			0.08			0.08

### B.2.8 Schrot, Energie in Abhängigkeit des Auftreffwinkels

Schrot, mittlerer Energieerhalt  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



Schrot, maximaler Energieerhalt  
in Abhängigkeit des Auftreffwinkels



Abpraller Untersuchung BLE

**B.3 Datenblätter zu B.1 und B.2**
**B.3.1 Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel**
**B.3.1.1 Buschwerk**

TA 1

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	-6.8	0.0	0.0	5.1	0.25	0.51
	B	8.4	-6.8	6.8	15.2		
	C	11.8	2.4	2.4	25.3		
	D	20.9	8.4	8.4	24.3		
	E	8.4	-9.1	9.1	13.5		
	F	3.3	0.0	0.0	6.6		

TA 2

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	-5.1	-7.4	7.4	11.8	0.22	0.72
	B	11.8	-18.6	18.6	16.9		
	C	5.1	-6.8	6.8	15.2		
	D	8.4	-13.5	13.5	28.7		
	E	6.8	-21.9	21.9	15.2		
	F	0.0	0.0	0.0	0.0		

Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.1.2 Baumstamm**

10°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	16.8	5.0	5.0	69.8	0.66	1.68
	B	18.7	8.4	8.4	55.7		
	C	0.0	0.0	0.0	39.9		
	D	0.0	8.4	8.4	46.0		
	E	5.1	13.6	13.6	102.3		
	F	16.7	-6.4	6.4	3.4		

15°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	5.1	80.1	80.1	269.6	0.65	5.78
	B	6.8	20.2	20.2	111.1		
	C	22.6	31.6	31.6	103.4		
	D	14.4	25.4	25.4	193.8		
	E	3.7	44.7	44.7	103.1		
	F	13.8	5.1	5.1	34.4		

B-14

Abpraller Untersuchung BLE  
Baumstamm

25°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	53.0	64.3	64.3	512.0		
	B	15.2	179.0	179.0	192.6	1.50	11.48
	C	11.9	102.8	102.8	173.9	2.98	28.80
	D	59.9	171.2	171.2	268.1		
	E	0.0	139.4	139.4	197.3	1.61	7.79
	F	25.8	19.0	19.0	36.0	3.37	15.08

45°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	37.3	349.0	349.0	349.0		
	B					0.31	9.81
	C	-26.1	-61.0	61.0	-61.0	2.10	19.63
	D						
	E					3.92	9.68
	F	69.6	121.6	121.6	222.4	3.92	12.51

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.1.3 Harter Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	105.5	6.6	6.6	23.2		
	B	87.9	10.4	10.4	29.8	5.90	1.07
	C	121.5	17.8	17.8	26.4	6.83	1.68
	D	141.9	13.1	13.1	30.5		
	E	132.1	12.8	12.8	46.5	8.97	1.42
	F	204.6	10.4	10.4	38.6	11.51	2.61

5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	199.6	-5.9	5.9	3.3		
	B	216.5	-7.9	7.9	11.2	13.40	0.58
	C	298.5	-14.4	14.4	18.7	16.79	1.05
	D	240.9	25.3	25.3	41.9		
	E	246.4	5.6	5.6	47.3	13.04	1.81
	F	208.4	-25.0	25.0	48.4	13.86	2.72

B-15

Abpraller Untersuchung BLE  
Harter Boden

10°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	519.0	18.7	18.7	32.5	27.51	2.76
	B	338.7	4.0	4.0	36.7		
	C	609.6	55.5	55.5	147.5	34.29	8.30
	D	427.4	102.5	102.5	126.0	25.80	4.05
	E	477.6	41.3	41.3	98.5		
	F	471.1	-1.4	1.4	62.5		

15°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	633.4	-26.8	26.8	26.8	32.32	2.31
	B	764.5	-107.3	107.3	73.9		
	C	325.7	-1.5	1.5	10.6	43.00	6.04
	D	599.5	-85.4	85.4	68.4	40.77	5.32
	E	756.9	-7.4	7.4	69.9		
	F	817.9	-37.8	37.8	298.9		

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.1.4 Steinplatte**

2.5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	63.4	0.1	0.1	14.5	5.03	0.23
	B	69.9	-3.1	3.1	1.1		
	C	135.0	1.0	1.0	4.3	7.59	0.82
	D	81.0	-0.1	0.1	10.4	4.48	0.18
	E	81.2	-3.2	3.2	2.9		
	F	76.8	0.5	0.5	2.4		

5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	113.8	0.2	0.2	2.4	6.51	0.16
	B	126.1	-2.1	2.1	4.6		
	C	107.4	-5.1	5.1	3.1	7.09	0.28
	D	134.7	-4.0	4.0	7.6	7.71	0.26
	E	137.5	-9.6	9.6	1.7		
	F	138.8	-1.8	1.8	3.1		

B-16

Abpraller Untersuchung BLE  
Steinplatte

10°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	193.3	2.5	2.5	3.7		
	B	203.7	-2.8	2.8	1.4	11.03	0.15
	C	191.1	-1.2	1.2	4.1	11.46	0.23
	D	222.3	-0.7	0.7	5.3		
	E	202.0	-1.5	1.5	1.9	12.32	0.16
	F	232.9	-3.6	3.6	3.6	13.10	0.30

15°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	297.6	-6.9	6.9	15.6		
	B	305.1	-3.3	3.3	3.4	17.41	0.39
	C	325.7	-1.5	1.5	10.6	18.32	0.88
	D	348.4	-1.9	1.9	8.2		
	E	308.3	-4.0	4.0	3.3	18.89	0.34
	F	350.5	-3.6	3.6	15.1	19.72	0.85

25°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	492.7	8.4	8.4	38.2		
	B	503.2	-23.0	23.0	86.4	28.01	2.19
	C					28.30	4.86
	D	517.7	4.6	4.6	18.6		
	E	506.1	-3.6	3.6	14.7	29.17	0.66
	F	531.9	-3.1	3.1	26.3	29.92	1.48

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.1.5 Weicher Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	156.5	-10.5	10.5	2.0	9.46	0.87
	B	139.2	-22.8	22.8	-0.9		
	C	209.0	-45.1	45.1	13.7		
	D	249.6	3.2	3.2	6.2		
	E	165.5	-13.4	13.4	9.2		
	F	276.6	-38.3	38.3	55.0		

5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	266.3	-2.8	2.8	15.1	14.88	1.68
	B	228.1	-29.8	29.8	34.8		
	C	299.0	-45.3	45.3	51.4		
	D	296.5	0.4	0.4	40.0		
	E	353.4	-62.0	62.0	89.5		
	F	332.3	-38.3	38.3	108.0		

10°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
FLG 35 m	A	322.1	-6.3	6.3	12.2	23.40	3.03
	B	402.9	-72.5	72.5	94.7		
	C	522.8	-51.6	51.6	85.6		
	D	383.2	-23.8	23.8	33.6		
	E	380.0	-41.4	41.4	44.9		
	F	455.2	-35.0	35.0	0.3		

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.2 Schrot, Vergleich von Abgangs- und Seitenwinkel**
**B.3.2.1 Buschwerk**

TA 1						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	23.4	-34.6	34.6	262.0	1.32	14.74
	B	10.2	-174.5	174.5	111.6		
	C	12.2	-373.5	373.5	225.4		
	D	25.5	-124.7	124.7	83.3	1.02	9.28
	E	24.4	-117.6	117.6	109.6	1.43	21.01

TA 2						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	13.2	-165.6	165.6	309.0	0.74	17.38
	B	26.5	-333.8	333.8	385.8		
	C	12.2	-250.5	250.5	397.2		
	D	36.7	-189.3	189.3	175.5	1.35	14.48
	E	20.4	-151.7	151.7	175.5	2.06	22.34

