

Robin Stern, Wolfgang Breilmann, Markus Brochhagen

<u>Inhalt</u>

- Projektziel
- Vorbereitung
- Formeln
- Versuchsaufbau
- Durchführung
- Messergebnisse
- Fehleranalyse
- Auswertung

Projektziel

Ziel des Projekts:

Bestimmung einer Abhängigkeit von Geschwindigkeit einer Kugel, Dichte des Materials und der Kugel zur Eindringtiefe in ein Target.

Grundlage der Überlegung

Formel aus einem Buch über die Eindringtiefe:

$$L = \frac{L_0 \cdot \rho_p}{\rho_M}$$

$$\rho_p = \frac{1002.86 \text{ kg}}{\frac{3}{m}}$$

$$\rho_M = \frac{1020 \text{ kg}}{\frac{3}{m}}, \text{ Dichte der Gelatine}$$

$$L = 9.83 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Allerdings: keine Abhängigkeit von der Geschwindigkeit!

Unser Versuch sollte daher herausfinden ob diese Formel für einen bestimmten Geschwindigkeitsbereich zutrifft und ggf. einen allgemeinen Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit, Dichten und Eindringtiefe herstellen.

Vorbereitung

- · Erste Überlegungen
 - Abschuss der Kugel
 - Messung der Geschwindigkeit
 - Materialarten des Targets
 - Projektilarten

Abschuss der Kugel

Als erster Aufbau zum Abschuss der Kugel war eine Realisierung über Luftdruck angedacht. Aber:

- zu unsicher
- zu teuer

Also: Beschleunigung der Kugel über eine gespannte Feder!

Messung der Geschwindigkeit

Zur Messung der Geschwindigkeit der Kugel waren mehrere Methoden angedacht:

- Rotierende Scheiben
- Lichtschranken
- Ballistisches Pendel
- Impulsmessung

Rotierende Scheiben:

- physikalisch interessant und witzig
- aber: Aufbau zu umständlich
- Methode zu ungenau: Scheiben bremsen Kugel; Drehgeschwindigkeit muss gemessen werden;

Ballistisches Pendel:

- auch interessant
- ungenau: maximale Auslenkung muss bestimmt werden
- kinetische Energie geht in Verformung → direkter Fehler bei der Messung

Impulsmessung:

- ebenfalls: kinetische Energie geht in Verformung über

Lichtschranken:

- fertiger Aufbau
- Ergebnis wird direkt am Bildschirm angezeigt

Target Material

Angedacht waren:

- Holz
- Metall
- Styropor
- Ton
- Stein
- Gelatine
- Pudding

Tatsächlich realisierbar war aber nur Gelatine!

Projektile

Verschiedene Formen der Projektile:

- Kugel
- Zylinder
- Angespitzter Zylinder

Material:

- Metall (nur die Kugel)
- POM
- Holz

Formeln

Formeln

$$F = m \cdot a = k \cdot x$$

$$E = \int F dx = \int k \cdot x dx = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \qquad \Rightarrow v^2 = \frac{k}{m} \cdot x^2$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{m}} x$$
 Konstante Beschleunigung des Kolbens!

$$E_{ges} = \frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot v_3^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_4^2$$

$$p_{ges} = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_3 + m_2 \cdot v_4$$

m : Masse des Kolbens

 m_2 : Masse der Kugel

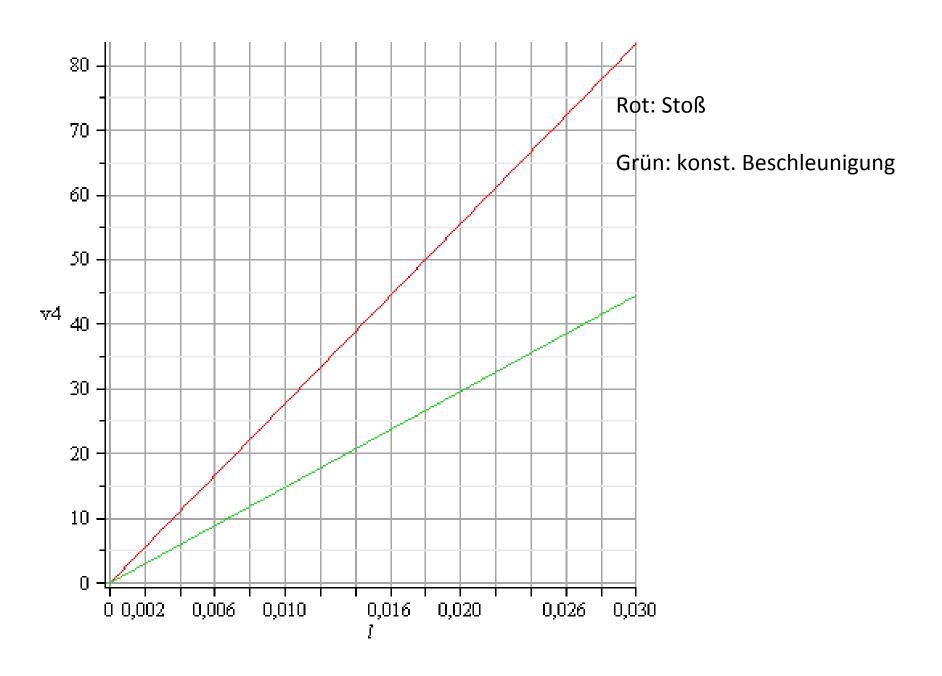
k: Federkonstante

l:Auslenkung der Feder

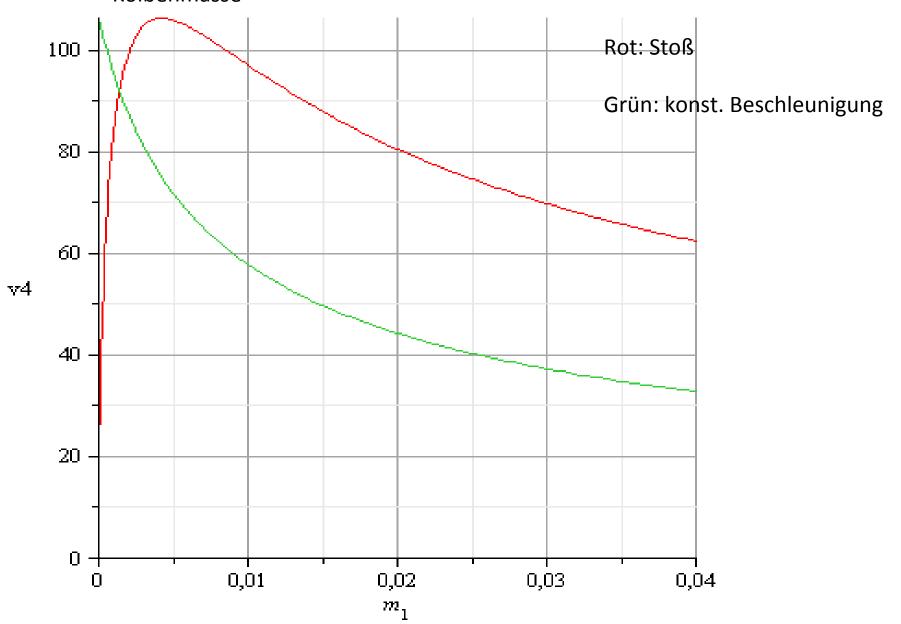
Annahme: (Geschwindigkeit der Kugel vor dem Sto β) = 0

$$v_4 := \frac{2\sqrt{\frac{m_1 k}{1}}}{\frac{m_1 + m_2}{1}}$$

Geschwindigkeit der Kugel in Abhängigkeit der Auslenkung



Geschwindigkeit der Kugel in Abhängigkeit von der Kolbenmasse



$$v_1 \coloneqq \sqrt{\frac{k}{m_1}} l$$

$$v_4 := \frac{2\sqrt{\frac{m_1 k}{1}} l}{\frac{m_1 + m_2}{1}}$$

$$v_3 := v_1 - \frac{m_2}{m_1} \cdot v_4;$$

$$v_3(0.025) = \frac{29.98 \cdot m}{s}$$

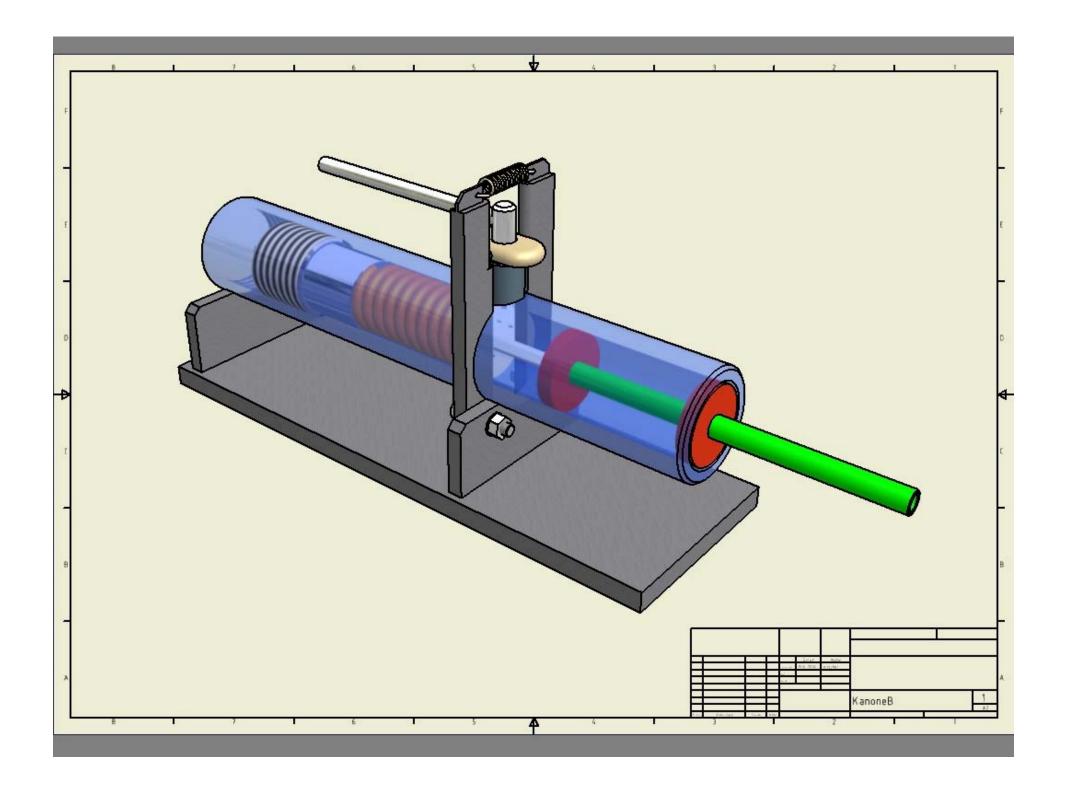
$$v_4(0.025) = \frac{69.63 \cdot m}{s}$$

