©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schiessversuche gegen plastischen Thon

A. v. Obermayer.
c. M. k. Akad.

(Mit 6 Textfiguren.)

Die Zerstörungen, welche die mit beträchtlichen Anfangsgeschwindigkeiten geschossenen Projectile am menschlichen und thierischen Organismus erzeugen, haben begreiflicherweise die Aufmerksamkeit der Kriegschirurgen auf sich gezogen, zu vielfachen Versuchen und zu mannigfachen Erklärungsweisen Veranlassung gegeben.

Von den verschiedenen Hypothesen, die beobachtete explosive Wirkung der Kleinkalibergeschosse insbesondere in weichen, von festen oder elastischen Hüllen umschlossenen Gebilden zu erklären, hat insbesondere die Melsen'sche Annahme eines grösseren mitgeführten Luftquantums dadurch an Wahrscheinlichkeit gewonnen, dass Melsens die von 16·7 *mm* Kugeln mitgeführte Luft direct aufgefangen hat.[1]

Die Kriegschirurgen welche sich mit der Untersuchung der Wirkung der Gewehrgeschosse der Neuzeit beschäftigten, schlossen sich den Anschauungen Melsens' nicht an und haben sich der von Busch und Kocher aufgestellten, von Reger[2] weiter entwickelten Theorie des hydraulischen Druckes zugewendet. Beim Einschlagen eines Projectiles in einen von

---

[1] Comptes-rendus, T. LXV, p. 564, 1864; T. LXIX, p. 1114, 1869, dann Comptes-rendus vom 19. September 1881: Note sur les plaies produites par les armes à feu. Extrait du Journal publié par la société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1872.

[2] Reger, Die Gewehrschusswunden der Neuzeit. Strassburg 1884. S. 94.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einer Hülle eingeschlossenen flüssigen oder weichen Körper werden hiernach die getroffenen Theile zur Seite gedrängt und wegen der Unzusammendrückbarkeit Pressungen nach den Gesetzen der Hydrostatik erzeugt.

Diese letztere Ansicht wird auch von E. Mach[1] in etwas geänderter Fassung angenommen, nachdem derselbe bei den mit L. Mach und P. Salcher unternommenen Untersuchungen über die durch bewegte Projectile in der Luft erregten Vorgänge die von Melsens vermutheten Luftmengen nicht nachzuweisen vermochte.

Die Versuche, welche von L. Mach mit einem Interferenzialrefractor angestellt wurden und welche die Berechnung der Dichtenvertheilung der Luft um das Geschoss ermöglichen, geben für ein Stahlmantelgeschoss eine nur unbeträchtliche Vermehrung der Luftmenge.

Unter diesen Umständen bleibt es nicht aufgeklärt, wieso Melsens mit den kugelförmigen Geschossen das Volumen der Kugel vielfach übersteigende Luftmengen finden konnte, und was an seiner Versuchsanordnung zu diesem Ergebnisse beitrug. In der That ergeben sich beim Einschiessen in Scheiben von plastischem Thon, wie auch Melsens gezeigt hat, explosionsartige Erscheinungen, welche durch das Eindringen der vom Projectil mitgeführten Luft recht gut erklärt werden könnten, nach den Mach'schen Versuchen aber wohl anderen Ursachen zugeschrieben werden müssen.

Ich habe im Jahre 1868[2] Versuche über das Eindringen verschieden gestalteter Körper, senkrecht zu den Trennungsflächen übereinandergeschichteten Thonplatten angestellt und im Jahre 1875[3] ähnliche Versuche, aber mit parallel zu den Trennungsflächen eingetriebenen Körpern vorgenommen, wodurch ein anschauliches Bild des Abfliessens des Thones erhalten wurde. Es zeigte sich dabei auch, dass bei abgestumpften Körpern Theile der zuerst getroffenen Schichten eine längere Strecke mitgeführt werden, ja an den Grundflächen von Cylindern dürften die Spuren der zuerst getroffenen

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 98, Abth. II. a, S. 1321.

[2] Diese Sitzungsberichte, Bd. 58, Abth. II. a, 1868.

[3] Diese Sitzungsberichte, Bd. 72, 1875.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schichte erst nach Zurücklegung eines beträchtlichen Weges verschwunden sein.

Ich habe es unternommen, mit plastischem Thon auch jene Vorgänge zu fixiren, die das Eindringen von Geschossen mit grossen Geschwindigkeiten begleiten und zu diesem Zwecke einige Versuche, insbesondere mit 8 *mm*-Stahlmantelgeschossen mit 620 *m*/sec. Geschwindigkeit angestellt.

Es zeigte sich dabei, dass zwischen dem langsamen Eintreiben eines Stempels, der das Material vor sich her und zur Seite schiebend verdrängt, und dem Eindringen eines rasch bewegten Geschosses ein wesentlicher Unterschied besteht und dass in dem letzteren Falle von einem Abfliessen des Mittels am Geschosse, von einer einfachen Verdrängung gar nicht die Rede sein könne, dass vielmehr das getroffene Materiale mit erheblicher Geschwindigkeit in das umgebende Materiale hineingeschleudert wird, so wie bei einer Explosion, und dass die Theilchen des Mittels nach jenen Richtungen hin ausweichen, nach denen sich der geringste Widerstand darbietet. Solche Explosionswirkungen sind an eine Umschliessung durch eine Hülle nicht gebunden.

Die ersten Schiessversuche gegen plastische Mittel habe ich im Jahre 1882 unternommen, wozu mir der damalige Hauptmann Baron Tunkler auf der Schiessstätte des k. und k. Artillerie-Arsenales Gelegenheit bot.

Ein Lehmblock von 60 *cm* Länge, 40 *cm* Höhe und 4 *cm* Dicke wurde mit einem 11 *mm* Werndlgeschosse, mit 438 *m*/sec. Anfangsgeschwindigkeit, auf circa 25 Schritte beschossen. Derselbe wurde gänzlich auseinandergeschleudert und die Lehmstücke flogen bis zum Schiessstand zurück.

Mit dem Armeerevolver und 11 *mm*-Geschossen von 200 *m*/sec. Anfangsgeschwindigkeit erzielte ich zwei brauchbare Versuchsstücke. Die conischen Öffnungen der Schusscanäle hatten 3·5 und 4·0 *cm* Durchmesser und beiderseits aufgeworfene Ränder.

Vor einigen Jahren erhielt ich von dem Herrn Regierungsrath Kick einen mit einem Mannlicher 8 *mm*-Stahlmantelprojectil und einer Anfangsgeschwindigkeit von 590 *m*/sec., aus einer Entfernung von 5 *m* durchschossenen Thonblock für

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

das physikalische Cabinet zum Geschenke. Dieser Block war während des Durchschiessens in einen Eisenreif gespannt gewesen, er hat einen Durchmesser von 21·6 *cm*, eine Dicke von 5·2 *cm*. Die Eintrittsöffnung des Geschosses hat 5 *cm*, die Austrittsöffnung 5·8 *cm* Durchmesser. Die Ränder der Öffnungen sind beiderseits aufgeworfen. Der plastische Thon hatte 19 % Wassergehalt.

Im Jahre 1896 hatte ich zur Millenniums-Ausstellung der Technischen Militär-Akademie in Budapest solche durchschossene Thonblöcke vorbereitet und dadurch erneuert Veranlassung, mich mit dergleichen Versuchen zu beschäftigen.

Den Thon bezog ich in gemahlenem Zustande von den Thonwerken des Herrn Baron C. v. Popp in Hollenburg in Niederösterreich und liess denselben zur Herstellung der Thonblöcke mit Wasser mengen und gut durchkneten.

Für die Versuche im Jahre 1896 liess ich vier quadratische Thonblöcke von 25 *cm* Seitenlänge und 6 *cm* Dicke herstellen. Zwei derselben waren massiv, zwei jedoch aus drei Thonplatten geschlichtet, von denen die mittlere durch Engelroth gefärbt war. Die Flächen, mit denen die Platten aufeinandergelegt wurden, waren vorher mit Wasser stark angefeuchtet worden. Die vier Thonblöcke wurden in quadratische hölzerne Rahmen gelagert und durch dreieckige, aussen über die Ecken geschraubte Brettstücke festgehalten.

Das Durchschiessen der Blöcke geschah auf der Schiessstätte des k. und k. Artillerie-Arsenales durch den Official J. Juch, und ich danke dem Herrn Oberst F. Zejbek die entgegenkommendste Unterstützung.

Die Blöcke wurden auf 25 Schritte mit 8 *mm*-Mannlichergeschossen mit 620 *m*/sec. Anfangsgeschwindigkeit durchschossen, wobei die Holzrahmen frei auf einer Brettunterlage standen.

Die eingetrockneten Thonblöcke wurden aus den hölzernen Rahmen genommen. Die Seitenlänge derselben zog sich von 25 *cm* auf 23·1 *cm* und die Dicke von 6 *cm* auf 5·5 *cm*, d. i. um 6·8 % der Länge zusammen.

Das Gewicht der Blöcke vermindert sich beim Austrocknen um circa 21 %.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

An den getrockneten massiven Blöcken waren die mittleren Werthe der Durchmesser der Öffnung an der Eintrittsstelle, die beim Blocke I etwas oval gerathen war, 7·2 *cm* vertical, 7·8 *cm* horizontal und an den Austrittsöffnungen 9 *cm* vertical und 8 *cm* horizontal gemessen. Im frischen Zustande daher beziehungsweise 7·7, 8·3, 9·7 und 8·6 *cm*. Die Ränder der Ein- und der Ausschussöffnung sind nach beiden Seiten aufgeworfen, so dass die Stellen des Ein- und des Austrittes kaum zu unterscheiden sind. Die mittleren äusseren Durchmesser dieser Ränder betragen im trockenen Zustande 11—11·5 und 13—14 *cm*, im frischen Zustande daher 11·9, 12·4, 14 und 15 *cm*.

Der massive Block II gibt eine Öffnung von 9·5 *cm* an der Eintrittsstelle, 11 *cm* an der Austrittsstelle und 16—17 *cm* an den aufgeworfenen Rändern.

In den aus drei Platten zusammengesetzten Blöcken hatten die Schüsse Öffnungen von ähnlichem Aussehen gemacht, wie in die massiven Blöcke. Die mittlere Schichte weist bei Block III eine Öffnung von 7—7·2 *cm*, bei Block IV eine solche von 6—7 und 7·2 *cm* auf und die Ränder der Thonplatte sind verdickt.

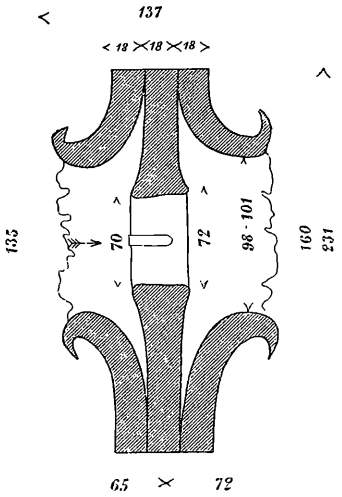

Fig. 1.

Die beiden weissen Thonplatten haben sich in der Öffnung von der mittleren rothen Platte nach beiden Seiten hin losgelöst und sind sehr stark nach auswärts aufgetrieben, so dass die rothe Platte frei in die Öffnung hineinragt (Fig. 1).

Für weitere Versuche am 12. Februar 1897 wurden zwei Blöcke, welche jeder aus zwei 3 *cm* dicken Schichten zusammengesetzt waren, vorbereitet. Nach dem Einlegen der ersten Platte wurde dieselbe an der oberen Seite stark befeuchtet und dann die zweite Platte aufgelegt und durch Auflegen eines Brettabschnittes und Schlagen mit einem Hammer

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

angepresst. Die nicht sofort zum Versuche gelangenden Blöcke wurden in nassen Tüchern eingeschlagen aufgehoben.

Bei diesen und allen folgenden Versuchen sind die bezüglichen Dimensionen in feuchtem Zustande bestimmt worden.

Bei den aus zwei Platten zusammengesetzten Blöcken wurden die Platten auseinandergerissen, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Die kantigen inneren Ränder der nach auswärts getriebenen Schichtentheile sind 8·0 und 7·6 *cm* im Durchmesser. Die aufgeworfenen Ränder an der Stelle des Eintrittes 14, an jener des Austrittes 12·5 *cm* im Durchmesser. Die Öffnungen

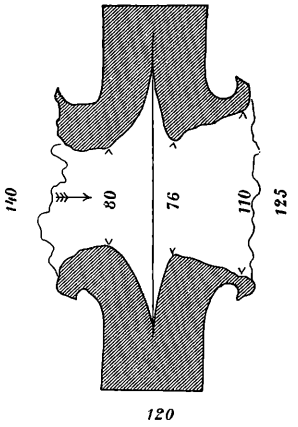

Fig. 2.

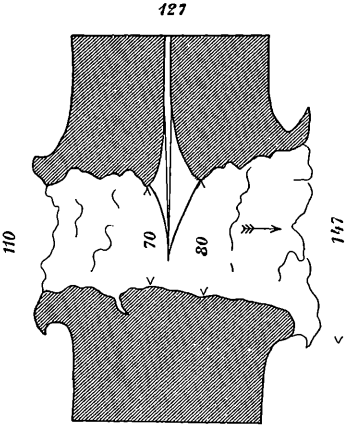

Fig. 3.

enstehen daher nahezu in fast gleicher Grösse bei den verschiedenen Blöcken. Schliesslich wurden noch zwei massive, in ihre Rahmen gefasste Thonblöcke aneinander geklemmt und durchschossen. Die Öffnung ist ausgesprochen conisch. An der Eintrittsstelle 74 *mm*, an der Austrittsstelle 104 *mm* im Durchmesser, mit Rändern von 110 *mm* und 147 *mm* im Durchmesser (Fig. 3).

Die beiden Blöcke sind im Innern zum Theile auseinandergetrieben und zeigen nichts was aus den vorhergegangenen Versuchen nicht schon zu erwarten gewesen wäre. Die Länge des Schusscanals, welche jetzt doppelt so gross als in den früheren Versuchen ist, hat kaum eine wesentliche Verminderung des Durchmessers herbeigeführt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Am 26. März wurde nochmals mit Mannlicher 8 *mm*-Geschossen mit 620 *m*/sec. Anfangsgeschwindigkeit gegen Thonblöcke geschossen, welche aus vier gleichgefärbten Platten in dem mehrfach erwähnten Holzrahmen zusammengestellt worden waren.

Bei diesen Versuchen zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen der Eintritts- und der Austrittsöffnung des Geschosses.

Die Fig. 4 stellt einen Schnitt durch einen derartigen Thonblock dar. Die zwei Schichten an der Eintrittsseite sind nach rückwärts getrieben und haben sich von einander getrennt. Die beiden Schichten an der Austrittsseite sind nahezu mit einander hinausgetrieben und haben sich längs der Berührungsfläche nur unmerklich getrennt.

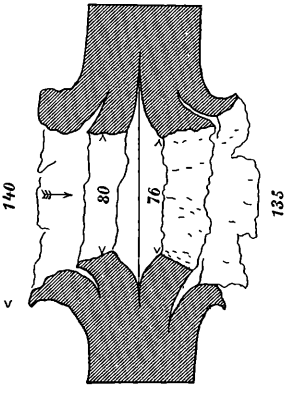

Fig. 4.

Am 26. März wurde auch ein 11 *mm*-Werndlprojectil, 480 *m*/sec. Anfangsgeschwindigkeit, gegen einen massiven Thonblock von 25 *cm* Quadratseite und 6 *cm* Dicke geschossen. Die Öffnung im Block hat einen Durchmesser von 12·5 *cm* und ist im Inneren weitaus unregelmässiger. Dieser Block fiel nach dem Schuss um, und zwar gegen diejenige Seite hin, von welcher geschossen wurde.

Der Durchmesser der Schussöffnung wächst etwas rascher als der Durchmesser des Geschosses. Ein strenger Vergleich ist aber wegen der Verschiedenheit der Anfangsgeschwindigkeit nicht gut möglich.

Die Werndlgeschosse sind aus Weichblei und deformiren sich beim Auftreffen auf ein Hinderniss. Es ist möglich, dass die Abplattung des Geschosses mit der Grösse der Öffnung in Beziehung steht.

Die Schüsse in die geschichteten Thonplatten zeigen, dass die explosionsartige Wirkung der Geschosse vollständig überwiegt und dass ein Vorherschieben des getroffenen Thones gar nicht stattfindet, es wird Alles seitlich weggeschleudert.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es kann diese explosionsartige Wirkung nur in der lebendigen Kraft fortschreitender Bewegung des Geschosses, welche für ein 8 *mm*-Stahlmantelgeschoss mit 620 *m*/sec. circa 309 *kgm* beträgt, gesucht werden. Trotzdem das Stahlmantelgeschoss in der Secunde 2400 Umdrehungen macht, ist die lebendige Kraft der rotirenden Bewegung bloss 1·7 *kgm*. Diese dürfte also wenig beitragen. Die Rotation der Geschosse hat nur insoferne Einfluss, als einseitige, das Geschoss behindernde Widerstände sofort ein lebhaftes Pendeln, ja selbst die Querstellung der Geschosse herbeiführen.

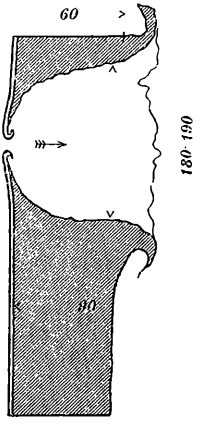

Fig.

Es ist von E. Mach versucht worden, das Durchschiessen eines Kartenblattes mit einem Geschosse optisch zu untersuchen. Es zeigt sich dabei, dass die Kopfwelle vom Kartenblatte reflectirt werde und dass sich vor dem durchgedrungenen Geschoss eine neue Kopfwelle bilde.

Ich habe, um die Vorgänge bei einer derartigen Reflexion zu untersuchen, Thonplatten mit einer Zinkplatte bedeckt und dagegen auf 25 Schritte Entfernung mit einem 8 *mm*-Mannlichergewehr schiessen lassen.

Wurde zuerst die Zinkplatte getroffen und drang das Geschoss hinter derselben in den Thon, so war in dem Bleche eine Öffnung von 10 *mm* entstanden, deren Ränder nach der Seite des Thones etwa 1 *mm* breit umgebogen sind, aber hinter dieser Öffnung hatte sich ein Explosionstrichter von der Form Fig. 5 ausgebildet. Das Zinkblech war nach rückwärts aufgetrieben, eine dünne Thonschichte scharf an die innere Seite des Bleches angepresst und der übrige Thon von der Öffnung hinweggetrieben. Der Block fiel nach dem Schusse nach der Seite des Schützen um, während die Blöcke sonst während des Durchschiessens stehen blieben.

Der Explosionstrichter ist im Thon gegen das Blech hin kugelig ausgerundet und der Thon scharf an das Blech angepresst. Auf der Innenfläche des Trichters sind die kleinen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stückchen des offenbar zertrümmerten Zinkbleches der Schussöffnung verstreut.

Wurde der Thon zuerst vom Geschosse getroffen und dann das Zinkblech erreicht, so nahm der Trichter die in Fig. 6 veranschaulichte Gestalt an. Die Öffnung des Trichters ist nahe an 85 *mm* gross, die umgebogenen Ränder 120 *mm* im Durchmesser. Die Höhlung des Trichters ist kugelförmig ausgehöhlt, an das unregelmässig zackig ausgerissene Zinkblech sich anschmiegend. Im Inneren des Thonblockes erweitert sich die Höhlung etwas, so dass der Durchmesser dortselbst etwa 9·5 *mm* ist. Die unregelmässige Öffnung des Zinkbleches ist 50 bis 70 *mm* weit. Die Enden der Zacken sind nach rückwärts umgebogen und lassen erkennen, dass das Geschoss durch das Blech ausgetreten ist, bevor dasselbe gerissen war. Der Riss hat die auswärtsgetriebenen Zinkränder vorgefunden und treibt das Zinkblech nach auswärts, und dabei rollen sich die Enden nach rückwärts.

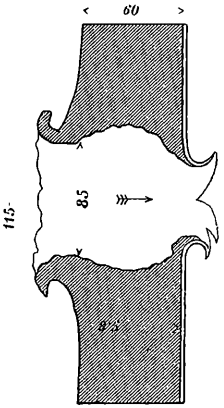

Fig. 6.

Hinter einem dieser an der Rückseite mit Zinkblech gedeckten Blöcke wurde im Abstande von etwa 50 *cm* ein zweiter Thonblock aufgestellt, dessen Flächen unbedeckt waren. Das Geschoss hatte zuerst den bedeckten Thonblock passirt und traf dann den unbedeckten. Die Öffnung in diesem Block war besonders gross, 145—150 *cm* im Durchmesser mit aufgeworfenen Rändern von 230 auf der einen und 220—180 *cm* auf der anderen Seite. Allerdings war dieser Thonblock etwas weicher als die übrigen. Das Geschoss hatte den ersten Block nicht ganz concentrisch getroffen, es scheint nach rechts abgelenkt worden zu sein und hat in dem rückwärtsstehenden Block auch eine seitlich gelegene Öffnung erzeugt, welche der Nähe der Wand wegen nicht kreisförmig, sondern oval ist.

Aus beiden Blöcken waren Thonstücke nach vor- und rückwärts geschleudert worden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Versuch, die Kopfwelle des Geschosses durch ein Hinderniss abstreifen zu lassen und das Geschoss mit einer schwachen Kopfwelle auf ein zweites Hinderniss treffen zu lassen, ist eigentlich nicht so ausgefallen als erwartet wurde. Es gaben diese Versuche über die Rolle, welche die Luft bei den explosionsartigen Wirkungen spielen könnte, keine weiteren Aufschlüsse.

Die von verschiedenen Forschern zum Erweise der Wirkungen des sogenannten hydraulischen Druckes angestellten Schiessversuche wurden gewöhnlich mit cylindrischen Blechbüchsen angestellt, welche mit allerlei Mitteln gefüllt waren.

In einer von einem Atlas mit 40 Tafeln begleiteten Broschüre[1] bespricht Bircher die Theorie vom hydraulischen Drucke, fügt aber einige Modificationen hinzu, welche er aus Schiessversuchen gegen cylindrische Blechbüchsen, die mit Wasser oder Kleister gefüllt waren, ableitet.

Bircher findet, dass cylindrische, mit Wasser gefüllte Blechbüchsen durch den senkrecht zur Cylinderaxe auftreffenden Schuss zerrissen werden. Der sogenannte hydraulische Druck bewirkt dies erst, nachdem das Geschoss aus der Büchse ausgetreten ist.

Bei Büchsen, die mit Kleister gefüllt sind und nach der Cylinderaxe beschossen werden, wird der Deckel abgesprengt, aber auch erst nachdem das Geschoss denselben durchlöchert hat.

Bircher zeigt auch den Einfluss der Länge des Schusscanals, wodurch die Menge des verdrängten Materiales beeinflusst wird, und erweist denselben mittelst cylindrischer Blechbüchsen von 5, 10 und 15 *cm* Höhe, welche mit Kleister gefüllt und durch Deckel geschlossen sind. Wird gegen diese Büchsen nach der Richtung der Axe geschossen, so bringt das Geschoss eine explosive Wirkung hervor, welche bei der ersten Büchse den Deckel nur wenige Schritte gegen den Schützen und das Gefäss wenig nach vorwärts, bei der zweiten den Deckel 3 *m*

---

[1] Neue Untersuchungen über die Wirkung der Handfeuerwaffen, von Oberst H. Bircher, Corpsarzt des II. Armeecorps. Aarau. Sauerländer, 1896.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gegen den Schützen und das Gefäss 1·5 *m* in der Richtung des Geschosses, bei der dritten den Deckel 3 *m* gegen den Schützen und das Gefäss 6 *m* nach vorne wirft.

Um die Eigenschaften des plastischen Thones auch zu derlei Versuchen zu verwerthen, habe ich Schiessversuche gegen cylindrische Blechbüchsen nach der Richtung der Cylinderaxe unternommen.

Am 26. März wurden zwei cylindrische Büchsen aus Zinkblech von 25 *cm* Durchmesser und 6 *cm* Höhe verwendet, wovon eine mit Wasser, die andere mit plastischem Thon gefüllt war.

Die Deformation beider Büchsen nach dem Durchschiessen war nahezu gleich, bei der mit Wasser gefüllten eher etwas grösser. Die Eintrittsstelle des Geschosses war eine Öffnung von 10 *mm* Durchmesser mit nach einwärts gebogenen Rändern. Die Ausschussstelle war eine in vier grosse Zacken ausgerissene Öffnung, ganz ähnlich wie jene bei den rückseitig mit Blech bedeckten Thonplatten.

Beide Blechbüchsen waren bauchig aufgetrieben, so dass dieselben in der Mitte eine Höhe von 8 *cm* hatten. Während aber aus der mit Wasser gefüllten Büchse das Wasser nach dem Schusse ausrann, zeigte der plastische Thon was eigentlich vorgegangen war.

Es hatte sich daselbst eine Höhlung gebildet, die etwa mit einem unregelmässigen abgeplatteten Rotationsellipsoide verglichen werden kann, dessen kurzer Durchmesser von 8 *cm* in die Axe der Büchse, dessen grösserer äquatorialer Durchmesser, 9 *cm*, dazu senkrecht ist.

Hinter der Einschussöffnung war der Thon an das Blech in dünner Schichte, mit wenig rauher Oberfläche angedrückt und ebenso an die Blechzacken der Austrittsstelle. Diese letzteren sind zum Theil vollständig nach aussen umgeschlagen und zeigen rundlich ausgerissene Ränder, welche darauf hinweisen, dass das Geschoss zuerst das Blech durchdrang und dass dann der Riss erfolgte, wie es nach den Versuchen von Bircher zu erwarten war. Das Innere der Explosionshöhlung hatte dasselbe Ansehen wie bei den in Fig. 5 und 6 dargestellten Versuchsergebnissen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das angenähert gerechnete Volumen der Höhlung betrug 340 *cm*³. Durch Anfüllen mit Körnern und Überfüllen in eine Mensur wurden nahe an 350 *cm*³ gefunden.

Die Volumvergrösserung des Gefässes war aus den Dimensionen nur ganz roh zu ermitteln. Sie betrug bei der mit Wasser gefüllten Büchse über 400 *cm*³, bei der mit Thon gefüllten circa 350 *cm*³, so dass es den Anschein gewinnt, als ob nur wenig Thon aus der Büchse herausgeschleudert worden wäre.

Das Gewicht der Büchse war zu 6170 *g* gefunden worden, nachdem der Thon schon einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen war, also jedenfalls durch Verdampfung Wasser verloren hatte. Das Gewicht einer anderen gleichen, mit Thon gefüllten Büchse war 6400 *g*. Da nur 1100 *g* Wasser im Thon enthalten sind, so spricht auch der Gewichtsverlust dafür, dass nur geringe Thonmengen herausgeschleudert wurden.

Die Blechbüchse war auf der einen Seite noch mit Löchern von 5 *mm* Durchmesser versehen worden, die nach einer Spirale angeordnet gebohrt, durch aufgelöthete kleine Blechscheiben verstärkt und dann mit Stanniol überklebt waren. Nur bei dem innersten Loche zeigte sich der Thon gegen das Stanniol getrieben, in den weiter ausserhalb gelegenen war keine Veränderung eingetreten. Dieses Auftreiben des zuerst getroffenen Büchsendeckels erfolgt offenbar in so kurzer Zeit, dass der Thon gar nicht zum Eindringen in die Öffnungen kam. Verbleibt ja das Geschoss bloss durch 0·0001 Secunde innerhalb der Büchse.

Für die Versuche am 9. April 1897 wurden vier Zinkblechbüchsen, mit Thon gefüllt, vorbereitet.

I. hatte 25 *cm* Durchmesser, 6 *cm* Dicke und wog gefüllt 6400 *g*.

Nach dem Schusse hatte sich im Inneren eine Höhlung ausgebildet von derselben Form wie im vorigen Versuche. Das Volumen der Höhlung betrug 420 *cm*³.

Das Gewicht der gefüllten Büchse war nach dem Schusse fast genau 6400 *g*. Es ist somit nur sehr wenig Thon durch das Geschoss aus der Austrittsöffnung geschleudert worden. In der That war auf der Papierwand hinter der Büchse nur

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sehr wenig Thon wahrzunehmen. Das Auftreiben der Büchse erfolgte fast nur durch das seitliche Ausweichen des Thones.

II. Die Zinkbüchse hat einen Durchmesser von 16 *cm*, eine Dicke von 6 *cm* und mit Thon gefüllt ein Gewicht von 2450 *g*. Sie wurde beim Schusse nach rückwärts aufgetrieben, und der Thon trat theilweise aus der Büchse heraus. Die in der Schussrichtung gelegene Wand wurde vom Geschosse durchrissen und dann breit in vielen Zacken ausgerissen.

Nach dem Schusse betrug das Gewicht 2370 *g*. Es wurden circa 80 *g* Thon, d. i. nahezu 40 cm^3 herausgeschleudert.

Das Volumen dieser Büchse betrug 1206 cm^3, es war schon zu klein, um die durch den Schuss verdrängte Thonmenge aufzunehmen, in Folge dessen die grossen Zerstörungen.

III. Die Zinkbüchse hat einen Durchmesser von 11 *cm*, eine Dicke von 6 *cm* und mit Thon gefüllt ein Gewicht von 1170 *g*.

Diese Büchse wurde durch den Schuss gänzlich zerrissen. Die Löthung der Seitenwand ging auf, der Thon wurde herausgeschleudert. Die durchschossene Rückwand war gegen den Schützen herausgeworfen, die Löthung am ganzen Umfange gerissen. Die Vorderwand war ganz aus der Löthung gegangen und in Stücke gerissen, die fortgeschleudert wurden. An den Spitzen der Zacken waren Spuren des hindurchgedrungenen Geschosses wahrzunehmen.

Das Volumen dieser Büchse betrug nur 570 cm^3 Durch den Schuss werden in einer Platte von 6 *cm* Dicke an 350 cm^3 verdrängt, in Folge dessen die vollständige Zerreissung der Büchse.

IV Eine Büchse von 25 *cm* Durchmesser und 26 *cm* Höhe sollte den Einfluss der Länge des Schusscanales erweisen. Dieselbe war mit 25 *kg* Thon gefüllt.

Das eindringende Geschoss trieb die Rückwand auf und trennte dieselbe theilweise in der Löthung; es zerriess der gelöthete Falz der Cylinderfläche der ganzen Länge nach. Durch die Vorderwand trat das Geschoss aus und die Wand zerriss in mehrere Zacken. Der Schusscanal war an der Eintrittsstelle so gestaltet wie etwa Fig. 5 zeigt, hatte 65 *mm* von der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Einschussöffnung 75 *mm*, hinter der Mitte circa 60 *mm*, vor der Ausschussöffnung 67 *mm* Durchmesser. Die Menge des verdrängten Thones betrug circa 900 cm^3, das Volumen der Büchse 13.273 cm^3 Durch das Auftreiben der Büchse wird für die verdrängte Thonmasse nicht genug Platz geschaffen, die Büchse zerreisst.

Zum Zwecke des verlässlichen Zielens waren auf die Deckel der Büchse mit schwarzer Farbe Kreisflächen aufgemalt worden. In der Farbe zeigt sich eine radiale Streifung, so als ob Theilchen nach auswärts geschleudert worden wären. Auf der vorbeschriebenen Büchse I zeigt sich um die Schussöffnung sogar ein radialer Hauch, wie feine Bestäubung anzusehen.

Diese Erscheinungen deuten zweifellos darauf hin, dass das Eindringen des Geschosses auch an der Aussenfläche des Zinkbleches mit dem Umherschleudern von Theilchen verbunden ist.

In einer Veröffentlichung der Versuche, welche Dr. Q. Majorana Calatabiano und Dr. H. Fontana[1] nach einer bereits von Boys[2] eingeschlagenen Methode zur Photographie bewegter Geschosse in der Weise angestellt haben, dass dieselben in dem Momente beleuchtet werden, wo sie vor einer photographischen Platte vorüberfliegen, ist auch das Durchschiessen einer Glasplatte in sieben verschiedenen Momenten dargestellt. Es wurde dies durch die verschiedene Stellung des vom Geschosse durchrissenen Drahtes, vor oder hinter der Glasplatte erreicht. Es zeigt sich dabei gleich beim Auftreffen des Geschosses auf die Platte die reflectirte Kopfwelle, eine vom Glase ausgehende Welle und ein Zurückschleudern von Theilchen des Glases (Tav. I *a*, Fig. 6 *a*).

Wenn das Geschoss die Glastafel schon halb durchdrungen hat, dann ist das Wegblasen der Glastheilchen sehr ausgesprochen, während der durchgedrungene Geschosskopf von einer

---

[1] Rivista d' artigleria e genio, 1896. Vol. I, p. 27. Fotografia di projetti in moto.

[2] V. Boys, Photography of flying bullets. The Journal and Transactions of the Photographic Society of Great Britain. New Series, Vol. XVI, No. 7. April 1892.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

engen geschlossenen Hülle von Glasstaub umgeben erscheint (Tav. 2 *a*, Fig. 7 *a*). Erst wenn das Geschoss ganz durch die Platte hindurchgetreten ist und der nach rückwärts geschleuderte Staub sich ausgebreitet hat, verbreitet sich auch der Glasstaub vor dem Geschosse (Fig. 8 *a*) und wird vom Geschosse mitgeführt, ein deutliches radicales Wegschleudern zeigend (Fig. 9 *a*).

Die Mannlichergeschosse, welche zu dem Versuche vom 9. April mit den vier Blechbüchsen gedient hatten, wurden hinter der durchschossenen Büchse in einem mehrere Meter langen, mit Sägespänen gefüllten Kasten aufgefangen.

Die Geschosse zeigen sich an dem Mantel mehrfach fein geritzt. Eines derselben war an der Spitze ganz unversehrt, die drei anderen jedoch in verschieden starker, aber immerhin nicht beträchtlicher Weise abgeplattet. Der vorderste Theil der Geschossspitzen war rauh geworden.

Am 9. April wurde auch eine Kiste von 75 *cm* Länge und circa 30 *cm* im Quadrat, die mit plastischem, allerdings sehr wasserhaltigem und fast elastischem Thon gefüllt war, durchschossen. Ein Schuss durch einen, die eine Seite der Kiste schliessenden Pappendeckel erzeugte eine Schussöffnung mit trichterartiger Vertiefung nach der Schussrichtung und eine kleine Öffnung im Thon. Das Geschoss blieb im Thon stecken. Die Bretter der Kiste zersprangen.

Nachdem die Kiste nochmals mit dem zu weich gerathenen Thone gefüllt war, wurde ein zweiter Schuss abgegeben. Der Thon war nicht fest genug, er sank in den Schusscanal hinein. Es hatte den Anschein, als ob die Bahn des Geschosses spiralförmig gewunden gewesen wäre. Die eine Kistenwand wurde auch bei diesem Schusse gesprengt.

Am 9. April wurde durch den Official Juch auch versucht, den plastischen Thon mit Streifschüssen zu treffen. Zu diesem Ende wurde ein Thonblock von 6 *cm* Dicke in zwei Hälften geschnitten und dieselben in einem der quadratischen Rahmen von 25 *cm* Seitenlänge mit 2 *cm* Zwischenraum aufgestellt.

Der erste Schuss ging durch den Zwischenraum durch und streifte das eine Thonstück auf einer ganz kurzen Strecke. Dieselbe zeigt einen ganz geringfügigen Wulst innerhalb.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es wurden hierauf die Blöcke auf 15 *mm* aneinandergeschoben und noch dreimal durchgeschossen. Zwei der Schüsse fassten etwas im Thon, die Schusstrichter fielen aber gar nicht gross aus und zeigen auch wulstartige Erhöhungen. Es scheint, dass die Geschosse pendelten, denn es steht dem Halbtrichter einerseits unveränderter Thon, oberhalb und unterhalb von Einrissen umsäumt, gegenüber.

Der vierte Schuss ging wieder durch die Spalte, beim Austritte einseitig streifend. Auch dieser wenige Millimeter tiefe Riss zeigte eine wulstförmige Erhöhung ungefähr in der Mitte seiner Erstreckung.

Ein frei aufgestellter Thonblock von circa 12 *cm* im Quadrat und 15 *cm* Höhe wurde mehreremale beschossen, ohne dass das Geschoss denselben streifte. Bei einem Schusse endlich dürfte das Geschoss circa 1 *cm* unter der oberen Begrenzung eingedrungen sein. Es zeigte sich eine mächtige explosive Wirkung, der Thonblock war oberhalb ganz breit gedrückt und auseinandergetrieben, mit rauher Oberfläche, allseits mit umgestülpten Rändern.

Es schiene mir sehr wünschenswerth, diese Versuchsreihe durch Schüsse mit rein cylindrischen, also vorne durch eine ebene Fläche begrenzten Geschossen zu ergänzen, um noch zu untersuchen, ob dies einen Unterschied in der Wirkung bedingt, so wie dieser bei Knochenschüssen nachgewiesen ist und als Keilwirkung[1] und einfaches Durchstanzen unterschieden wird.

Die beim Durchschiessen von Platten plastischen Thones auftretenden, nach beiden Seiten aufgeworfenen Ränder, die eigenthümliche Trennung der Schichten in den geschichteten Thonblöcken scheinen sehr für eine Wirkung mitgeführter Luft zu sprechen, und ich war auch dieser Ansicht zugeneigt.

Beim Schiessen in Thonblöcke, welche einseitig von Blechen bedeckt sind, müsste schon die Voraussetzung gemacht werden, dass in dem Falle das Blech zuerst getroffen wird, ein Theil der comprimirten Luft durch die Schussöffnung ein-

---

[1] Bircher, