

Ferromagnetische Gaußkanone

Julia Ebeling, Marcel Hüppen, Jan Sabirowsky, Simon Schlombs

Betreuer: Michael Kalthoff

Prinzip:

Bei dieser Gaußkanone wird ein ferromagnetisches Projektil durch das Magnetfeld einer Spule in Richtung deren Zentrum beschleunigt. Dafür ist ein Stromfluss durch die Spule nötig, welcher lediglich so lange fließen sollte bis das Geschoss das Spulenzentrum erreicht hat, da das Geschoss sonst abgebremst wird. Solch ein kurzer Strompuls wird durch Kurzschließen eines geladenen Kondensators mit der Spule erreicht.



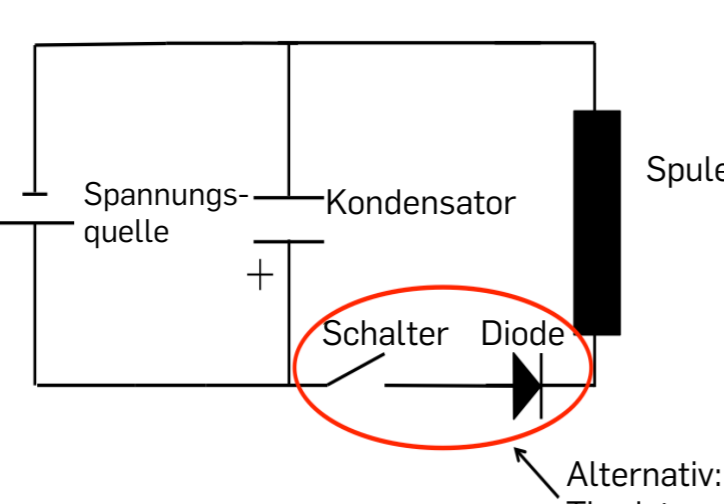
YouTube-Kanal Gaußkanone

Vielen Dank an:
Michael Kalthoff
Klaus Ulrich
Tomasz Domanski
Jörg Bartel
Heiko Lechner

Aufbau:



Abbildung 1: Aufbau des Schwingkreises



Die Gaußkanone besteht aus einem Kondensator, welcher zunächst mit einem Gleichstromnetzteil aufgeladen und dann über eine Spule kurzgeschlossen wird. Zum Schalten dieses Schwingkreises wurden ein Thyristor oder alternativ ein mechanischer Schalter bzw. Sicherungsschalter mit einer zusätzlichen Diode verwendet. Die Diode wird benötigt, um das Rückschwingen des Schwingkreises und die daraus resultierende Abbremsung des Projektils zu verhindern.

Optimierung:

Zur Optimierung der Gaußkanone wurde zunächst versucht die Spannung bei höchstmöglicher Kapazität zu erhöhen, da unsere Energie aus den Kondensatoren stammt. Es gilt: $E = 1/2 CU^2$

Die Spannung spielt hierbei eine größere Rolle, da ein möglichst kurzer Strompuls nötig ist. Bei niedrigen Spannungen sind die Innenwiderstände der Bauteile verhältnismäßig groß, sodass ein solcher Strompuls nicht möglich ist. Somit wurden zuletzt Spannungen von bis zu 1400V verwendet, allerdings war die Kapazität hier geringer.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten bot das Schaltelement:

Hierbei wurde zunächst ein simpler mechanischer Schalter verwendet, der einen hohen Kontaktwiderstand hatte und stark prellte. Der später eingesetzte Thyristor unterband das Prellen, jedoch kam es zur Schwingung, da die Frequenz zu hoch war (s. Abb. 5). Mit dem Sicherungsautomat waren die Pulse kürzer aber auch stärker und es kam kaum zur Schwingung.