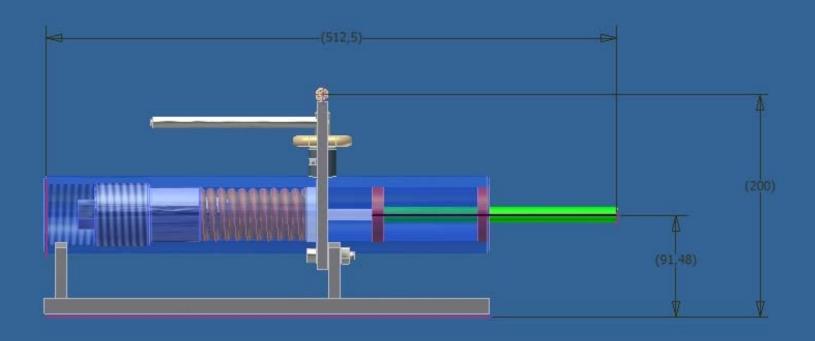
$$m_1 = 0.0302 \ kg$$
 $m_2 = 0.0042 \ kg$

$$k = \frac{76 \cdot 10^3 \, N}{m}$$

Vorbereitung

Konstruktion der Kanone





Versuchsaufbau



Versuchsaufbau - Vorbereitungen

Kiste mit Holz ausgekleidet





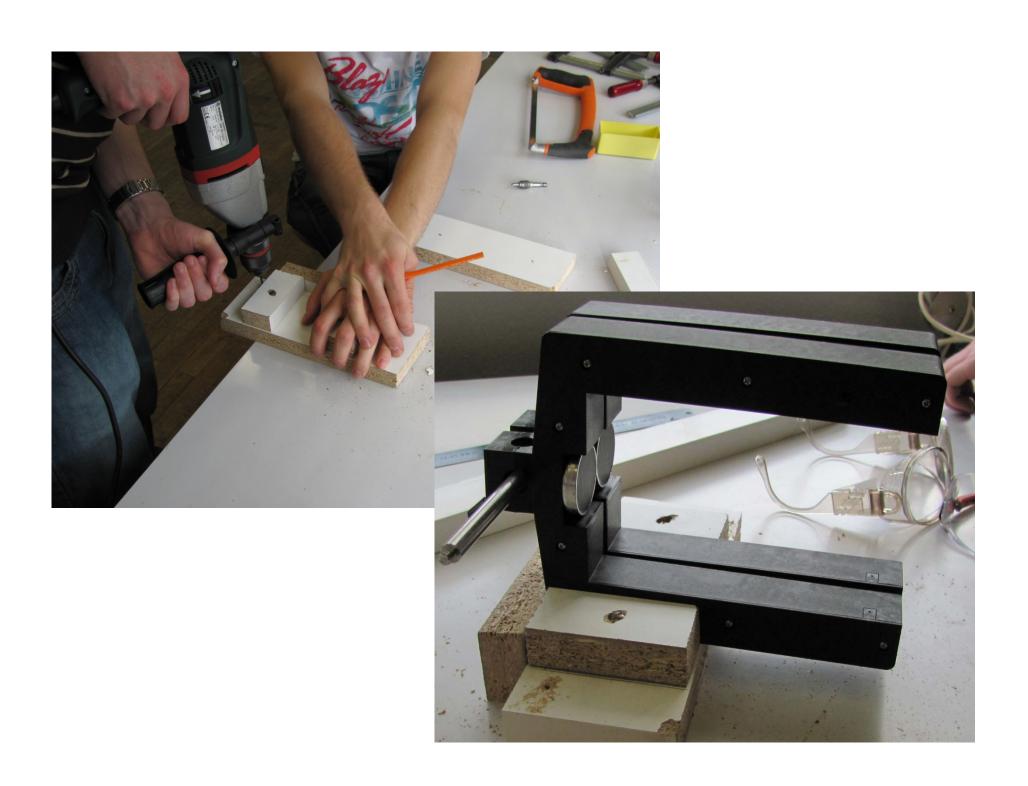
Versuchsaufbau - Vorbereitungen

- Kiste mit Holz ausgekleidet
- Löcher für Kabel gebohrt

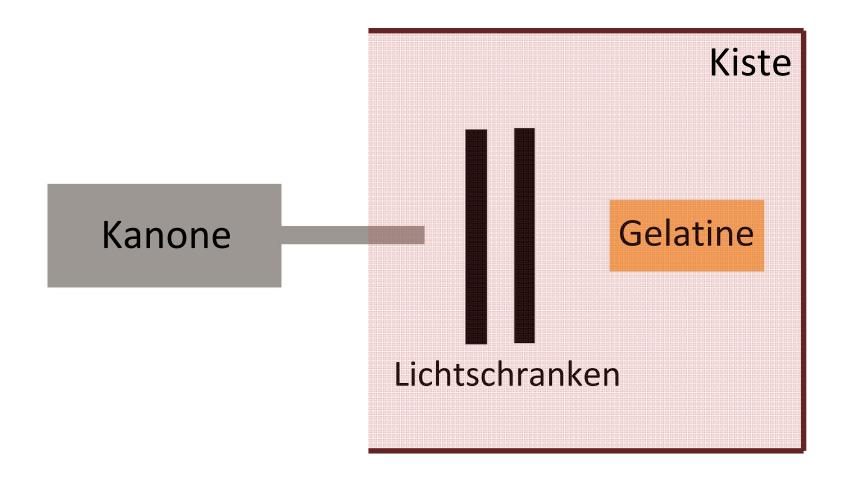


Versuchsaufbau - Vorbereitungen

- Kiste mit Holz ausgekleidet
- Löcher für Kabel gebohrt
- Unterlagen für Lichtschranken gebaut



Grundsätzlicher Aufbau





• Erste Testschüsse auf Styropor und Papier



Geschwindigkeit sehr niedrig

Modifikationen

Rohr gekürzt

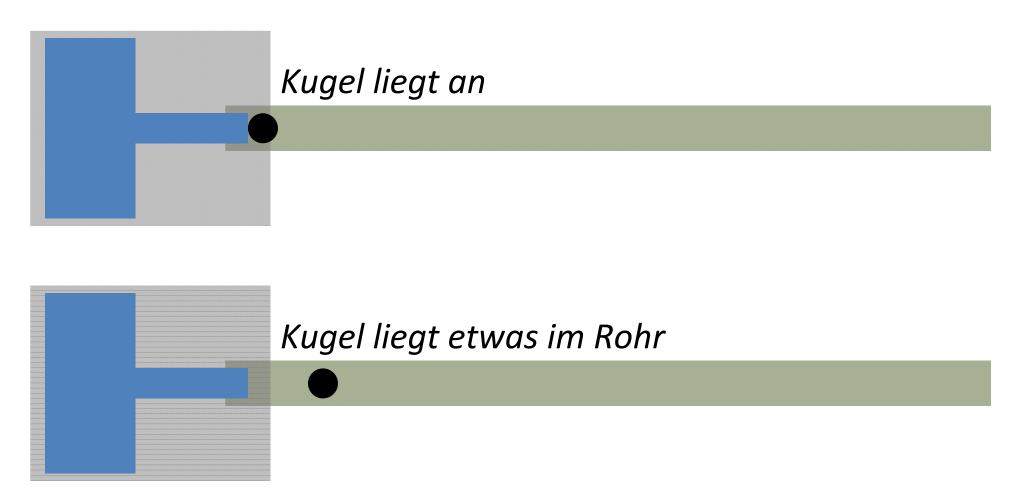


Modifikationen

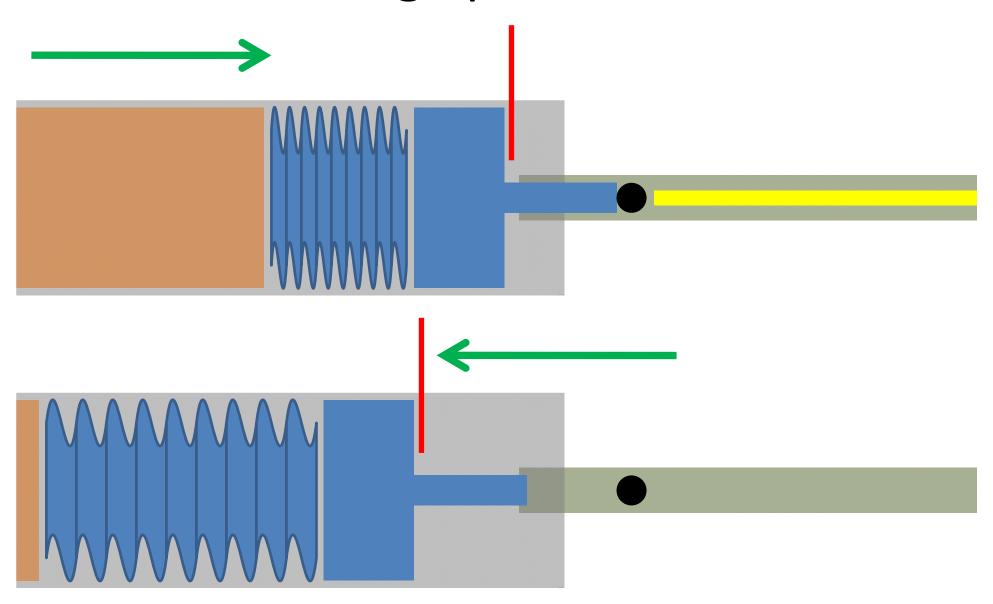
- Rohr gekürzt
- Löcher ins Rohr gebohrt



Kugelposition



Kugelposition

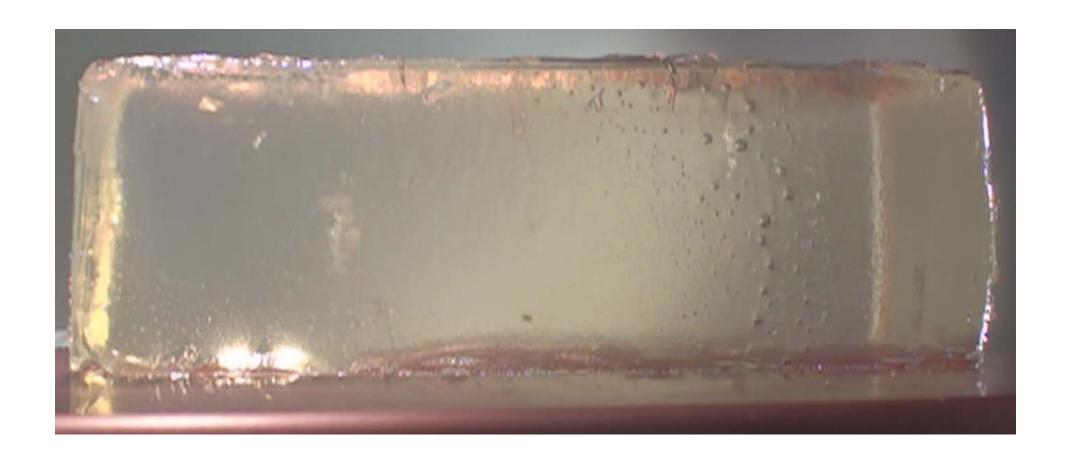


Durchführung

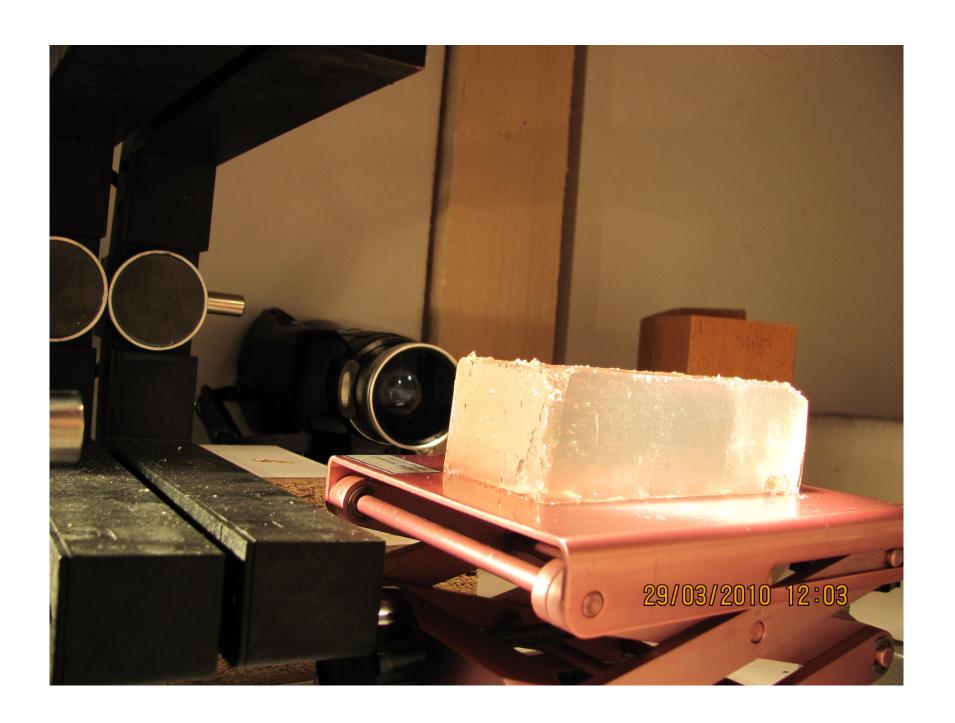
- Anrühren der Gelatineblöcke
- Schüsse auf die Gelatineblöcke
- Messung der Eindringtiefen
- Dichtebestimmung der Gelatineblöcke

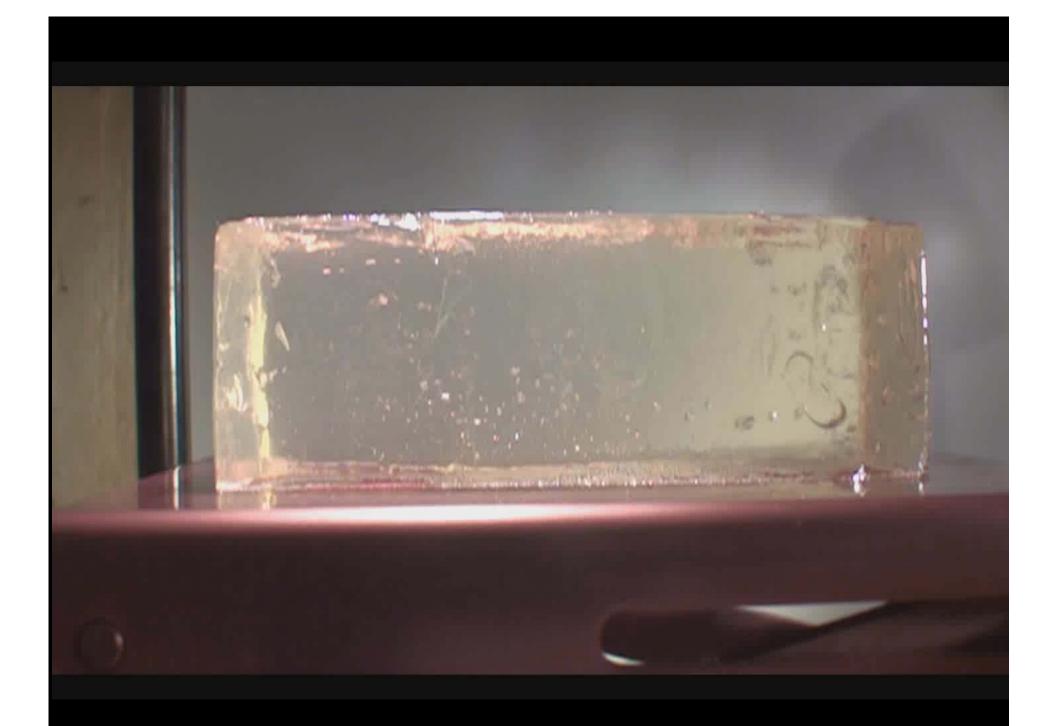
Anrühren der Gelatine



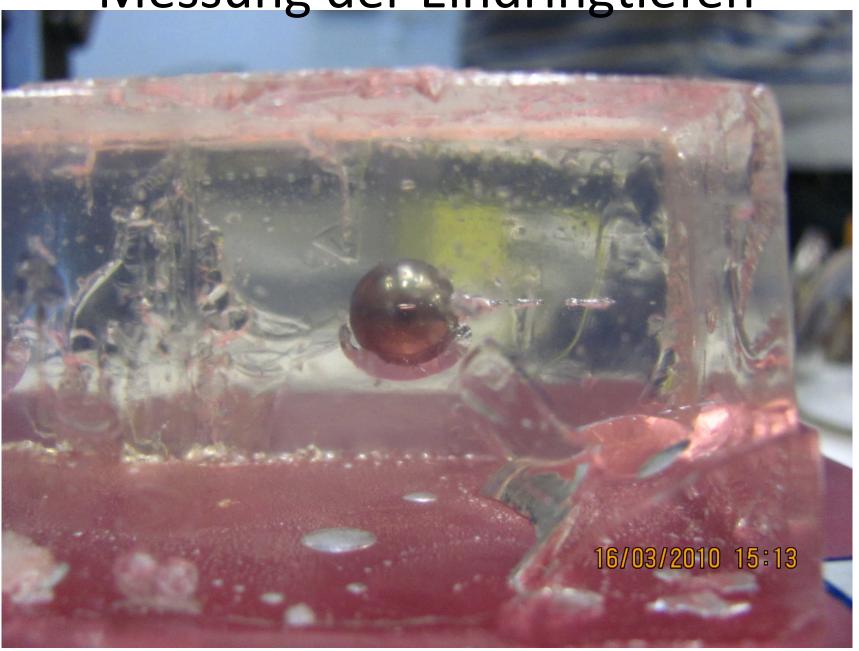








Messung der Eindringtiefen



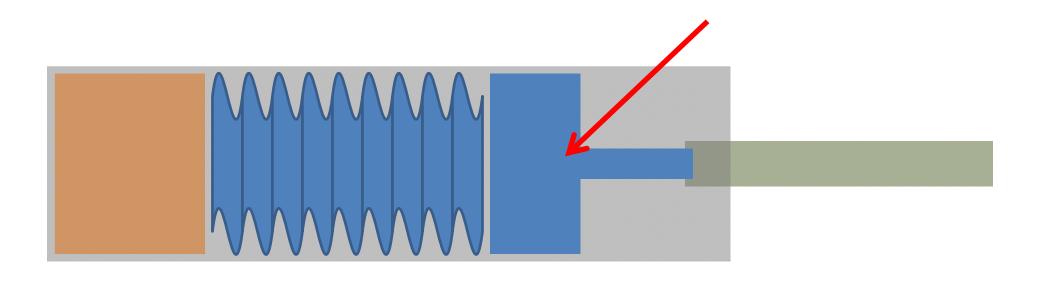
Dichtebestimmung der Gelatineblöcke

- Messung der Masse
- Messung des Volumens mit Messzylinder mit Wasser



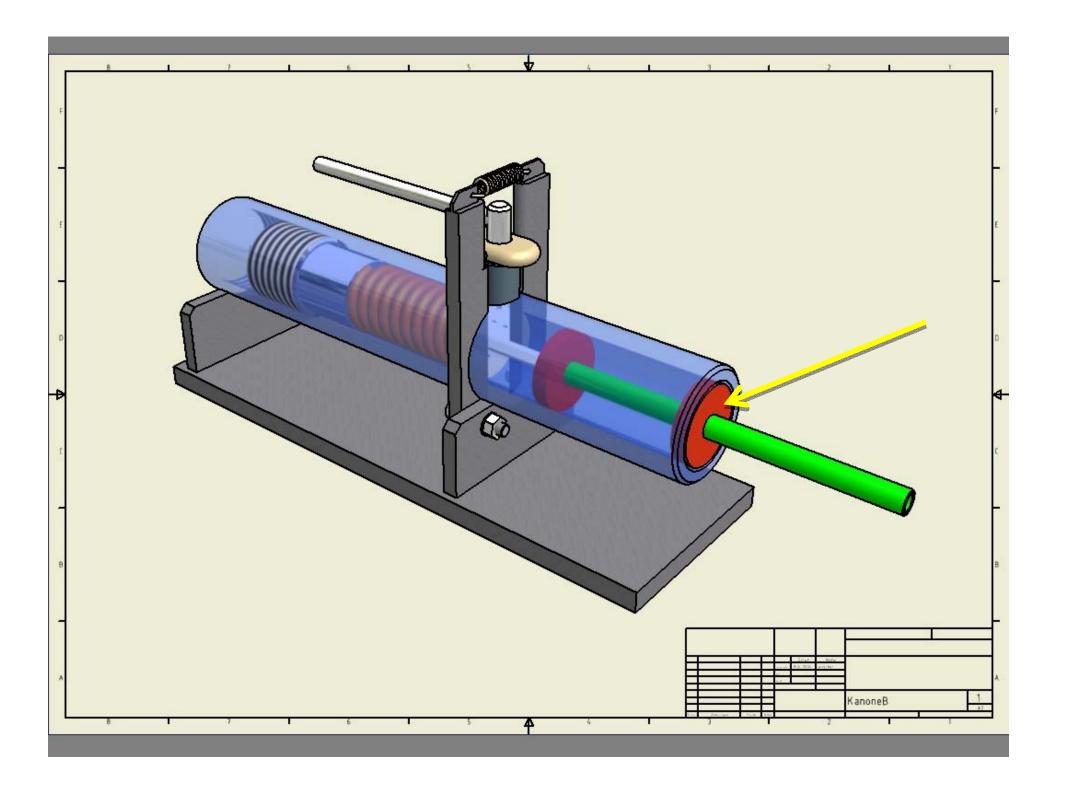
Probleme an der Kanone

Starke Abnutzung des Stempels



Probleme an der Kanone

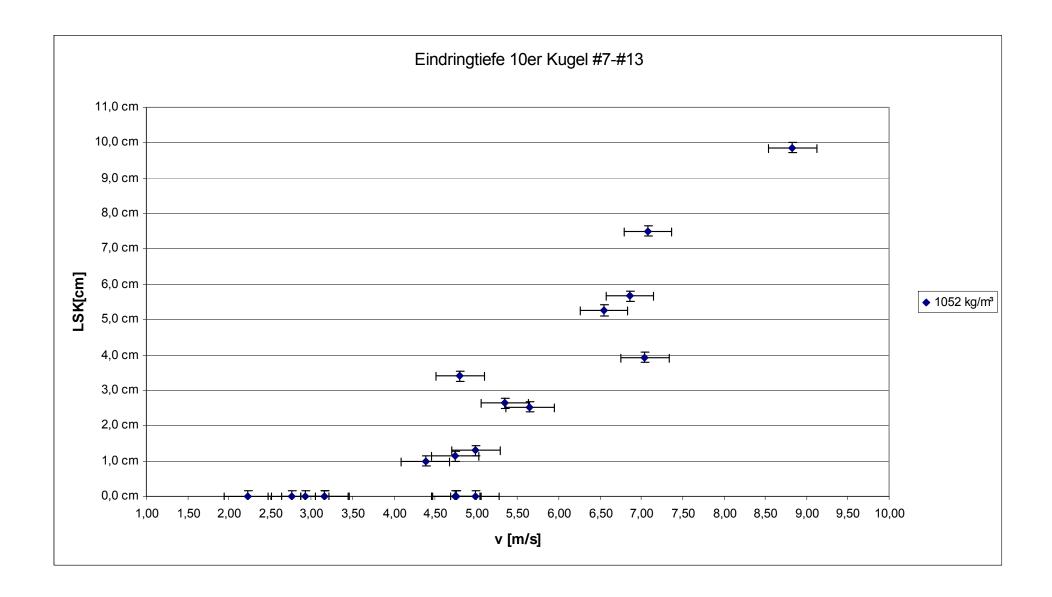
- Starke Abnutzung des Stempels
- Mehrfacher Bruch einer Schweißnaht

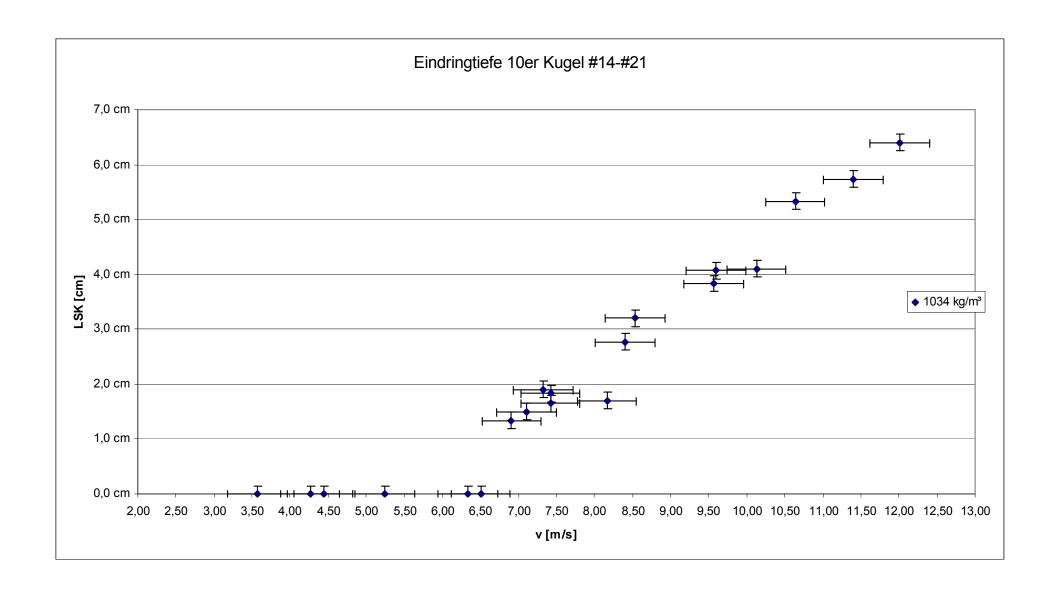


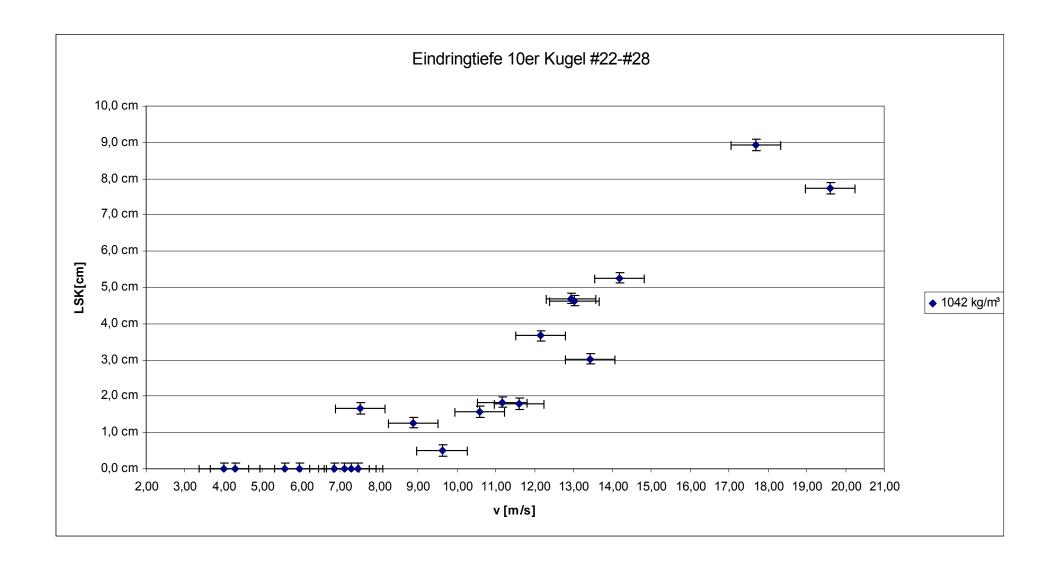


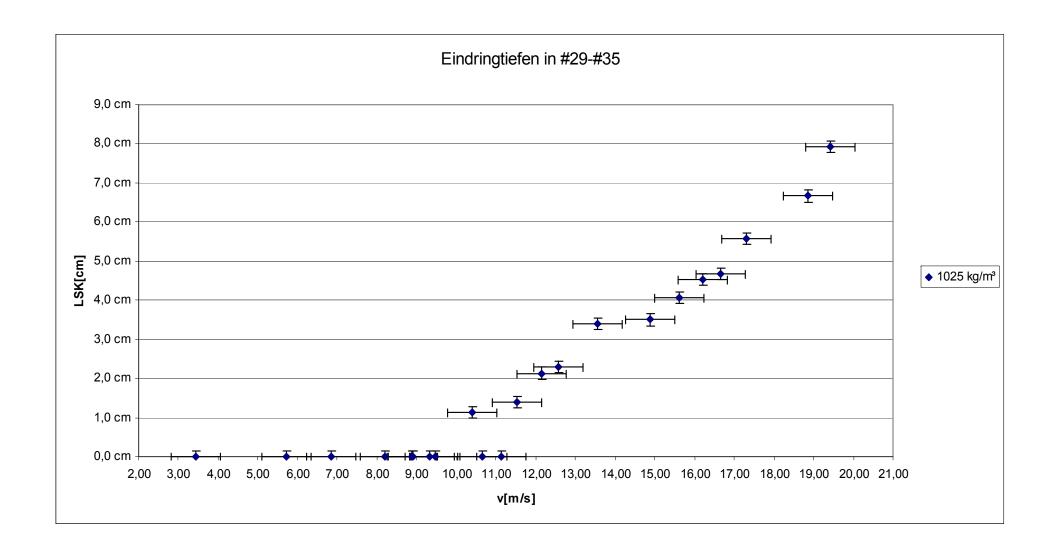
Ergebnisse

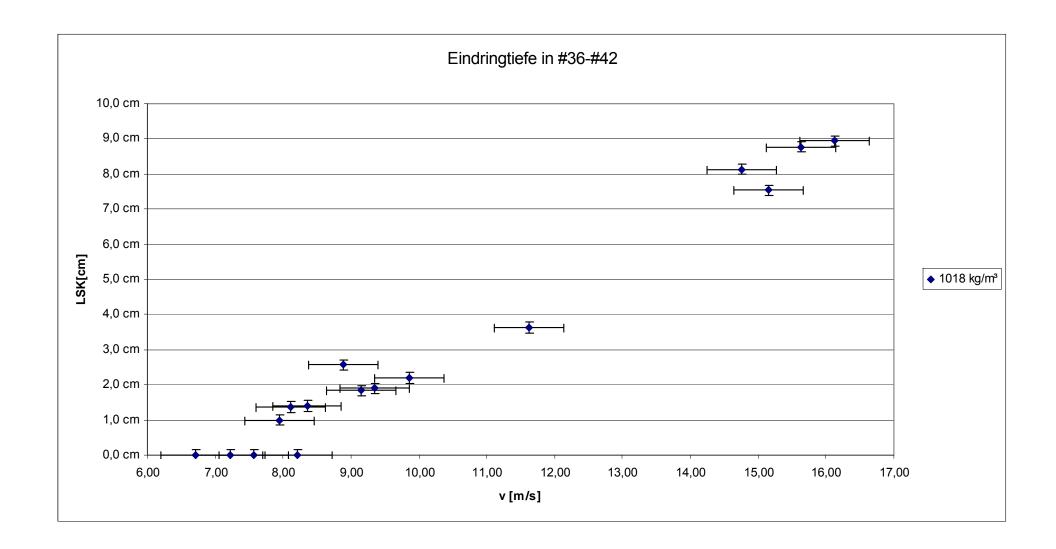
- 1. grafische Darstellung der Eindringtiefen und Erläuterungen zu den Grafiken
- 2. Erläuterung der Ergebnisse aus den Grafiken











Erster Eindruck

- Ergebnisse ganz unterschiedlicher Qualität
- #14-#21 und #29-#35 lassen einen linearen Zusammenhang zwischen Eindringtiefe und Geschwindigkeit erkennen
- Dichte der Gelatineblöcke konnte kaum variiert werden

#7-#13	#14-#21	#22-#28	#29-#35	#36-#42
1052 +/-21 [kg/m³]	1034 +/-9	1042 +/- 19	1025 +/- 10	1018 +/- 6
	[kg/m³]	[kg/m³]	[kg/m³]	[kg/m³]

Mögliche Fehlerquellen

- Fehler in der Dichtebestimmung
- Fehler in der Geschwindigkeitsmessung
- Fehler beim Bestimmen der Eindringtiefe
- Systematische Fehler

Fehler in der Dichtebestimmung

- Wasser spritzt aus Messzylinder oder an Zylinderwand
- Zu viel Gelatine im Zylinder
- Komprimierung der Gelatine durch Druck von oben liegenden Gelatinebrocken
- Lufteinschlüsse in der Gelatine

Fehler in der Geschwindigkeitsmessung

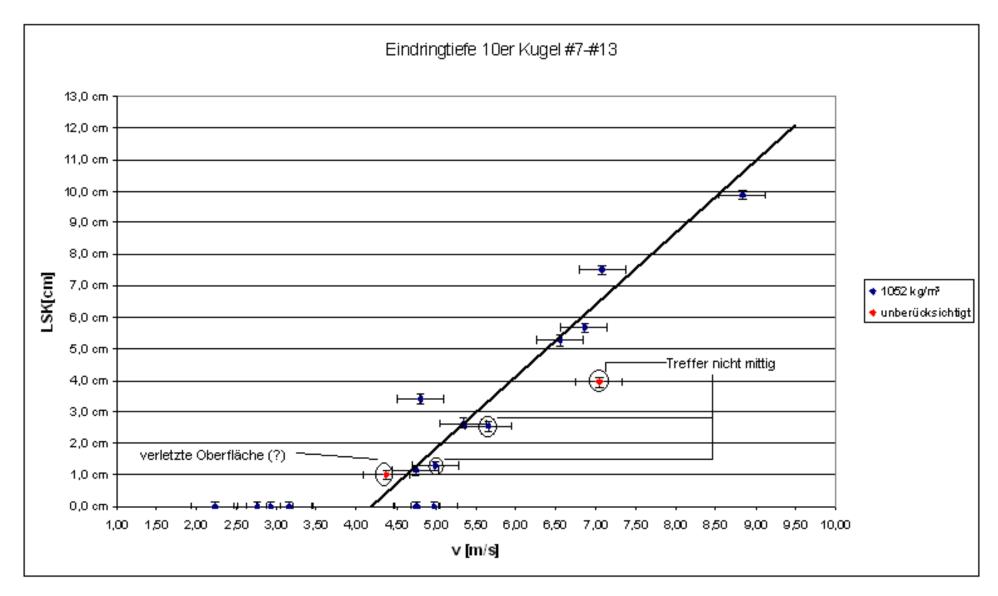
- Entfernung nur auf 1mm genau gemessen (Maßstab mit mm Einteilung)
- Flugbahn nicht parallel zur Verbindungslinie der Lichtschranken Skizze

Fehler beim Bestimmen der Eindringtiefe

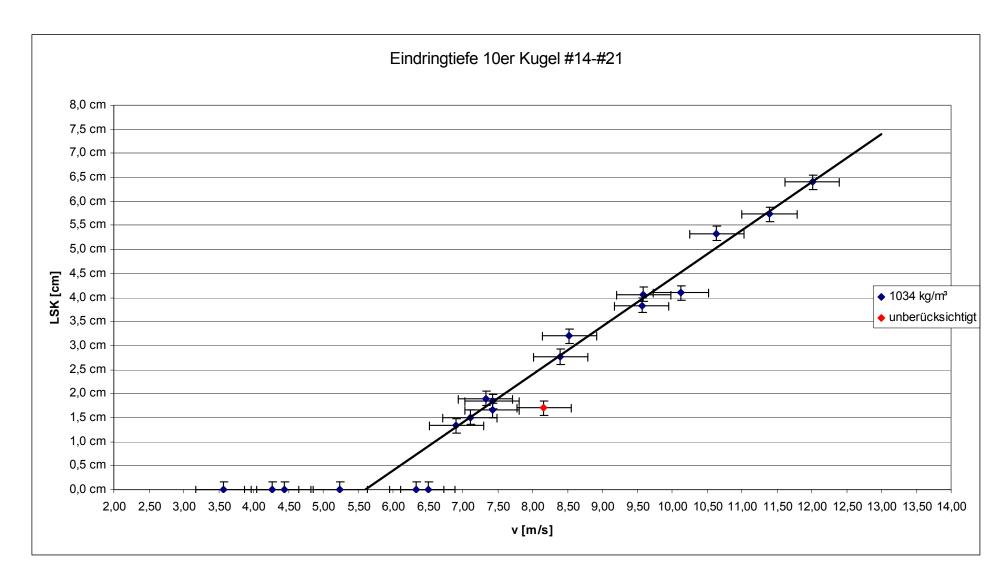
- Kein zu den Außenflächen paralleler Eintritt ins Material => zu niedrige Eindringtiefe
- Bei trüber Gelatine konnte die Kugel nicht exakt angepeilt werden
- Unbewusstes Verrutschen des Maßstabes

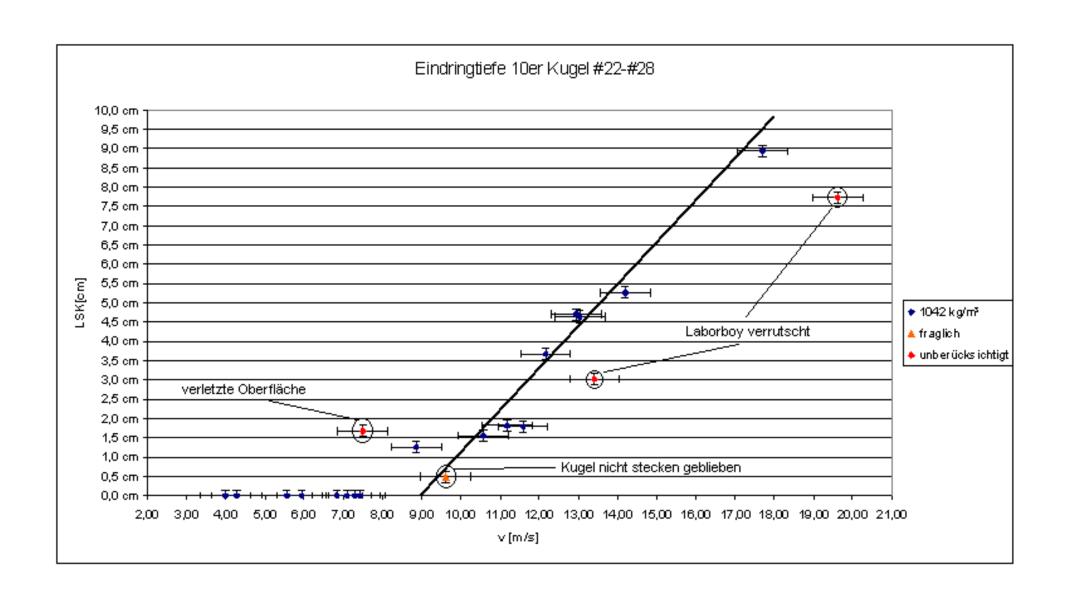
Systematische Fehler

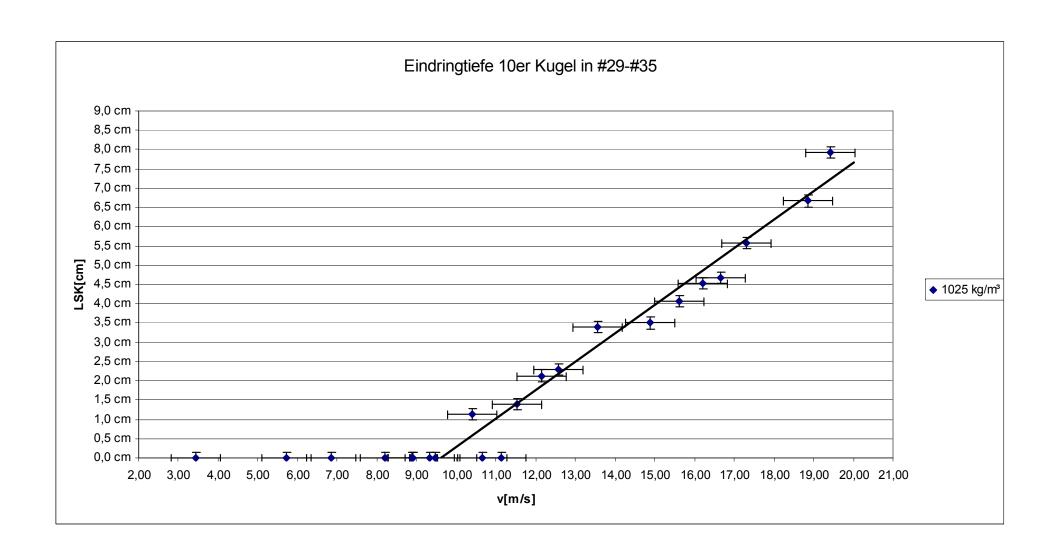
- Laborboy mit Gelatine verrutscht beim Eindringen der Kugel nach hinten
- Unbemerkte Verletzung der Oberfläche z.B. durch mehrmaligen Beschuss
- Treffer weit über der Mitte des Blocks verursacht Scherung des Materials

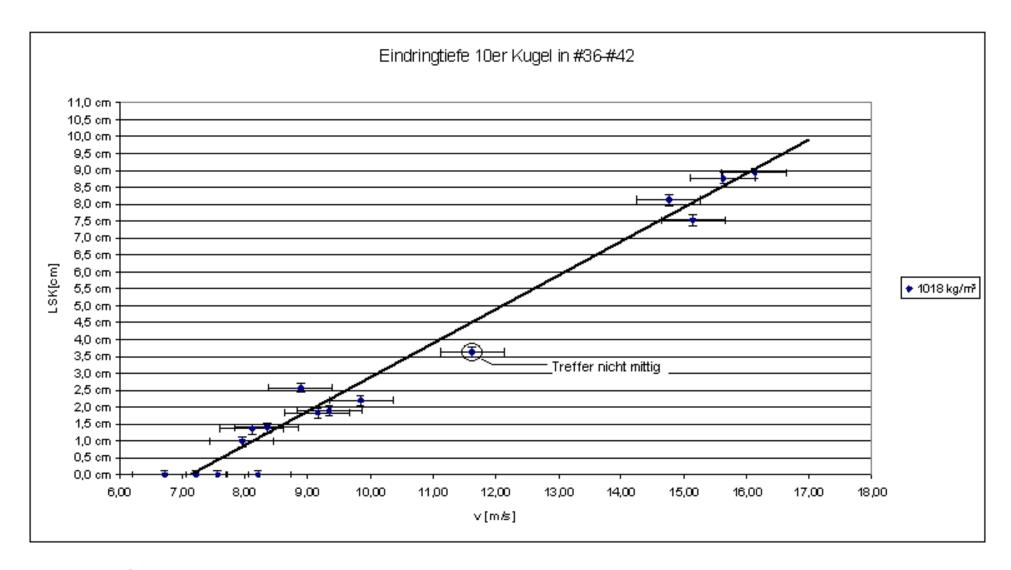


Beispiel Scherung Beispiel verletzte Oberfläche









Bsp2 Scherung

Zusammenfassung

Mischung	Dichte [kg/m³]	Steigung [cm/m*s]	Eindring- Geschwindigkeit [m/s]
#7-#13	1052 +/- 21	2,28	4,17
#14-#21	1034 +/- 9	1,00	5,60
#22-#28	1042 +/- 19	1,09	8,98
#29-#35	1025 +/- 10	0,74	9,62
#36-#42	1018 +/- 6	1,00	7,16

Interpretation

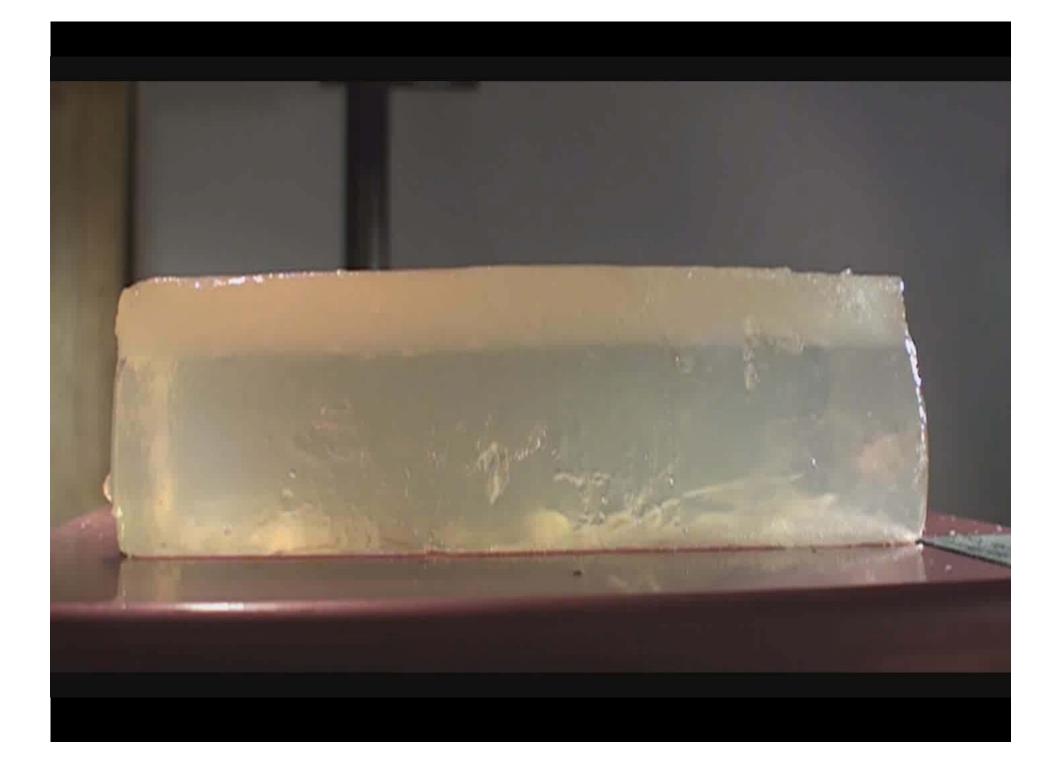
- Für kleine v linearer Zusammenhang zwischen LSK und v
- Einfluss der Dichte aus den Messwerten nicht bestimmbar
- Offensichtlich aber andere Parameter die einen Einfluss haben

Mögliche Einflüsse auf Eindringtiefe

- 1. Elastizität der Gelatine
- 2. Durchmesser des Projektils
- 3. Masse des Projektils

Hinweis für Punkt 1

- unterschiedliche Schwingungsfrequenzen deuten auf unterschiedliche Elastizitäten
- Bsp: #7-#13 und #29-#35



Schlusskommentar

Newtons Theorie zur Eindringtiefe konnte nicht überprüft werden da:

- Keine hohen Geschwindigkeiten erreicht werden konnten
- Die Dichte nicht signifikant variiert werden konnte.



zurück

		Durchgangszeit				Energie	Mittelw ert	Standard-	
	Projektil	Lichtschranken [s]	Tiefe [cm]	v(Projektil)[m/s]	D v(Projektil)	d. Projektils [J]	Eindringtiefe	abw eichung	Anmerkung
#7	10er Kugel	0,01447	0,0 cm	2,76	0,09	0,015	Х	Х	
	10er Kugel	0,00840	0,0 cm	4,76	0,15	0,045	Х	Х	
	10er Kugel	0,00803	0,0 cm	4,98	0,16	0,050	Х	Х	
	10er Kugel	0,00568	4,0 cm	7,04	0,23	0,099	3,9 cm	0,06	
			3,9 cm						
			3,9 cm						
#8	10er Kugel	0,01367	0,0 cm	2,93	0,10	0,017	Х	Х	
	10er Kugel	0,00843	0,0 cm	4,75	0,15	0,045	Χ	Х	
	10er Kugel	0,00913	0,9 cm	4,38	0,14	0,038	1,0 cm	0,10	
			1,1 cm						
			1,0 cm						
	10er Kugel	0,00801	1,3 cm	4,99	0,16	0,050	1,3 cm	0,10	
			1,4 cm						
			1,2 cm						
	10er Kugel	0,00708	2,6 cm	5,65	0,18	0,064	2,5 cm	0,06	
			2,5 cm						
			2,5 cm						
#9	10er Kugel	0,01265	0,0 cm	3,16	0,10	0,020	Х	Х	
		0,01267	0,0 cm	3,16	0,10	0,020	Х	Х	
		0,01792	0,0 cm	2,23	0,07	0,010	Х	Х	
	10er Kugel	0,00843	1,3 cm	4,74	0,15	0,045	1,1 cm	0,15	
			1,1 cm						
			1,0 cm						
	10er Kugel	0,00219	> 10,4 cm	18,26	0,60	0,667	Х	Х	
#10	10er Kugel	0,00565	7,4 cm	7,08	0,23	0,100	7,5 cm	0,10	
			7,6 cm						
			7,5 cm						
#11	10er Kugel	0,00833	3,3 cm	4,80	0,16	0,046	3,4 cm	0,10	
			3,4 cm						
			3,5 cm						
	10er Kugel	0,00583	5,7 cm	6,86	0,22	0,094	5,7 cm	0,15	
		?	5,8 cm						
			5,5 cm						
#12	10er Kugel	0,00749	2,6 cm		0,17	0,057	2,6 cm	0,06	
			2,7 cm						
			2,6 cm						
	10er Kugel	0,00611			0,21	0,086	5,3 cm	0,12	
			5,4 cm						
			5,2 cm						
#13	10er Kugel	0,00453			0,29	0,156	9,9 cm	0,15	
			9,7 cm						
			9,9 cm						

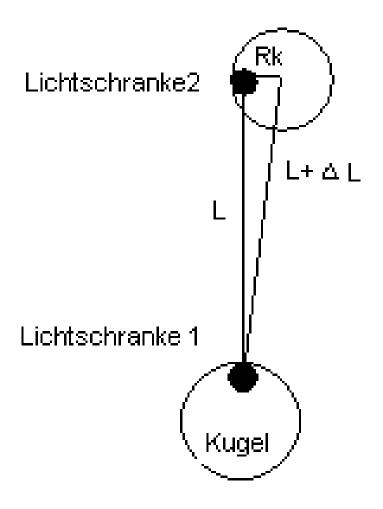
	Projektil	Durchgangszeit Lichtschranken [s]	Tiefe [cm]	v(Projektil)[m/s]	Dv(Projektil)	Energie d. Projektils [J]	Mittelw ert Eindringtiefe	Standard- abw eichung	Anmerkung
#14	10er Kugel	0,00938	0,0 cm	4,26	0,14	0,036	Х	Х	
	10er Kugel	0,00615	0,0 cm	6,50	0,21	0,085	Х	Х	
	10er Kugel	0,00901	0,0 cm	4,44	0,14	0,039	Х	Х	
	10er Kugel	0,00490	1,6 cm	8,16	0,27	0,133	1,7 cm	0,10	Block beschädigt siehe Video
			1,7 cm						
			1,8 cm						
#15	10er Kugel	0,01120	0,0 cm	3,57	0,12	0,026	Х	Х	
	10er Kugel	0,00763	0,0 cm	5,24	0,17	0,055	Х	Х	
	10er Kugel	0,00546	1,9 cm	7,33	0,24	0,107	1,9 cm	0,10	
			2,0 cm						
			1,8 cm						
	10er Kugel	0,00579	1,3 cm	6,91	0,22	0,095	1,3 cm	0,06	
			1,3 cm						
			1,4 cm						
#16	10er Kugel	0,00631	0,0 cm	6,34	0,21	0,080	Х	Х	
	10er Kugel	0,00469	3,2 cm	8,53	0,28	0,145	3,2 cm	0,10	
			3,1 cm						
			3,3 cm						
	10er Kugel	0,00563	1,4 cm	7,10	0,23	0,101	1,5 cm	0,10	
			1,5 cm						
			1,6 cm						
#17	10er Kugel	0,00476	2,6 cm	8,40	0,27	0,141	2,8 cm	0,15	
			2,8 cm						
			2,9 cm						
	10er Kugel	0,00395	3,9 cm	10,13	0,33	0,205	4,1 cm	0,20	
			4,3 cm						
			4,1 cm						
#18	10er Kugel	0,00351	5,5 cm	11,40	0,37	0,260	5,7 cm	0,21	
			5,8 cm						
			5,9 cm						
	10er Kugel	0,00539	1,7 cm	7,42	0,24	0,110	1,8 cm	0,12	
			1,9 cm						
			1,9 cm						
	10er Kugel	0,00539	1,6 cm	7,42	0,24	0,110	1,7 cm	0,07	Block quer
			1,7 cm						
#19	10er Kugel	0,00418	3,7 cm	9,57	0,31	0,183	3,8 cm	0,15	
			3,8 cm						
			4,0 cm						
	10er Kugel	0,00333	6,4 cm	12,01	0,39	0,289	6,4 cm	0,10	
			6,5 cm						
			6,3 cm						
#20	10er Kugel	0,00376	5,2 cm	10,64	0,35	0,226	5,3 cm	0,12	
			5,4 cm						
			5,4 cm						
	10er Kugel	0,00417	4,0 cm	9,59	0,31	0,184	4,1 cm	0,06	
			4,1 cm						
			4,1 cm						
#21	10er Kugel	0,00234	> 10,1 cm	17,09	0,56	0,584	Х	Х	
	10er Kugel	0,00243	> 10,2 cm	16,46	0,54	0,542	Х	Х	

		Durchgangszeit			D (5) (40)		Mittelw ert	Standard-	
	Projektil	Lichtschranken [s]				d. Projektils [J]			Anmerkung
#22	10er Kugel	0,01000	0,0 cm		0,13	0,032	Х	Х	
	10er Kugel	0,00931	0,0 cm	4,30	0,14	0,037	Х	Х	
	10er Kugel	0,00564	0,0 cm	7,09	0,23	0,101	Х	X	
	10er Kugel	0,00584	0,0 cm	6,85	0,22	0,094	Х	Х	
	10er Kugel	0,00416	0,5 cm		0,31	0,185	0,5 cm		
	10er Kugel	0,00378	1,6 cm	10,58201058	0,35	0,224	1,6 cm	0,15	
			1,7 cm						
			1,4 cm						
#23	10er Kugel	0,00345	1,9 cm		0,38	0,269	1,8 cm	0,10	
			1,8 cm						
			1,7 cm						
	10er Kugel	0,00298	3,1 cm	13,42281879	0,44	0,360	3,0 cm	0,12	beim Aufprall verrutscht
			2,9 cm						
			3,1 cm						
#24	10er Kugel	0,00204	7,8 cm	19,60784314	0,64	0,769	7,7 cm	0,06	beim Aufprall verrutscht
			7,7 cm						
			7,7 cm						
	10er Kugel	0,00358	1,9 cm	11,17318436	0,36	0,250	1,8 cm	0,06	
			1,8 cm						
			1,8 cm						
#25	10er Kugel	0,00282	5,3 cm	14,18439716	0,46	0,402	5,3 cm	0,06	Kamera
			5,2 cm						dreht sich
			5,3 cm						
	10er Kugel	0,00309	4,6 cm		0,42	0,335	4,7 cm	0,10	
			4,8 cm						
	10 11 1		4,7 cm		2.12				
#26	10er Kugel	0,00674	0,0 cm		0,19	0,070			
	10er Kugel	0,00720	0,0 cm	5,55555556	0,18	0,062			
	10er Kugel	0,00549	0,0 cm	7,285974499	0,18	0,106			
	10er Kugel	0,00537	0,0 cm		0,24	0,111	4 =	0.40	F ".1
	10er Kugel	0,00533	1,6 cm		0,24	0,113	1,7 cm	0,12	Ermüdungserscheinung (?)
			1,8 cm						
	40	0.00454	1,6 cm	0.000470004	0.00	0.457	4.0	0.00	
	10er Kugel	0,00451	1,2 cm	8,869179601	0,29	0,157	1,3 cm	0,06	
			1,3 cm						
#07	40	0.00007	1,3 cm	40.00004500	0.40	0.040	4.0	0.00	
#27	10er Kugel	0,00307	4,6 cm	· ·	0,43	0,340	4,6 cm	0,06	
			4,7 cm						
	10161	2 2222	4,6 cm		0 :-	2.000	6.7	2.00	
	10er Kugel	0,00329	3,6 cm		0,40	0,296	3,7 cm	0,06	
			3,7 cm						
116.5	10 16 :	2 227	3,7 cm						
#28	10er Kugel	0,00226	9,0 cm		0,58	0,627	8,9 cm	0,06	beim Aufprall verrutscht
			8,9 cm						
			8,9 cm						

		Durchgangszeit				Energie	Mittelw ert	Standard-	
	Projektil	Lichtschranken [s]	Tiefe [cm]	v(Projektil)[m/s]	D v(Projektil)	d. Projektils [J]	Eindringtiefe	abw eichung	Anmerkung
#29	10er Kugel	0,01160	0,0 cm	3,45	0,11	0,024	Х	Х	
	10er Kugel	0,00700	0,0 cm	5,71	0,19	0,065	Х	Х	
	10er Kugel	0,00585	0,0 cm	6,84	0,22	0,094	Х	Х	
	10er Kugel	0,00326	1,6 cm	12,27	0,40	0,301	1,6 cm	0,06	
			1,6 cm						
			1,7 cm						
	10er Kugel	0,00422	0,0 cm	9,48	0,31	0,180		Х	
	10er Kugel	0,00429	0,0 cm	9,32	0,30	0,174		X	
	10er Kugel	0,00295	3,3 cm	13,56	0,44	0,368	3,4 cm	0,10	
			3,4 cm						
			3,5 cm						
#30	10er Kugel	0,00488	0,0 cm	8,20	0,27	0,134		X	
	10er Kugel	0,00347	1,4 cm	11,53	0,38	0,266	1,4 cm	0,10	
			1,5 cm						
404	10on 16	0.00075	1,3 cm	10.07	0.05	0.000	V	V	
#31	10er Kugel	0,00375	0,0 cm	10,67	0,35	0,228		X	
	10er Kugel	0,00359	0,0 cm	11,14	0,36	0,248		X	
	10er Kugel	0,00212	6,6 cm	18,87	0,62	0,712	6,7 cm	0,06	
			6,7 cm 6,7 cm						
	10er Kugel	0,00329	2,2 cm	12,16	0,40	0,296	2,1 cm	0,06	
	Toel Rugel	0,00329	2,2 cm	12,10	0,40	0,290	2,1 0111	0,00	
			2,1 cm						
#32	10er Kugel	0,00240	4,7 cm	16,67	0,55	0,556	4,7 cm	0,06	
#0 <u>L</u>	Tool Tagor	0,00210	4,7 cm	10,01	0,00	0,000	1,7 0111	0,00	
			4,6 cm						
	10er Kugel	0,00247	4,6 cm	16,19	0,53	0,525	4,5 cm	0,12	
			4,4 cm	-, -			, , ,		
			4,6 cm						
#33	10er Kugel	0,00450	0,0 cm	8,89	0,29	0,158	Х	Х	
	10er Kugel	0,00449	0,0 cm	8,92	0,29	0,159	Х	Х	
	10er Kugel	0,00385	1,2 cm	10,39	0,34	0,216	1,1 cm	0,06	
			1,1 cm						
			1,1 cm						
	10er Kugel	0,00206	7,9 cm	19,42	0,64	0,754	7,9 cm	0,06	
			7,9 cm						
			8,0 cm						
#34	10er Kugel	0,00318	2,3 cm	12,58	0,41	0,316	2,3 cm	0,00	
			2,3 cm						
			2,3 cm						
	10er Kugel	0,00269	3,4 cm	14,87	0,49	0,442	3,5 cm	0,10	
			3,6 cm						
			3,5 cm						
#35	10er Kugel	0,00231	5,6 cm		0,57	0,600	5,6 cm	0,06	
			5,6 cm						
	10 11 :	2 225	5,5 cm					2.5.7	
	10er Kugel	0,00256	4,1 cm		0,51	0,488	4,1 cm	0,06	
			4,0 cm						
			4,1 cm						

	Projektil	Durchgangszeit Lichtschranken [s]	Tiefe [cm]	v(Projektil)[m/s]	D v(Projektil)	Energie d. Projektils [J]	Mittelw ert Eindringtiefe	Standard- abw eichung	Anmerkung
#36	10er Kugel	0,00529	0,0 cm	7,56		0,114		X	7
	10er Kugel	0,00554	0,0 cm			0,104		X	
	10er Kugel	0,00479	1,3 cm		0,27	0,139	1,4 cm		
	. co. rage.	3,000	1,5 cm			3,.55	.,	,	
			1,4 cm						
	10er Kugel	0,00487	0,0 cm		0,27	0,135	Х	Х	
	10er Kugel	0,00450	2,6 cm		0,29	0,158	2,6 cm	0,06	
			2,6 cm						
			2,5 cm						
#37	10er Kugel	0,00428	1,9 cm		0,30	0,175	1,9 cm	0,20	
			1,7 cm						
			2,1 cm						
#38	10er Kugel	0,00406	2,3 cm	9,85	0,32	0,194	2,2 cm	0,10	
			2,2 cm						
			2,1 cm						
	10er Kugel	0,00344	3,6 cm	11,63	0,38	0,270	3,6 cm	0,06	
			3,7 cm						
			3,6 cm						
#39	10er Kugel	0,00264	7,5 cm	15,15	0,50	0,459	7,5 cm	0,06	
			7,5 cm						
			7,6 cm						
	10er Kugel	0,00437	1,8 cm	9,15	0,30	0,168	1,8 cm	0,15	
			2,0 cm						
			1,7 cm						
#40	10er Kugel	0,00256	8,8 cm	15,63	0,51	0,488	8,8 cm	0,06	
			8,8 cm						
			8,7 cm						
	10er Kugel	0,00596			0,22	0,090		X	
	10er Kugel	0,00503			0,26	0,126	1,0 cm	0,00	
			1,0 cm						
			1,0 cm						
#41	10er Kugel	0,00248	8,9 cm		0,53	0,520	8,9 cm	0,06	
			8,9 cm						
			9,0 cm						
#42	10er Kugel	0,00271	8,1 cm		0,48	0,436	8,1 cm	0,06	
			8,2 cm						
			8,1 cm						
	10er Kugel	0,00493			0,26	0,132	1,4 cm	0,15	
			1,5 cm						
			1,4 cm						

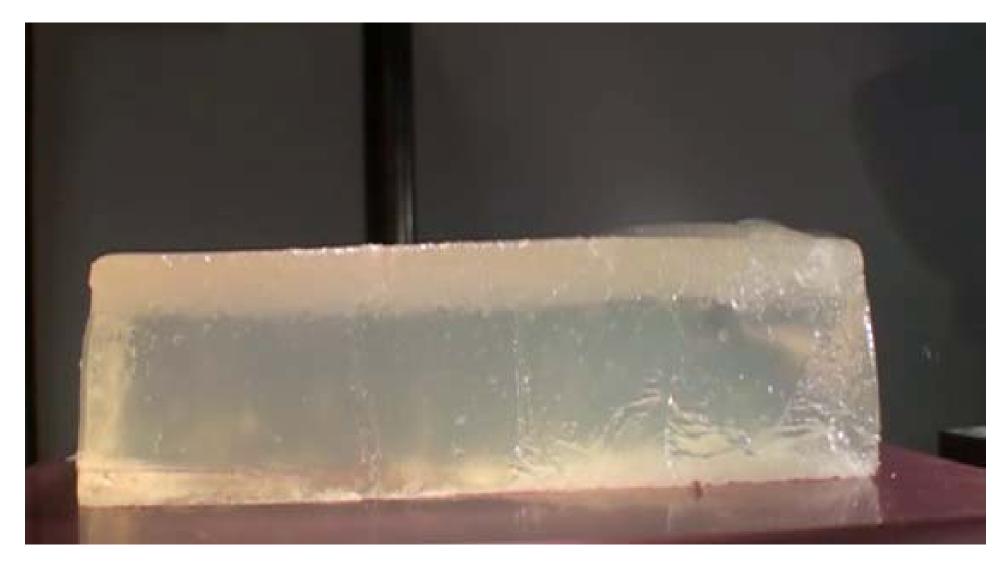
zurück



DL=(L^2+Rk^2)^0,5-L







<u>zurück</u>

