

Anleitung und Standardarbeitsanweisung zur Auswertung von Beschüssen auf ballistische Seife

15.03.2024, Bundesinstitut für Risikobewertung

Ingo Rottenberger

Abt.: 8 - Sicherheit in der Nahrungskette /FG: 8 Studienzentrum

Gliederung

Seife als Simulanz

Material und Methoden

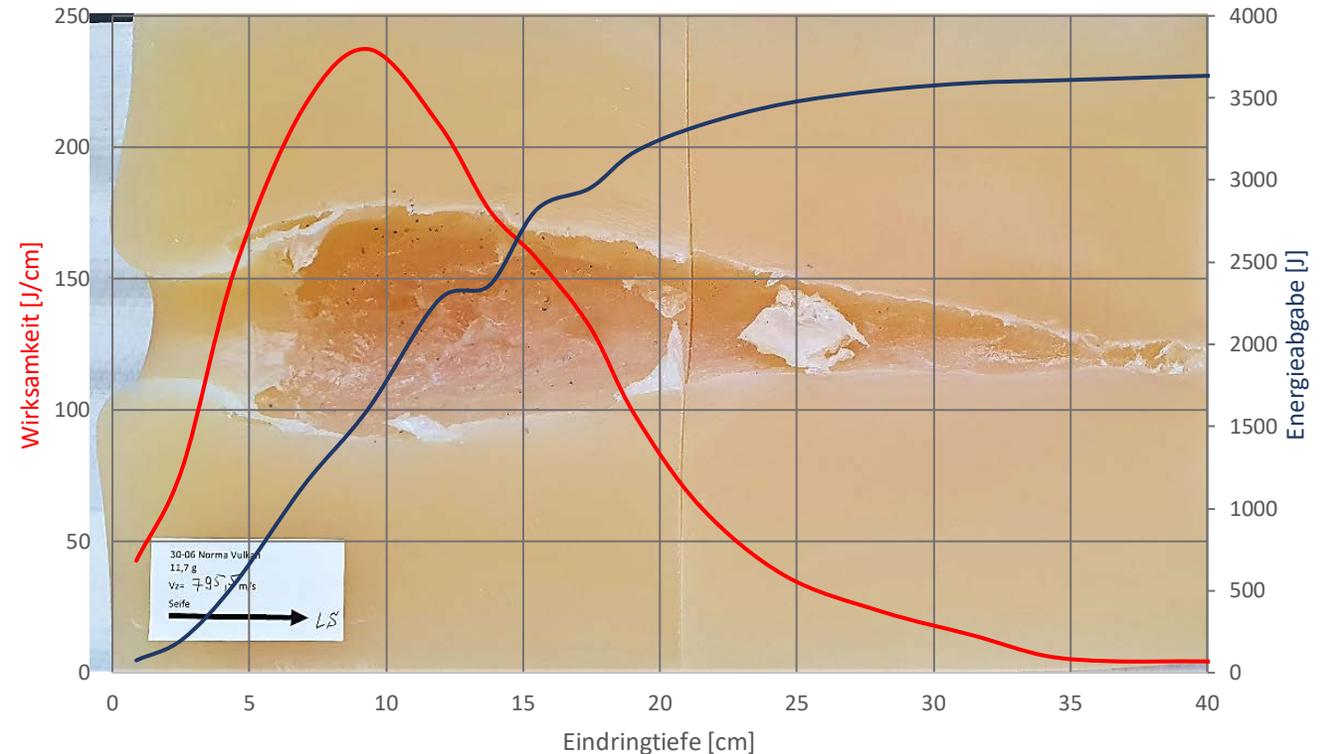
Arbeitsschritte und Fehlerquellen

Auswertung

Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Quellen

Nachhaltigkeit



Seife als Simulanz

- international anerkannt – ähnliche Dichte Muskulatur und Verhalten wie Körpergewebe
- Gesetz von Martel
(Bildung der Kaverne verhält sich das Volumen direkt proportional zur dabei aufgewendeten Energie)
- Ermittlung des Kavernenvolumens von relativ einfach bis technisch sehr aufwendig möglich (Foto, CT, Kaverne ausgießen)

Ziele der Standardarbeitsanweisung

- entsprechende Spezifikationen für das Simulanzmaterial Seife zu definieren
- ein standardisiertes Beschussverfahren und Auswertung zu ermöglichen
- reproduzierbare Ergebnisse bei Seifenblockbeschüssen zu erzielen
- auf mögliche Fehlerquellen innerhalb der Versuchsreihe hinzuweisen
- das Volumen einer Kaverne ohne großen technischen Aufwand darzustellen und zu berechnen
- eine Lücke im Bereich der experimentellen Wundballistik zu schließen.

Material und Methoden

Spezifikation der Seife

Nachteil:

Das kann keine
Beschussinstitution
selbst überprüfen!

Bestandteile:	Gewichtsprozent [%] – Spanne:
Sodium Cocoate	20 - 40
Alcohol denat.	10 - 20
Aqua	10 - 20
Sucrose	5 - 10
Sodium Tallowate	1 - 5
Sodium Ricinoleate	1 - 5
Sodium Stearate	1 - 5
Glycerin	1 - 5
Sodium Hydroxide	0 - 1

Quelle: Fa. Walde KG

Diese Seife weist aufgrund dieser Rezeptur eine dunkelgelbe Färbung (intransparent) auf.

Tabelle 2: Angaben zu Kennwerten und Prüfverfahren

Prüfmerkmal	Prüfverfahren/ -mittel	Sollwerte
pH-Wert	Viskotester Haake	10,0 – 10,9 [mPas]
freies Alkali	Titration mit 0,1 N HCL	0,01 – 0,1 [%]
Titer der Fettsäuren	Stockpunkt	28,5 – 32,0 [°C]
Fettsäure	Lüring'sche Bürette	37,0 – 42,0 [%]

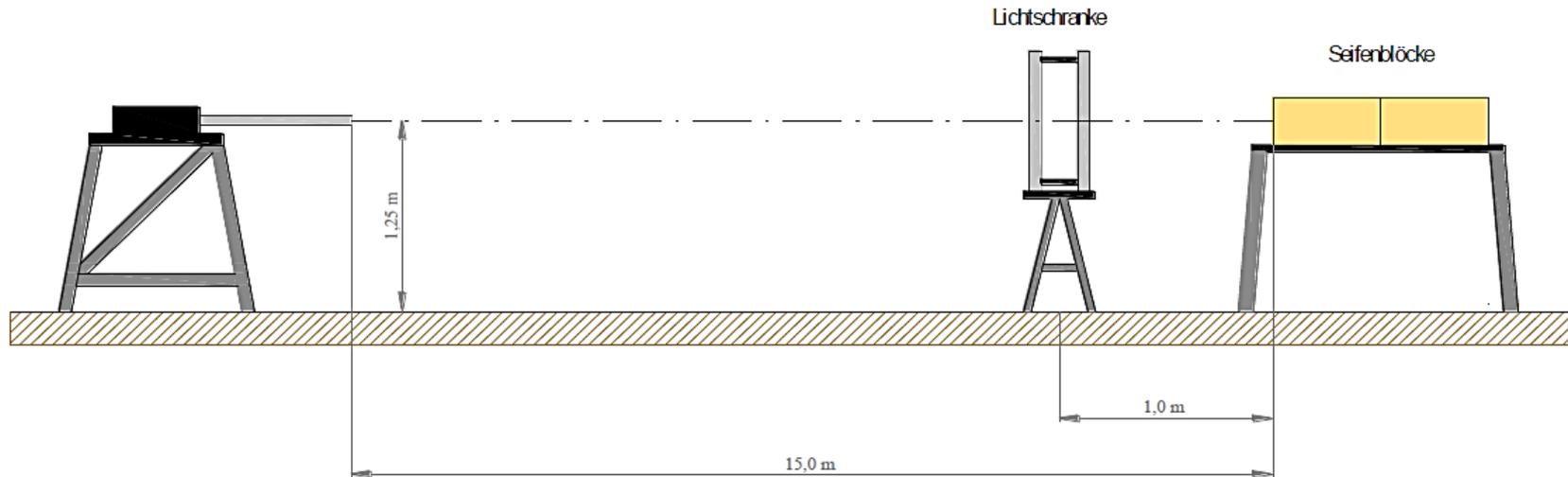
Quelle: Fa. Walde KG

Blockgröße

Die Blockgröße beträgt: 25 cm x 25 cm x 40 cm (Breite x Höhe x Länge).

Material und Methoden

Beschussvorbereitung



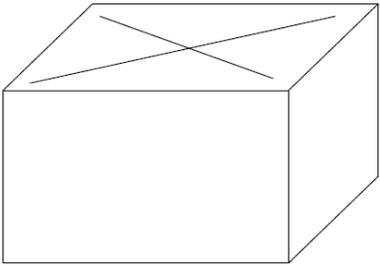
Umgebungstemperatur: 17°C bis 23°C

zunächst Aufbau ohne Seifenblöcke

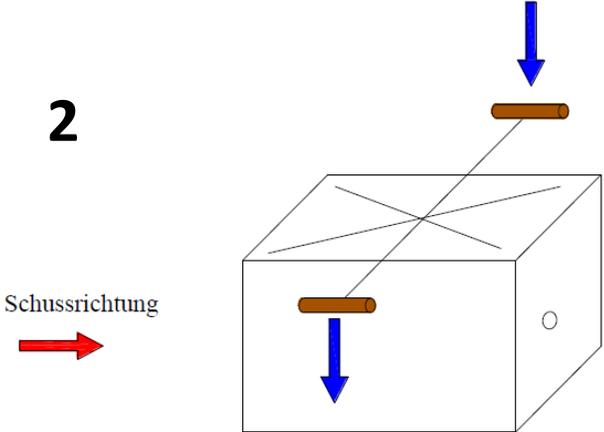
Probeschuss auf Indikatorpapier zum Abgleich des Haltepunktes mit der Treffpunktlage – ggf. Korrektur und Wiederholung des Probeschusses

Arbeitsschritte und Fehlerquellen

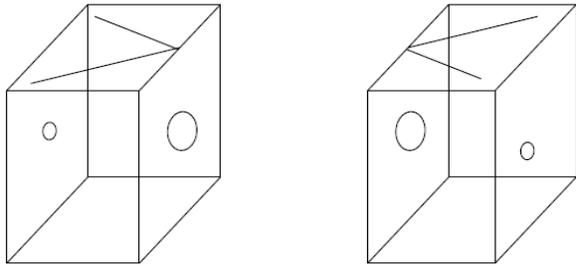
1



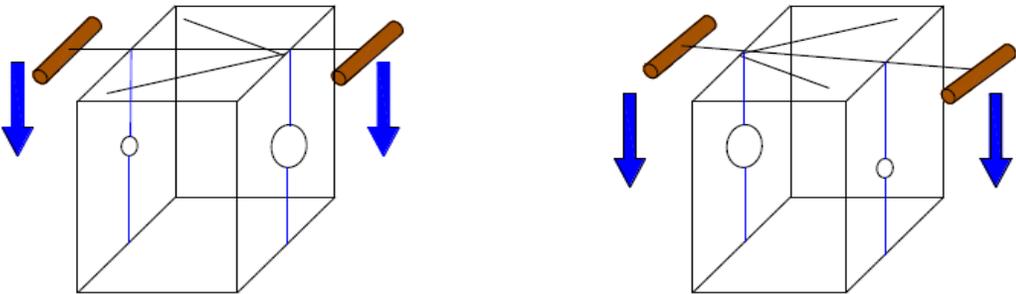
2



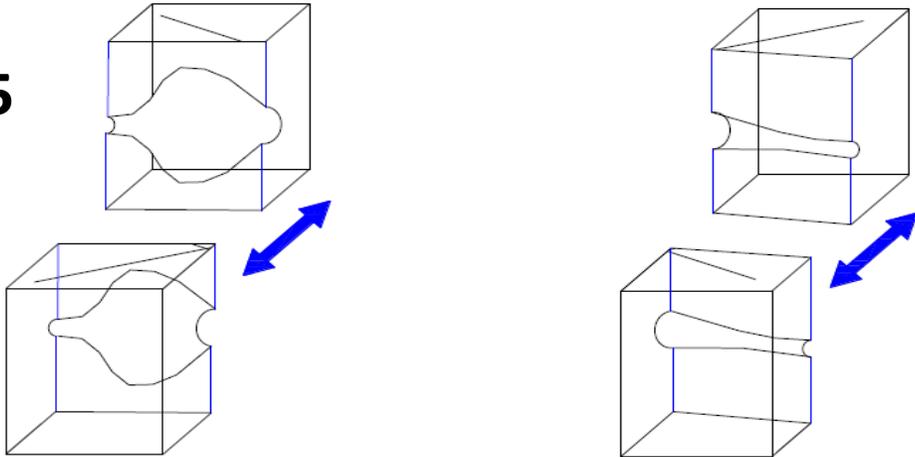
3



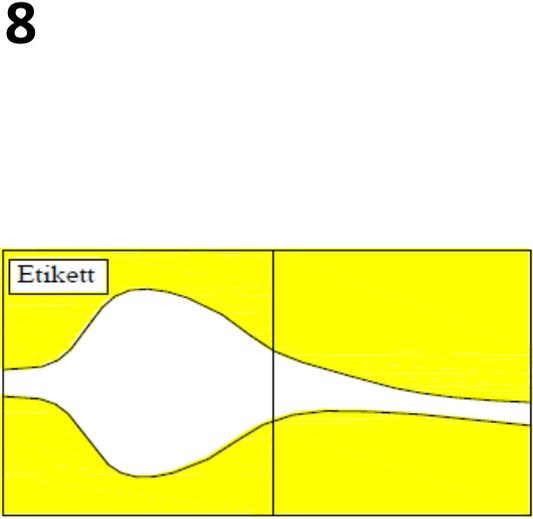
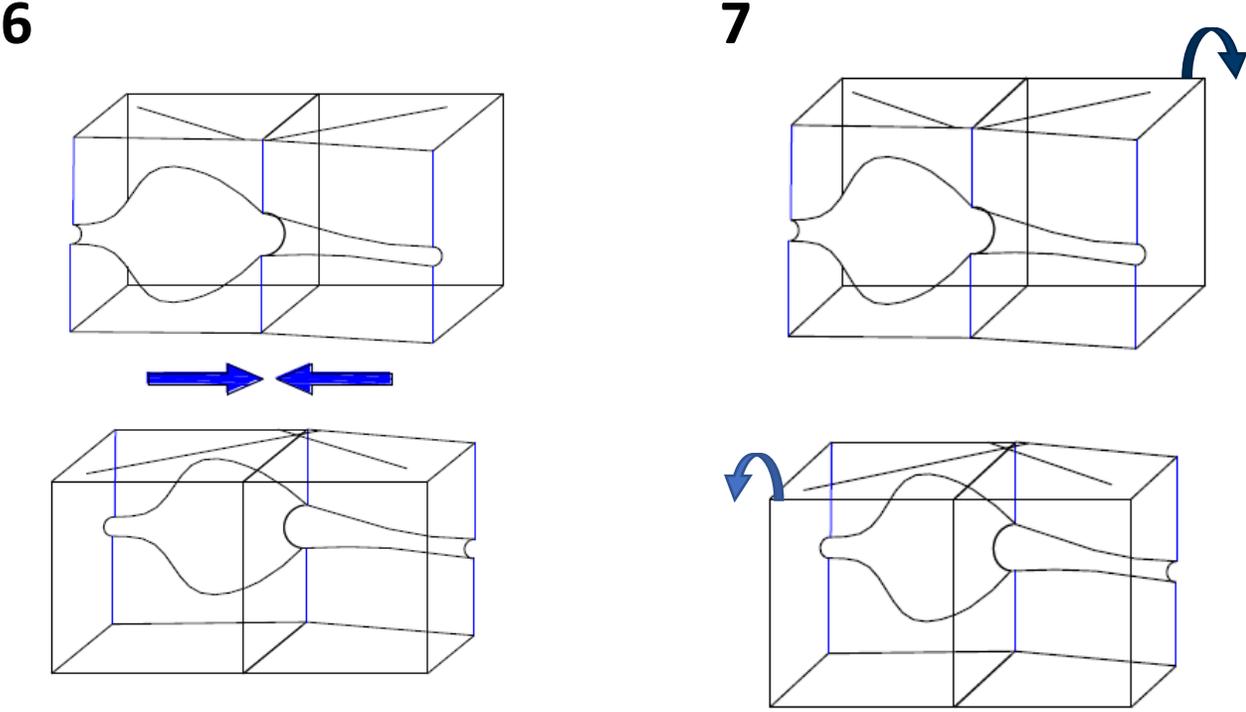
4



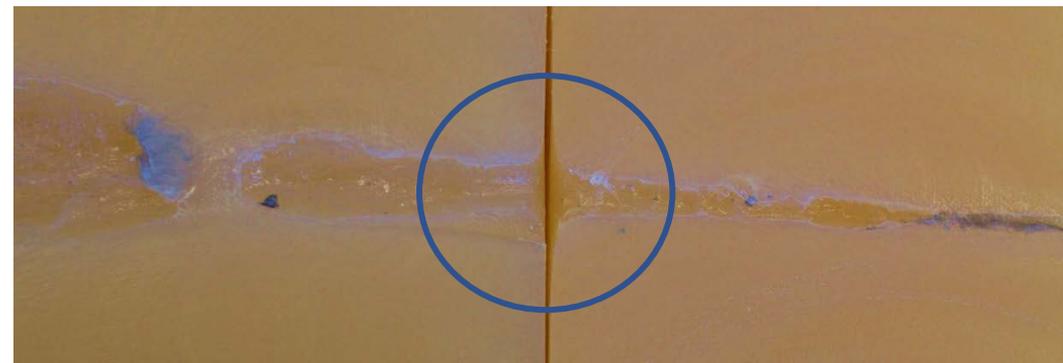
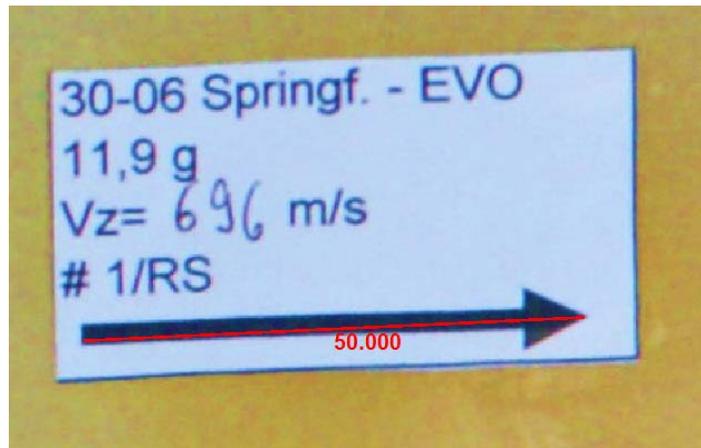
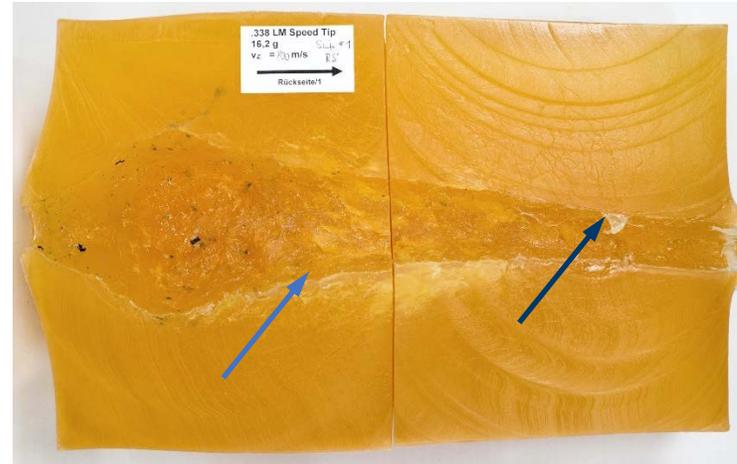
5



Arbeitsschritte und Fehlerquellen

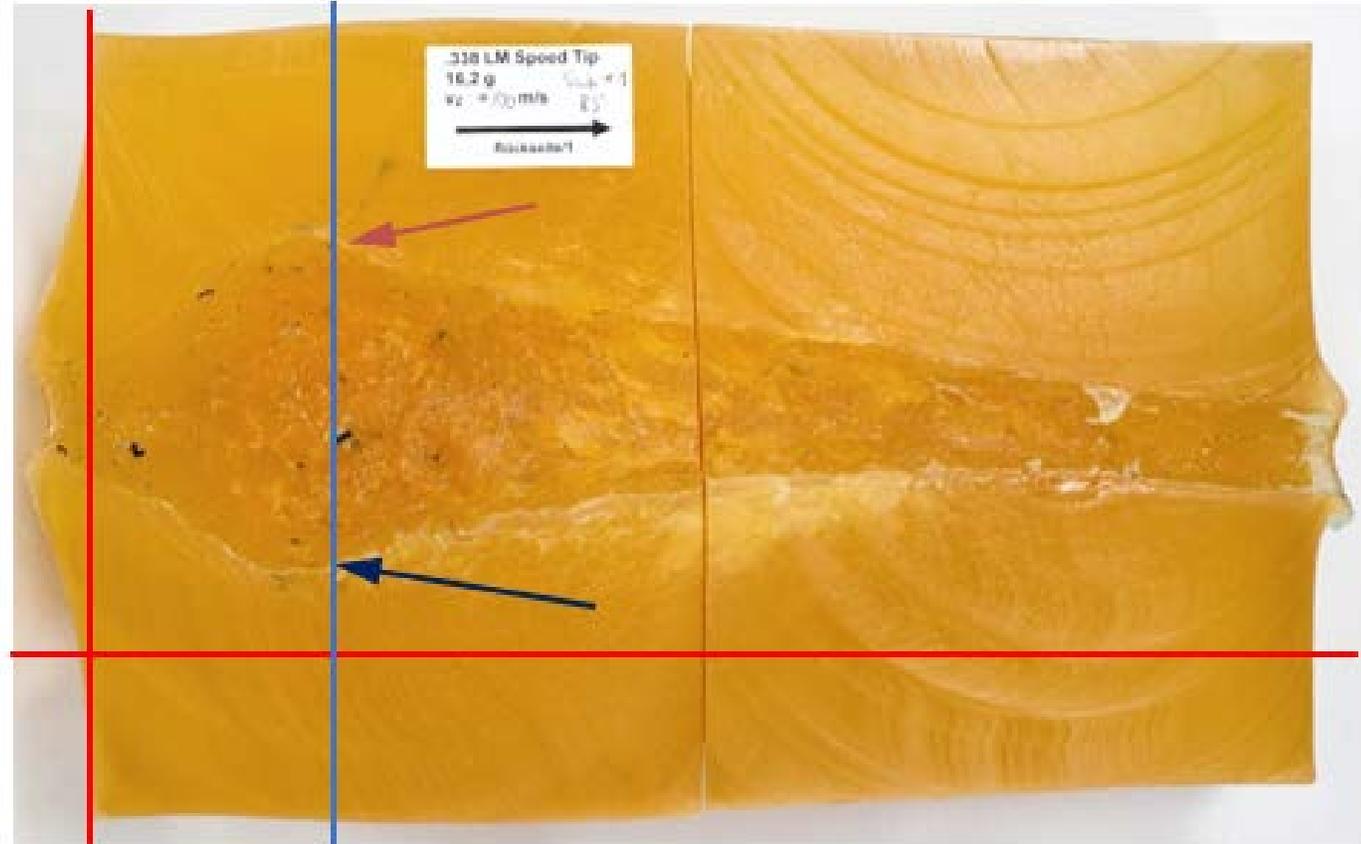


Arbeitsschritte und Fehlerquellen



Auswertung

Anhand eines Verfahrens wird die Vorgehensweise bei Auswertung der aufgeschnittenen Blöcke erläutert. Fehlerquellen werden auch hier erläutert.

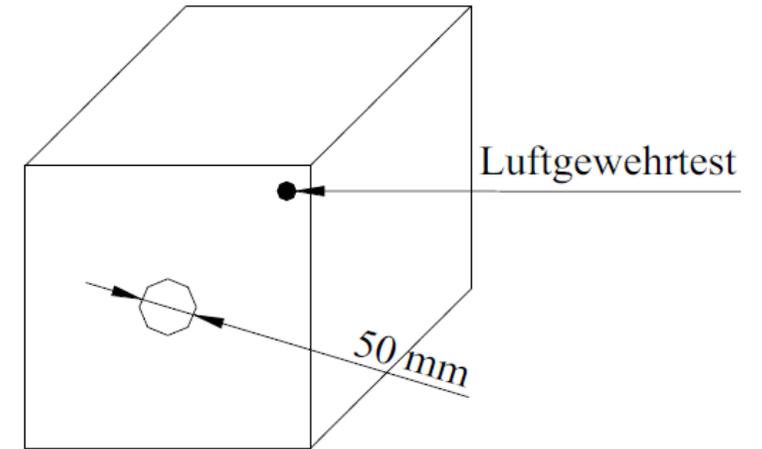


Vergleichbarkeit der Ergebnisse

über Luftgewehrtest vor dem Beschuss

Technische Vorgaben für Beschuss mit dem Diabolo:

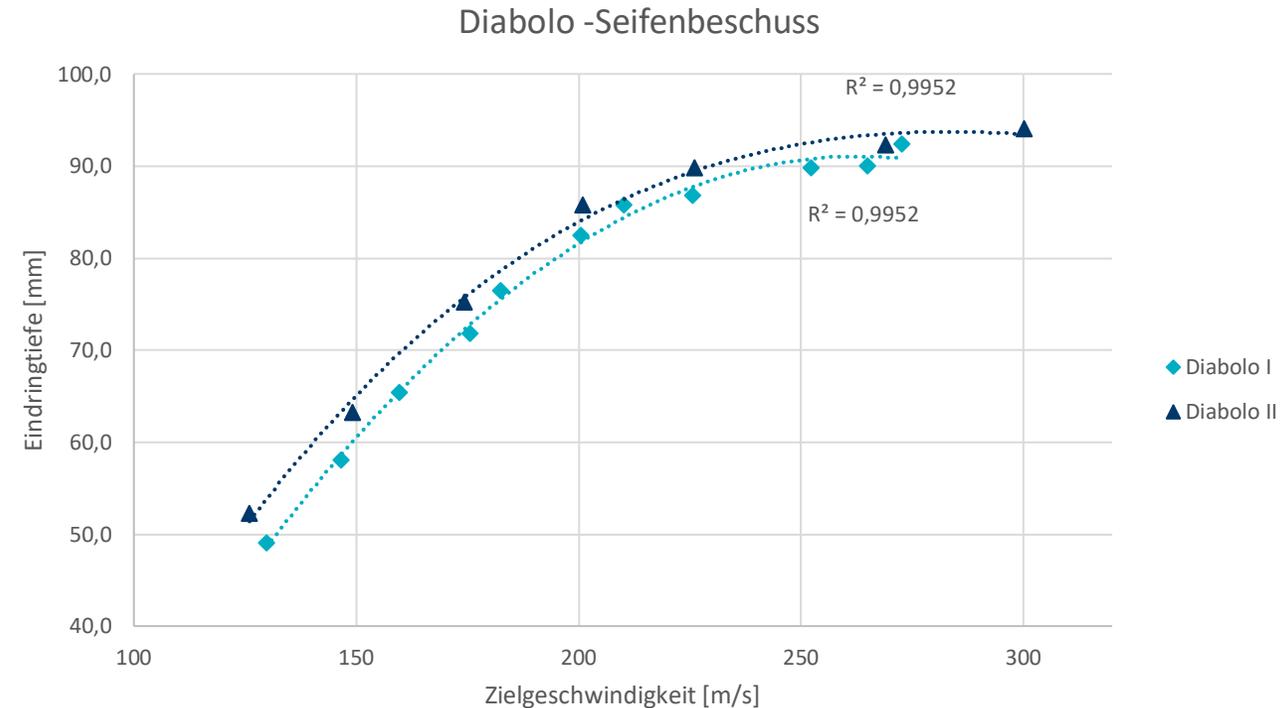
Flachkopf Diabolo	0,53 g
Projektildurchmesser:	4,5 mm \pm 0,25 mm
Projektilgeschwindigkeit:	300 m/s \pm 10 m/s
geforderte Eindringtiefe:	90 mm \pm 10 mm
Distanz zw. Mündung und Stirnfläche der Seife:	5 cm + 5 cm



Vergleichbarkeit der Ergebnisse

über Luftgewehrtest vor dem Beschuss

- seit Jahren verwendet
- nahezu deckungsgleiche Ergebnisse
- Seife nach Vorgaben
- allerdings hohe Zielgeschwindigkeiten
- Erwerb solcher LG – WaffG - >7,5J
- Verformung der Diabolos führt zur Annäherung an eine Grenzeindringtiefe



v_{Ziel} (v. l. n. r.):
Originaldiabolo - 126 / 149 / 174 / 201 / 226 / 269 / 300 m/s

Vergleichbarkeit der Ergebnisse

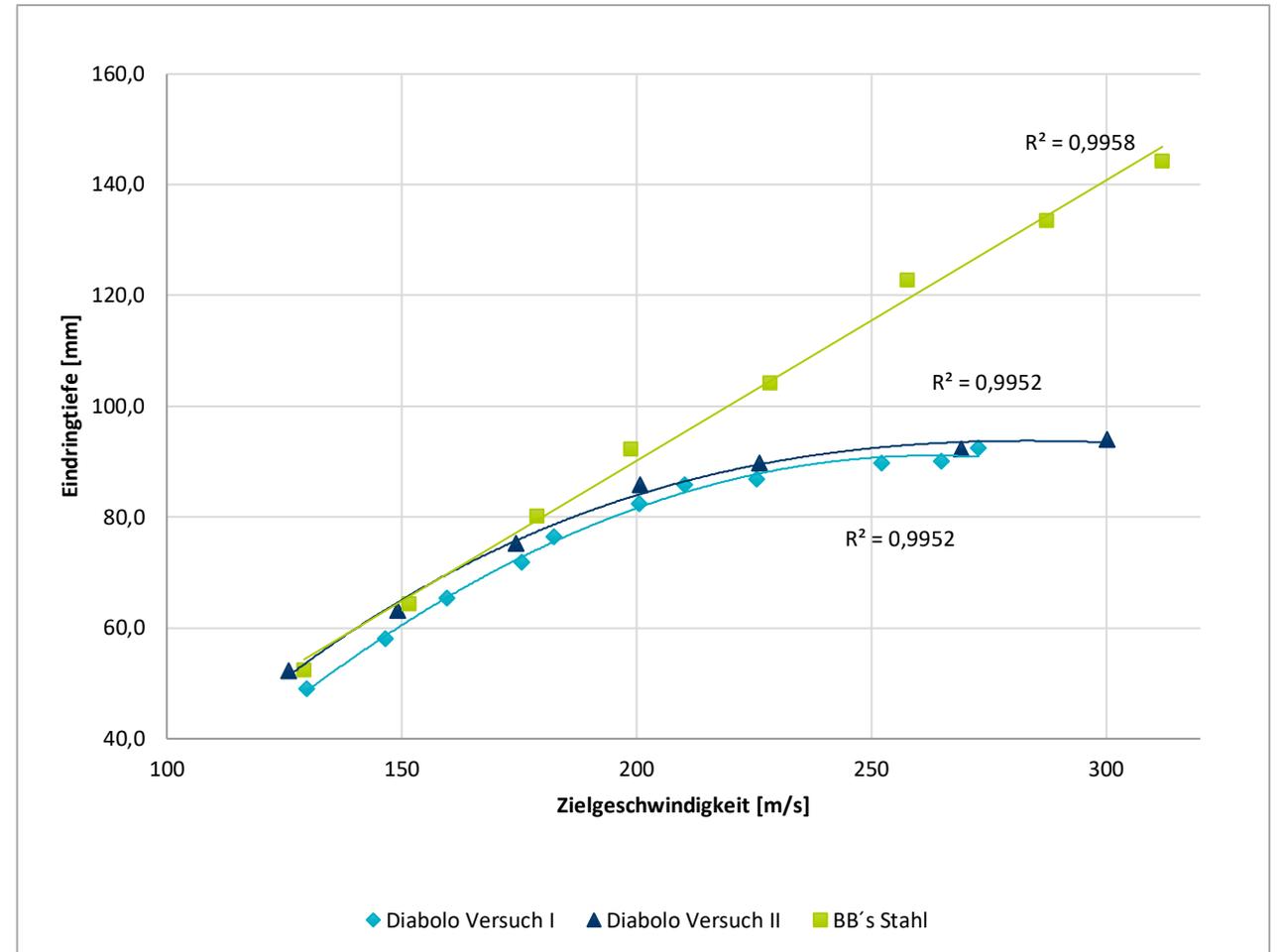
über Luftgewehrtest vor dem Beschuss

Idee:

Angleichung an Prüfverfahren Gelatine

Verwendung von BB's aus Stahl

Herabsetzen der Prüfgeschwindigkeit



Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Seifenkennwert nach dem Beschuss

Grundlage ist Gesetz von Martel:

Bei Bildung einer Kaverne verhält sich das Volumen direkt proportional zur dabei aufgewendeten Energie.

Zusammenhang zwischen Kavernenvolumen und abgegebener Energie:

$$V = \mu * E_{ab} \quad [\text{Werte für } \mu : 0,12 \text{ bis } 0,20 \text{ cm}^3/\text{J}]$$

interessant: Proportionalitätsfaktor μ bleibt unabhängig von der Art des Geschosses bis über 2.500 J!

(Quelle: Kneubuehl, Wundballistik, 3.Auflage, Seiten 152-154, 2008)

Seifenkennwert als Kehrwert des Proportionalitätsfaktors:

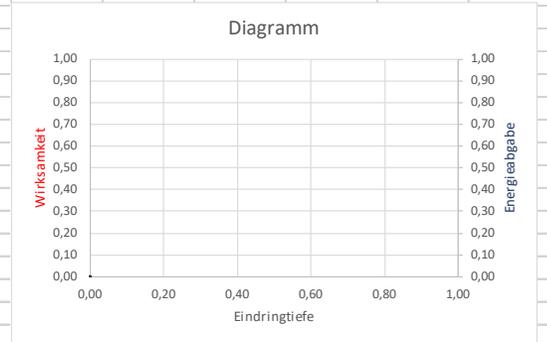
$$E_{ab} = \frac{1}{\mu} * V \quad [\text{Werte für } \frac{1}{\mu} : \text{ca. } 4,0 \text{ bis } 6,0 \text{ J/cm}^3]$$

(Quellen: Kneubuehl et al., Tsiatis et al., Burgos-Diez et al., Pirlot et al., Gremse et al.)

Anhang

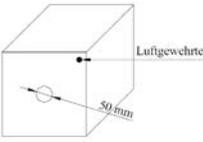
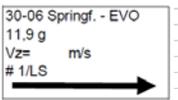
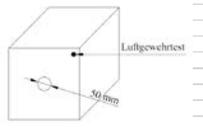
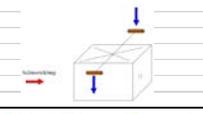
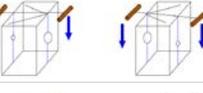
Excel-Datei zur Auswertung

Auswertung von Seifenbeschüssen										Seite 1		
zur Bestimmung der Geschosswirksamkeit												
Kaliber:		mm			Auftrag:							
Kaliber (nominal):		mm			Versuchsdatum:							
Geschosstyp:					Auswertedatum:							
Hersteller:												
Geschossmasse:		g			Eindringtiefe Diabolo:		mm					
Schuss:					Realmass [mm]:							
Auftreffgeschwindigkeit:		m/s			Bildmass [mm]:							
Auftreffenergie:		0,0 J			Massstabsfaktor:							
Nr.	Messwerte		Segment		Volumen- summe [cm ³]	Energieprofil		abgegebene Energie [J]	Werte für Grafik			
	Tiefe [mm]	Durchm. [mm]	Länge [cm]	Volumen [cm ³]		Tiefe [cm]	Wirksamkeit [J/cm]					
0			0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
23			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
24			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
25			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	Seifenkennwert experimentell:				#DIV/0!	J/cm ³						
25	Seifenkennwert für Rechnung:				#DIV/0!	J/cm ³						
	1/Seifenkennwert:				#DIV/0!	cm ³ /J						

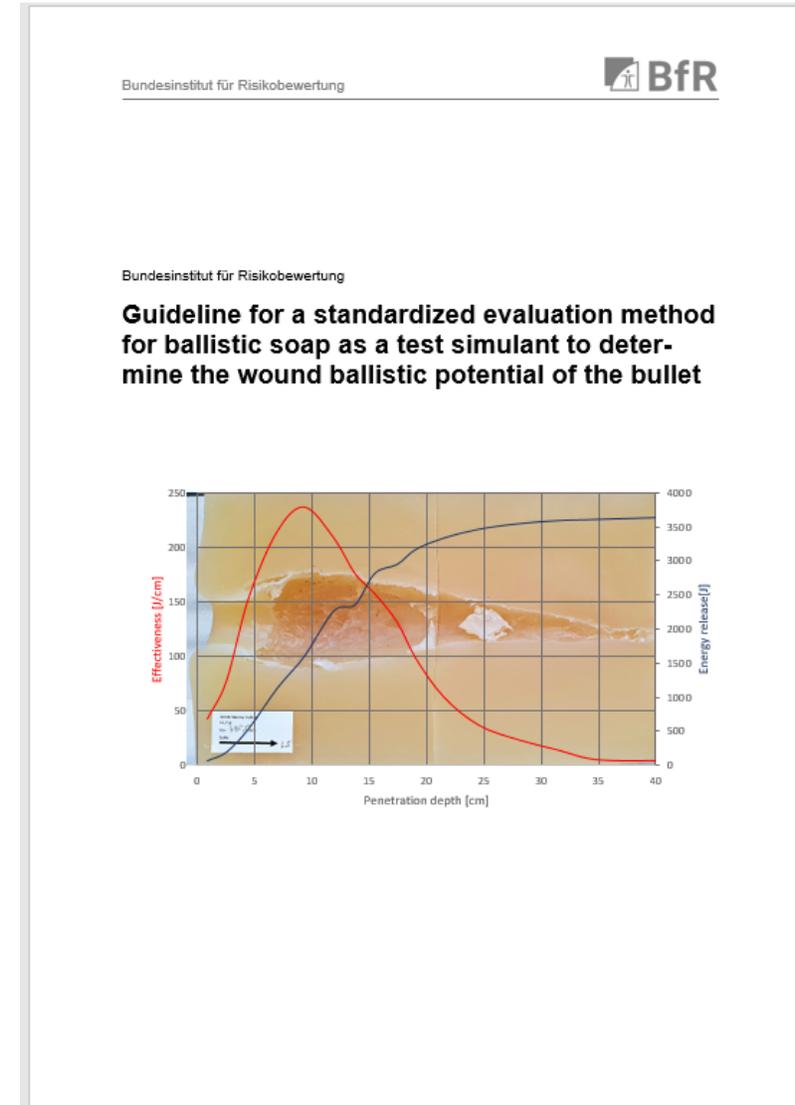


Anhang

Tabellarische Kurzfassung

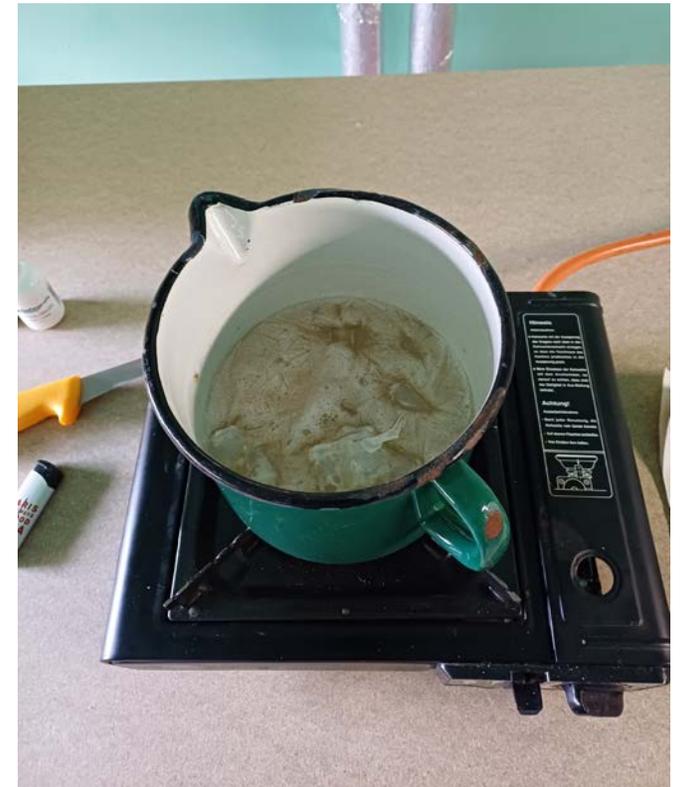
Standardarbeitsanweisung					Autor: Ingo Rottenberger	
Simulanz: ballistische Seife						
Lfd.Nr.:	Bezeichnung des Arbeitsganges	Tätigkeitsumfang	Hinweise zum Arbeitsgang	zusätzliche Informationen	Abbildungen	
1	Arbeitsvorbereitung	Seifenbestellung (nur falls nicht zentral)	Hersteller: Fa. Walde, Innsbruck	Wichtig: bei Fa. Walde "nach Permatin-Rezeptur" bestellen. Maße des Seifenblockes: 40cm x 25cm x 25cm (LxBxH) Seife ist gelb bis ockerfarben. Lagertemperatur: 15°C bis 20°C (dunkel und trocken)		
		Diabolo-Test mit Luftgewehr (LG) durchführen	Als Wareneingangskontrolle an zwei Blöcken.	Prüfung der Zusammensetzung lt. Zertifikat und techn. Lieferbedingungen Seife sollte nicht älter als 6 Monate sein. LG-Test: Schuss stirnseitig in die obere rechte Ecke der Seifenblöcke. Trefferzone für LG-Test jeweils 30mm vom Rand entfernt - siehe Abbildung.		
		Tiefe des eingedrungenen Diabolos ermitteln Tiefe im Datenblatt notieren	Geschoss: Flachkopf Diabolo 0,53 g Projektdurchmesser: 4,5 mm ± 0,25 mm Projektilgeschwindigkeit: 300 m/s ± 10 m/s geforderte Eindringtiefe: 90 mm ± 10 mm Distanz zw. Mündung und Stirnfläche der Seife: 5 cm (Toleranz: max. + 5 cm)	Blöcke wieder in Folie und Karton verpacken.		
		Aufkleber für Seifenblöcke vorbereiten	Aufkleber beinhaltet: 1. Zeile - Kaliber und Geschoss 2. Zeile - Geschossmasse 3. Zeile - Zielgeschwindigkeit (später von Hand einzutragen!) 4. Zeile - Schuss-Nr. und Angabe der auszuwertenden Blockhälfte 5. Zeile - Pfeil mit definierter Länge	Blockhälfte nur dann, wenn beide Hälften ausgewertet werden sollen. Pfeillänge, z.B.: 50,0mm - Genauigkeit ist wichtigste Grundlage für Auswertung!		
2	Beschussvorbereitung	Versuch aufbauen nach Versuchsdesign	Siehe dazu Abbildung im Anhang.	Aufbau zunächst ohne Seifenblöcke Umgebungstemperatur: 17°C bis 23°C Ggf. Korrektur und Wiederholung des Probeschusses.		
		Probeschuss auf Indikatorpapier	Abgleich des Haltepunktes mit der Treffpunktlage	Geschossenergie muss vollständig in der Prüfsimulanz aufgenommen werden!	siehe dazu Abb. im Anhang unten	
		Seifenblöcke positionieren	Immer zwei Seifenblöcke hintereinanderstehend verwenden. Ausrichten der Seifenblöcke in gerader Richtung zum Schuss. Auf der Oberseite bei beiden Seifenblöcken über die Diagonale ein Kreuz einritzen.			
3	Beschuss der Blöcke	Diabolo-Test durchführen Tiefe des eingedrungenen Diabolos ermitteln Wert im Datenblatt notieren	Hinweise siehe oben!	Informationen siehe oben	siehe Abb. oben	
		Einrichten der Waffe/Beschussvorrichtung Sicherheitsabfrage Laden der Waffe/Beschussvorrichtung Schussabgabe Sicherheit herstellen Kontrolle der Seifenblöcke Aufkleber vervollständigen	Auf die Mitte der Stirnseite des vorderen Seifenblockes. Verschluss der Waffe/Beschussvorrichtung öffnen. Geschoss darf weder den ersten noch den zweiten Block nicht verlassen haben! Zielgeschwindigkeit des Geschosses eintragen	Schuss stirnseitig mittig im Block in einem Kreis von 50mm Durchmesser. Wölbung an den Außenseiten nicht mehr als 3cm! Falls Geschoss den zweiten Block verlassen hat oder seitlich ausgetreten ist, ist der Beschuss zu wiederholen.		
4	Blöcke schneiden	Beschossene Blöcke zum Schneidisch transportieren				
		Vorderen Block schneiden	Block mittig zur Längsseite und senkrecht zur Blockauflage durchschneiden.	Hilfsmittelpfehlung: dünne Gitarrensaiten		
		Blockhälften auseinanderziehen				
		Rechte Blockhälfte vom Schneidisch entfernen				
		Linke Blockhälfte um 90° auf der Unterlage drehen				
		Linke Blockhälfte schneiden	Schneiddraht senkrecht über den höchsten Punkten der Kaveme auf beiden Seiten positionieren (siehe Abbildung). Beim Erreichen der Kaveme Schnittgeschwindigkeit verlangsamen und Schneiddraht in Richtung der unteren Ausdehnung der Kaveme führen. Block vollständig durchschneiden.	Falls Mitte nicht exakt getroffen wurde - vorsichtig nachschneiden ohne Beschädigung bzw. Vergrößerung der Kaveme!		
		Linke Blockhälften auf Ablage stellen				
		Rechte Blockhälfte schneiden	Wie bei linker Blockhälfte beschrieben, rechte Blockhälfte schneiden.	Bei schrägem Geschossverlauf folgt diesem der Schnittverlauf!		
Hinteren Block schneiden	Analog zur Reihenfolge des vorderen Blocks.	Bei schrägem Geschossverlauf folgt diesem der Schnittverlauf!				
Beide Hälften auseinanderziehen und auf Ablage stellen	Schneiddraht vorsichtig am Geschoss vorbeiführen.	Block in der Länge kürzen - ca. 2 cm hinter dem Geschoss.				

Quellen



Nachhaltigkeit

Was tun mit der beschossenen Seife?



Nachhaltigkeit

Erste Ergebnisse



Nachhaltigkeit

Verbesserungen



Danke

Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt
UAL 31 im BMEL

Dr. Ellen Ulbig
FG 84

Dr. Dr. Beat P. Kneubuehl
bpk consultancy GmbH, Thun

Dr. Fabiano Riva
Universität Lausanne

Ingo Rottenberger
T +49 30 18412-28908
Ingo.Rottenberger@bfr.bund.de

Bundesinstitut für Risikobewertung
bfr.bund.de



gültig für Texte, die vom BfR erstellt wurden
Bilder/Fotos/Grafiken sind ausgenommen, wenn nicht anders gekennzeichnet

BfR | Risiken erkennen –
Gesundheit schützen

Verbraucherschutz zum Mitnehmen

BfR2GO – das Wissenschaftsmagazin des BfR

bfr.bund.de/de/wissenschaftsmagazin_bfr2go.html

Folgen Sie uns

 @bfrde | @bfren | @Bf3R_centre

 @bfrde

 youtube.com/@bfr_bund

 social.bund.de/@bfr

 linkedin.com/company/bundesinstitut-f-r-risikobewertung

 soundcloud.com/risikobewertung