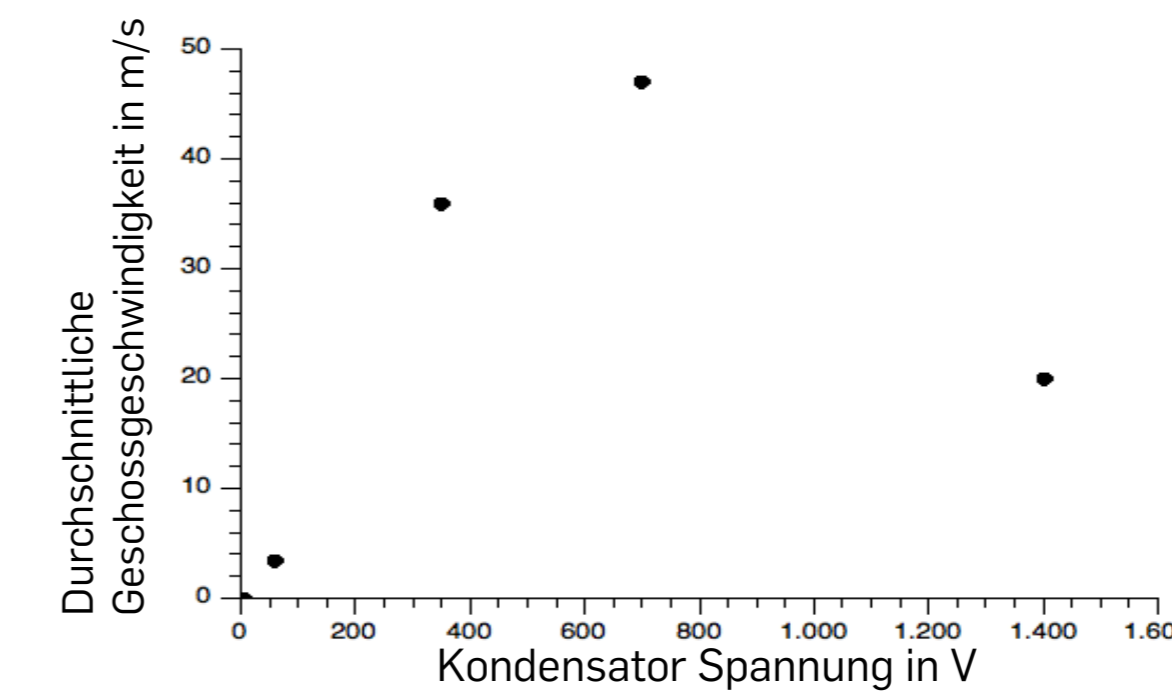


Abbildung 4: Optimierung der Kondensatorspannung

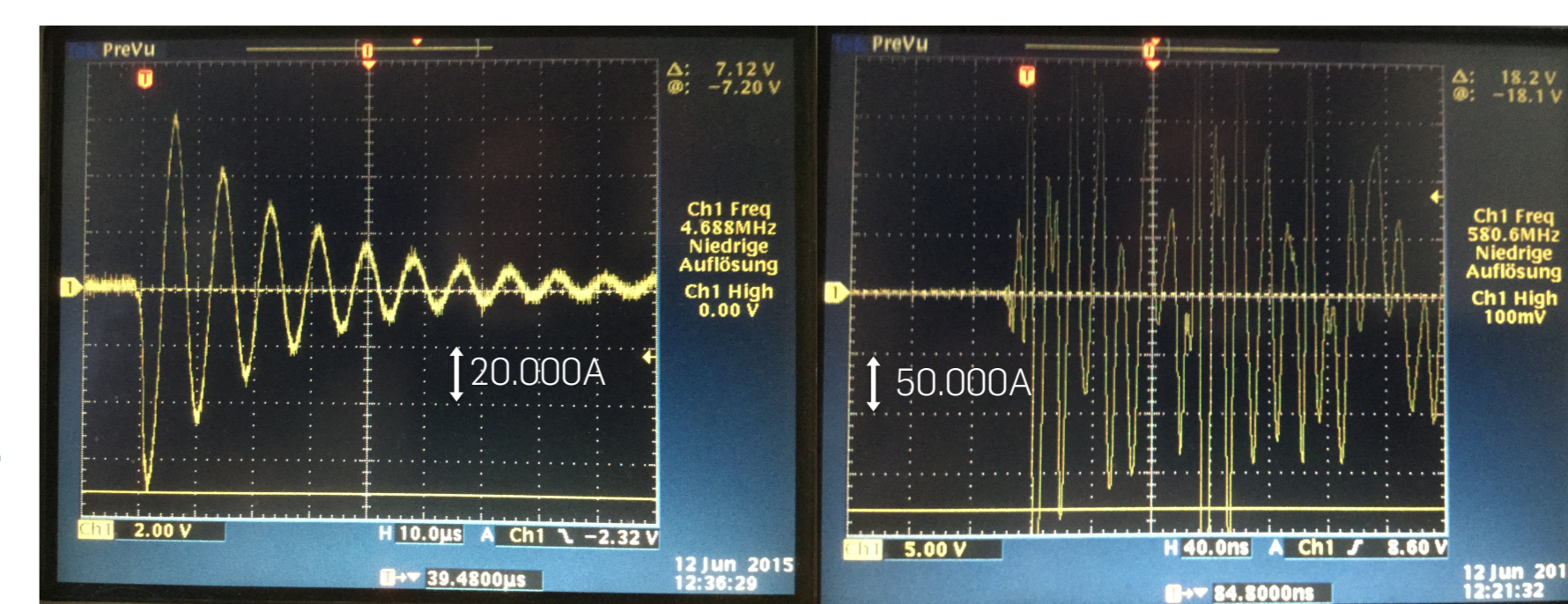


Abbildung 5: Strommessung (links: Thyristor, rechts: Sicherungsschalter)

Geschwindigkeitsmessung I:

Der Laser misst den Abstand zur Wand. Sobald das Geschoss den Strahl durchfliegt, wird ein deutlich geringer Abstand gemessen (vgl. Abbildung 3).

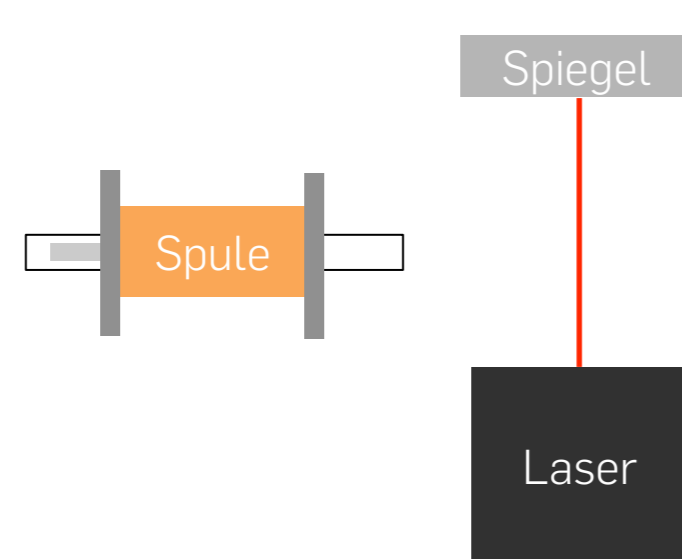


Abbildung 2: Laser

Daher kann die Unterbrechungsdauer aus den Messdaten des Lasers ausgelesen werden. Aus dieser und der Geschosslänge lässt sich mit der folgenden Formel die Geschwindigkeit des Geschosses berechnen:

$$v_{\text{Geschoss}} = \frac{l_{\text{Geschoss}}}{t_{\text{Unterbrechung}}}$$

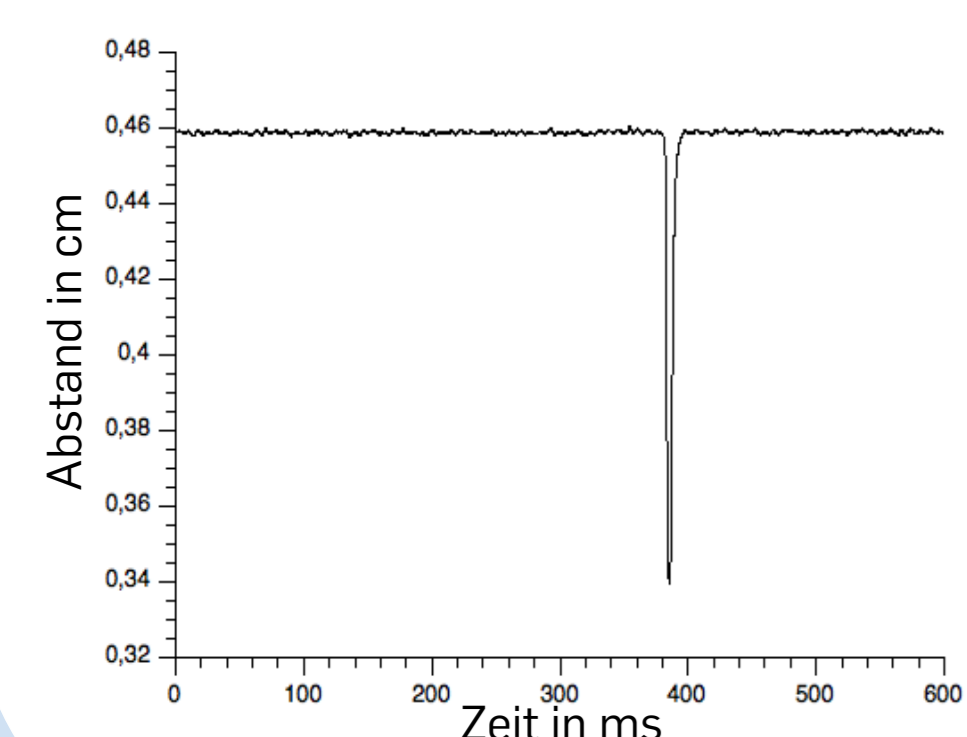


Abbildung 3: Unterbrechung

Anm.: Diese Methode war nur für verhältnismäßig große Geschosse und kleine Geschwindigkeiten gut einsetzbar

Geschwindigkeitsmessung II:

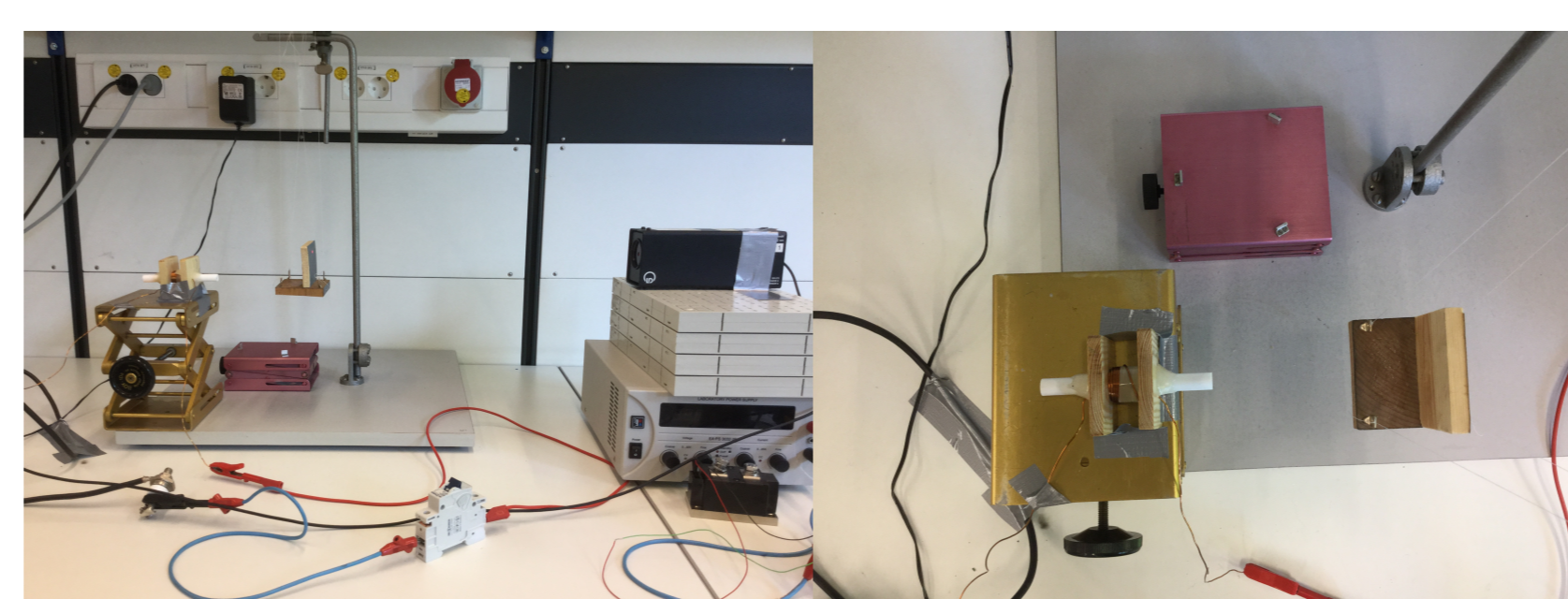


Abbildung 6: Pendel

Die zweite Methode der Geschwindigkeitsmessung beruht auf dem Prinzip des ballistischen Pendels.

Die Auslenkung (vgl. Abbildung 7) wird mit einem Laser gemessen.

Die Geschwindigkeit v ergibt sich aus:

$$v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gl \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{L}{l} \right)^2} \right)}$$

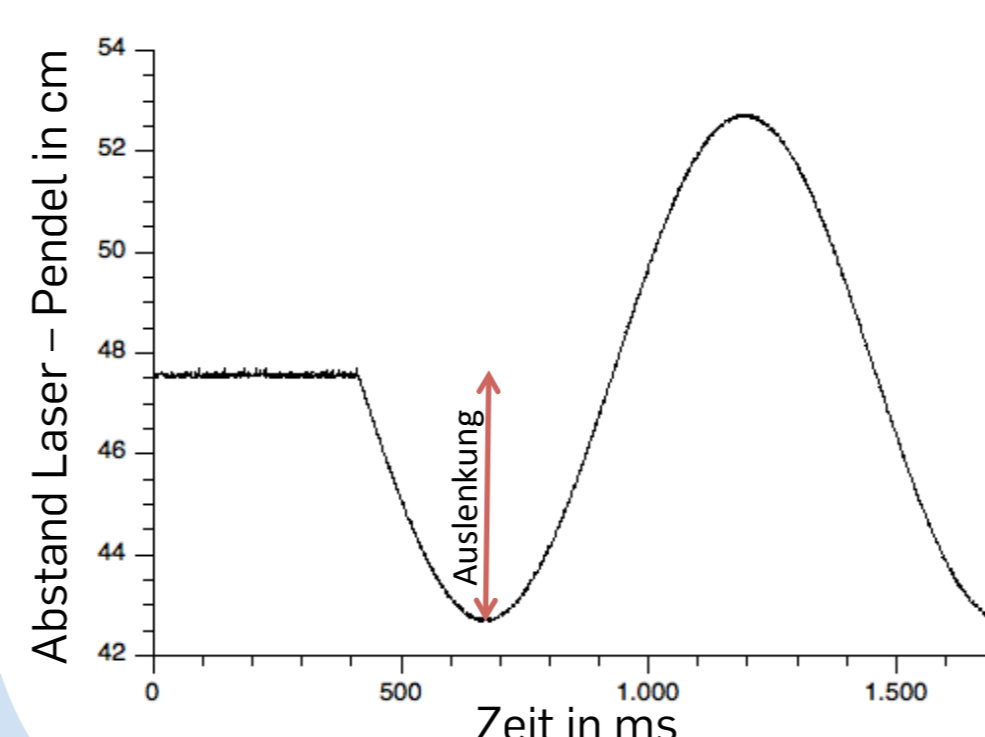


Abbildung 7: Auslenkung

M: Masse Pendel
m: Masse Geschoss
g: Erdbeschleunigung
L: Auslenkung
l: Länge des Pendels

Fazit:



Abbildung 8: Zerstörungskraft des Geschosses

Der finale Aufbau erreicht hohe Geschwindigkeiten und durchdringt weiche Materialien mit Leichtigkeit. Die konstruierte Kanone kann bei Benutzung als Waffe zu schweren Verletzungen führen. Allerdings ist der Wirkungsgrad sehr gering (<1%) und der Aufbau nicht kompakt genug, um als Handfeuerwaffe verwendet zu werden. Entscheidend für die Geschwindigkeit ist die Höhe und Länge des Strompulses in der Spule.

$$v_{\text{max}} = (52,06 \pm 0,29) \frac{m}{s}$$