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.2.2 Baumstamm**

10°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	34.9	6.0	6.0	90.6	1.97	5.10
	B	2.0	139.9	139.9	329.5		
	C	60.8	206.8	206.8	422.4		
	D	124.2	59.8	59.8	492.0	2.98	15.50
	E	25.0	63.8	63.8	489.7	6.99	27.68

15°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	29.4	117.0	117.0	471.5	1.65	26.52
	B	-3.9	188.8	188.8	377.4		
	C	73.3	240.3	240.3	633.2		
	D	66.5	250.5	250.5	448.5	2.21	17.10
	E	21.5	36.2	36.2	257.8	4.12	35.62

B-19

Abpraller Untersuchung BLE  
Baumstamm

25°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A						
	B						
	C						
	D					2.15	16.56
	E	38.2	158.4	158.4	430.5	2.15	24.22

45°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A						
	B						
	C						
	D						
	E						

 Abpraller Untersuchung BLE  
**B.3.2.3 Harter Boden**

2.5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	107.4	-33.8	33.8	24.3	6.04	1.90
	B	84.3	-23.2	23.2	9.5		
	C	430.0	-22.2	22.2	52.7		
	D	55.9	-26.4	26.4	2.1	9.51	1.77
	E	106.3	-60.1	60.1	55.9	24.19	3.38

5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	454.7	-16.1	16.1	207.8	25.58	11.69
	B	293.8	-110.0	110.0	120.9		
	C	259.2	-44.1	44.1	91.1		
	D					16.85	4.45
	E	345.7	-15.1	15.1	94.1	19.45	6.80

B-20

Abpraller Untersuchung BLE  
Harter Boden

10°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	466.5	-71.7	71.7	150.0	26.24	8.44
	B	661.6	-450.1	450.1	-14.8		
	C	534.0	-95.9	95.9	154.1		
	D					29.67	7.51
	E	386.9	-37.0	37.0	79.1	37.22	25.32

15°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	668.6	-379.3	379.3	61.7	37.61	21.33
	B	646.5	-371.1	371.1	276.7		
	C	738.7	-141.5	141.5	229.5		
	D					35.98	12.50
	E	533.6	-144.5	144.5	170.1	41.55	20.87

25°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	385.9	-118.8	118.8	111.6	21.70	6.68
	B	346.4	-458.4	458.4	-458.4		
	C	513.1	-87.7	87.7	96.0		
	D					23.42	4.22
	E	389.8	-48.1	48.1	218.5	28.86	25.78

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.2.4 Steinplatte**

2.5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	100.6	-20.8	20.8	-5.5	5.66	1.17
	B	203.6	-11.0	11.0	-3.3		
	C	143.9	-7.7	7.7	7.7		
	D	121.2	-19.7	19.7	-4.4	9.08	0.59
	E	177.1	-55.9	55.9	-11.0	11.45	3.14

B-21

Abpraller Untersuchung BLE  
Steinplatte

5°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	127.4	-7.0	7.0	6.6	7.17	0.39
	B	187.5	-16.9	16.9	18.2		
	C	206.4	-12.2	12.2	10.1		
	D	131.5	-10.3	10.3	6.6	9.75	0.70
	E	168.3	-8.5	8.5	16.2	11.61	1.02

10°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	238.3	6.5	6.5	32.3	13.40	1.82
	B	460.3	4.3	4.3	49.3		
	C	271.2	-17.7	17.7	25.4		
	D					20.14	1.65
	E	342.6	12.9	12.9	65.9	25.89	3.71

15°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	328.1	-12.0	12.0	19.0	18.46	1.07
	B	460.3	4.3	4.3	49.3		
	C	405.6	29.1	29.1	56.7		
	D					24.13	2.05
	E	421.2	-16.3	16.3	63.3	25.89	3.56

25°						mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	511.3	-128.2	128.2	-67.4	28.76	7.21
	B	844.4	-88.1	88.1	79.7		
	C	540.1	-60.2	60.2	38.1		
	D					38.63	4.04
	E	675.7	-106.8	106.8	57.8	47.50	6.01

## Abpraller Untersuchung BLE

## B.3.2.5 Weicher Boden

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	203.7	-19.4	19.4	-8.0	11.46	1.09
	B	51.3	-12.5	12.5	-5.7		
	C	121.4	-70.5	70.5	-6.8		
	D	45.6	-31.9	31.9	-15.9	4.19	0.71
	E	79.7	-23.9	23.9	-9.1	6.83	3.97

5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	97.9	-41.8	41.8	15.7	5.51	2.35
	B	67.8	-93.8	93.8	5.2		
	C	163.1	-6.7	6.7	26.9		
	D	103.2	-13.9	13.9	6.1	5.64	1.24
	E	67.2	-6.1	6.1	17.4	9.18	5.28

10°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A						
	B						
	C						
	D						
	E						

## Abpraller Untersuchung BLE

## B.3.2.6 Wasser

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	110.1	-5.4	5.4	-3.3	6.19	0.30
	B	115.4	-10.8	10.8	0.0		
	C	128.3	-3.3	3.3	6.5		
	D	110.1	-6.5	6.5	5.4	6.57	0.37
	E	113.3	-13.0	13.0	7.6	7.22	0.73

5°

Kaliber	Geschosstyp	$\beta_{\max}$ [Prom]	$\gamma_{\min}$ [Prom]	abs $\gamma_{\min}$ [Prom]	$\gamma_{\max}$ [Prom]	mean $\beta_{\max}$	mean $\gamma_{\max}$
						max $\beta_{\max}$ [°]	max $\gamma_{\max}$ [°]
Schrot 25 m	A	202.1	-3.2	3.2	12.6	11.37	0.71
	B	209.1	-15.8	15.8	6.3		
	C	216.2	-24.1	24.1	8.4		
	D	209.1	-34.6	34.6	9.5	11.85	0.91
	E	208.1	-29.4	29.4	1.1	12.16	1.95

Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.3 FLG, Vergleich von Restmasse und Energie**
**B.3.3.1 Buschwerk**

TA 1

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	96.4	31.2	1.00				
	B	32.6	94.8	30.6	0.94				
	C	25.5	98.2	25.6	1.00	0.98	0.96	1.00	0.98
	D	31.8	97.0	31.7	1.00				
	E	28.3	98.2	28.4	1.00				
	F	19.8	94.9	19.2	0.97	0.99	0.97	1.00	0.98

TA 2

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	95.4	31.1	0.99				
	B	32.6	93.0	30.9	0.95				
	C	25.5	96.9	23.7	0.93	0.96	0.95	0.99	0.97
	D	31.8	94.8	31.8	1.00				
	E	28.3	96.6	28.4	1.00				
	F	19.8	91.5	18.1	0.92	0.97	0.94	1.00	0.97

Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.3.2 Baumstamm**

10°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	94.4	28.7	0.92				
	B	32.6	88.0	28.8	0.88				
	C	25.5	97.5	25.7	1.00	0.93	0.93	1.00	0.98
	D	31.8	97.5	31.9	1.00				
	E	28.3	96.6	28.4	1.00				
	F	19.8	92.6	19.5	0.99	1.00	0.96	1.00	0.98

15°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	92.4	31.0	0.99				
	B	32.6	94.7	29.4	0.90				
	C	25.5	88.2	17.2	0.67	0.86	0.92	0.99	0.95
	D	31.8	98.4	32.0	1.00				
	E	28.3	92.2	28.5	1.00				
	F	19.8	68.7	19.2	0.97	0.99	0.86	1.00	0.98

B-25

Abpraller Untersuchung BLE  
Baumstamm

25°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	86.5	27.9	0.89				
	B	32.6	90.8	29.4	0.90				
	C	25.5	51.1	17.2	0.67	0.82	0.76	0.90	0.91
	D	31.8	86.8	30.2	0.95				
	E	28.3	80.0	28.6	1.00				
	F	19.8	60.8	19.5	0.98	0.98	0.76	1.00	0.87

45°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	5.1	23.4	0.75				
	B	32.6		29.4	0.90				
	C	25.5	1.0	17.2	0.67	0.77	0.03	0.90	0.05
	D	31.8							
	E	28.3							
	F	19.8	12.7	20.0	1.00	1.00	0.13	1.00	0.13

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.3.3 Harter Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	87.8	29.2	0.93				
	B	32.6	75.8	28.2	0.86				
	C	25.5	90.0	23.6	0.93	0.91	0.85	0.93	0.90
	D	31.8	80.7	31.7	1.00				
	E	28.3	85.6	28.4	1.00				
	F	19.8	65.8	19.1	0.97	0.99	0.77	1.00	0.86

5°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
FLG 35 m	A	31.3	70.0	28.0	0.89				
	B	32.6	62.6	22.0	0.67				
	C	25.5	34.6	11.9	0.47	0.68	0.56	0.89	0.70
	D	31.8	58.6	31.7	1.00				
	E	28.3	67.8	28.3	1.00				
	F	19.8	51.3	19.0	0.96	0.99	0.59	1.00	0.68

B-26

Abpraller Untersuchung BLE  
Harter Boden

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	36.3	25.4	0.81				
	B	32.6	69.0	22.0	0.67				
	C	25.5	35.5	11.9	0.47	0.65	0.47	0.81	0.69
	D	31.8	33.5	31.8	1.00				
	E	28.3	30.6	28.3	1.00				
	F	19.8	4.2	18.9	0.96	0.99	0.23	1.00	0.34

15°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	32.3	17.5	0.56				
	B	32.6	48.7	22.0	0.67				
	C	25.5	38.9	11.9	0.47	0.57	0.40	0.67	0.49
	D	31.8	18.8	31.5	0.99				
	E	28.3	18.3	28.4	1.00				
	F	19.8	33.5	18.2	0.92	0.97	0.24	1.00	0.34

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.3.4 Steinplatte**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	89.8	30.6	0.98				
	B	32.6	89.4	30.7	0.94				
	C	25.5	95.2	23.1	0.91	0.94	0.91	0.98	0.95
	D	31.8	97.5	31.4	0.99				
	E	28.3	95.0	28.3	1.00				
	F	19.8	88.3	19.1	0.97	0.98	0.94	1.00	0.97

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	88.5	30.4	0.97				
	B	32.6	88.8	31.1	0.95				
	C	25.5	89.8	25.0	0.98	0.97	0.89	0.98	0.90
	D	31.8	93.8	31.3	0.99				
	E	28.3	92.7	28.3	1.00				
	F	19.8	90.7	19.3	0.97	0.99	0.92	1.00	0.94

B-27

Abpraller Untersuchung BLE  
Steinplatte

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	88.9	30.3	0.97				
	B	32.6	95.3	31.1	0.95				
	C	25.5	85.8	25.0	0.98	0.97	0.90	0.98	0.95
	D	31.8	99.9	30.9	0.97				
	E	28.3	88.8	28.4	1.00				
	F	19.8	84.9	18.8	0.95	0.97	0.91	1.00	1.00

15°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	92.9	29.5	0.94				
	B	32.6	65.5	31.1	0.95				
	C	25.5	38.9	25.0	0.98	0.96	0.66	0.98	0.93
	D	31.8	94.7	29.6	0.93				
	E	28.3	84.3	28.3	1.00				
	F	19.8	76.6	18.2	0.92	0.95	0.85	1.00	0.95

25°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	40.8	11.8	0.38				
	B	32.6	36.7	31.1	0.95				
	C	25.5		25.0	0.98	0.77	0.39	0.98	0.41
	D	31.8	79.2	29.0	0.91				
	E	28.3	91.8	28.2	1.00				
	F	19.8	79.8	16.2	0.82	0.91	0.84	1.00	0.92

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.3.5 Weicher Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	91.6	29.9	0.96				
	B	32.6	85.4	28.4	0.87				
	C	25.5	79.2	22.6	0.88	0.90	0.85	0.96	0.92
	D	31.8	91.8	31.8	1.00				
	E	28.3	87.4	28.3	1.00				
	F	19.8	89.5	19.3	0.97	0.99	0.90	1.00	0.92

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	78.2	28.0	0.89				
	B	32.6	81.8	27.2	0.83				
	C	25.5	42.0	13.7	0.54	0.75	0.67	0.89	0.82
	D	31.8	84.2	31.8	1.00				
	E	28.3	49.6	28.3	1.00				
	F	19.8	84.3	18.1	0.92	0.97	0.73	1.00	0.84

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
FLG 35 m	A	31.3	42.5	29.1	0.93				
	B	32.6	32.3	27.2	0.83				
	C	25.5	63.2	13.7	0.54	0.77	0.46	0.93	0.63
	D	31.8	46.7	31.4	0.99				
	E	28.3	21.2	28.4	1.00				
	F	19.8	56.9	18.9	0.95	0.98	0.42	1.00	0.57

Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4 Schrot, Vergleich von Restmasse und Energie**
**B.3.4.1 Buschwerk**

TA 1

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
Schrot 25 m	A	0.162	74.2	0.158	0.97	0.97	0.74	0.97	0.74
	B	0.117	81.2	0.116	0.99				
	C	0.095	54.4	0.094	0.99				
	D	0.133	78.3	0.133	1.00				
	E	0.165	84.7	0.166	1.00	1.00	0.75	1.00	0.85

TA 2

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
Schrot 25 m	A	0.162	49.0	0.162	1.00	1.00	0.49	1.00	0.49
	B	0.117	27.0	0.117	1.00				
	C	0.095	33.8	0.096	1.00				
	D	0.133	50.2	0.130	0.98				
	E	0.165	50.4	0.165	1.00	0.99	0.40	1.00	0.50

Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4.2 Baumstamm**

10°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
Schrot 25 m	A	0.162	87.4	0.163	1.00	1.00	0.87	1.00	0.87
	B	0.117	43.4	0.116	0.99				
	C	0.095	33.0	0.094	0.99				
	D	0.133	20.4	0.134	1.00				
	E	0.165	54.7	0.167	1.00	1.00	0.38	1.00	0.55

15°

Kaliber	Geschosstyp	$m_z$ [g]	$E_R$ [%]	$m_R$ [g]	$\Delta m$ [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						$\Delta m$	$E_R$	$\Delta m$	$E_R$
Schrot 25 m	A	0.162	46.6	0.159	0.98	0.98	0.47	0.98	0.47
	B	0.117	18.4	0.116	0.99				
	C	0.095	31.5	0.095	1.00				
	D	0.133	11.4	0.127	0.95				
	E	0.165	62.4	0.165	1.00	0.99	0.31	1.00	0.62

B-30

Abpraller Untersuchung BLE  
Baumstamm

25°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162							
	B	0.117							
	C	0.095							
	D	0.133							
	E	0.165	4.7	0.160	0.97	0.97	0.05	0.97	0.05

45°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162							
	B	0.117							
	C	0.095							
	D	0.133							
	E	0.165							

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4.3 Harter Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	73.2	0.149	0.92	0.92	0.73	0.92	0.73
	B	0.117	78.9	0.118	1.00				
	C	0.095	75.1	0.093	0.98				
	D	0.133	80.3	0.126	0.95				
	E	0.165	74.9	0.166	1.00	0.98	0.77	1.00	0.80

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	45.8	0.139	0.86	0.86	0.46	0.86	0.46
	B	0.117	55.1	0.116	0.99				
	C	0.095	55.5	0.094	0.99				
	D	0.133							
	E	0.165	53.2	0.166	1.00	1.00	0.55	1.00	0.55

B-31

Abpraller Untersuchung BLE  
Harter Boden

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	38.3	0.123	0.76	0.76	0.38	0.76	0.38
	B	0.117	23.4	0.116	0.99				
	C	0.095	28.3	0.089	0.93				
	D	0.133							
	E	0.165	48.0	0.168	1.00	0.98	0.33	1.00	0.48

15°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	18.2	0.081	0.50	0.50	0.18	0.50	0.18
	B	0.117	27.7	0.115	0.98				
	C	0.095	35.3	0.093	0.98				
	D	0.133							
	E	0.165	22.4	0.164	1.00	0.99	0.28	1.00	0.35

25°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	17.0	0.103	0.64	0.64	0.17	0.64	0.17
	B	0.117	22.2	0.115	0.98				
	C	0.095	5.6	0.096	1.00				
	D	0.133							
	E	0.165	24.3	0.160	0.97	0.98	0.17	1.00	0.24

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4.4 Steinplatte**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	75.1	0.159	0.98	0.98	0.75	0.98	0.75
	B	0.117	86.6	0.116	0.99				
	C	0.095	88.0	0.096	1.00				
	D	0.133	58.4	0.125	0.94				
	E	0.165	76.1	0.165	1.00	0.98	0.77	1.00	0.88

B-32

Abpraller Untersuchung BLE  
Steinplatte

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	85.9	0.161	1.00	1.00	0.86	1.00	0.86
	B	0.117	85.1	0.117	1.00				
	C	0.095	80.4	0.091	0.96				
	D	0.133	81.8	0.124	0.93				
	E	0.165	89.9	0.164	0.99	0.97	0.84	1.00	0.90

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	81.5	0.160	0.99	0.99	0.81	0.99	0.81
	B	0.117	68.8	0.116	0.99				
	C	0.095	80.9	0.094	0.99				
	D	0.133		0.060	0.45				
	E	0.165	79.4	0.163	0.99	0.85	0.76	0.99	0.81

15°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	73.7	0.159	0.98	0.98	0.74	0.98	0.74
	B	0.117	68.8	0.116	0.99				
	C	0.095	69.3	0.094	0.99				
	D	0.133							
	E	0.165	72.7	0.156	0.95	0.98	0.70	0.99	0.73

25°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	55.1	0.156	0.96	0.96	0.55	0.96	0.55
	B	0.117	52.7	0.117	1.00				
	C	0.095	63.5	0.089	0.93				
	D	0.133							
	E	0.165	63.6	0.160	0.97	0.97	0.60	1.00	0.64

B-33

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4.5 Weicher Boden**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	55.7	0.157	0.97	0.97	0.56	0.97	0.56
	B	0.117	72.9	0.117	1.00				
	C	0.095	65.9	0.092	0.97				
	D	0.133	79.9	0.130	0.98				
	E	0.165	72.2	0.166	1.00				

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	22.0	0.157	0.97	0.97	0.22	0.97	0.22
	B	0.117	51.8	0.116	0.99				
	C	0.095	39.5	0.093	0.98				
	D	0.133	39.9	0.115	0.86				
	E	0.165	46.4	0.165	1.00				

10°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162							
	B	0.117							
	C	0.095							
	D	0.133							
	E	0.165							

## Abpraller Untersuchung BLE

**B.3.4.6 Wasser**

2.5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	72.4	0.161	1.00	1.00	0.72	1.00	0.72
	B	0.117	70.1	0.117	1.00				
	C	0.095	68.8	0.101	1.00				
	D	0.133	70.4	0.134	1.00				
	E	0.165	69.9	0.164	0.99	1.00	0.70	1.00	0.70

5°

Kaliber	Geschosstyp	m <sub>Z</sub> [g]	E <sub>R</sub> [%]	m <sub>R</sub> [g]	Δm [-]	Mittelwerte		Maximalwerte	
						Δm	E <sub>R</sub>	Δm	E <sub>R</sub>
Schrot 25 m	A	0.162	18.6	0.160	0.99	0.99	0.19	0.99	0.19
	B	0.117	31.8	0.116	0.99				
	C	0.095	47.1	0.098	1.00				
	D	0.133	33.3	0.137	1.00				
	E	0.165	27.4	0.165	1.00	1.00	0.35	1.00	0.47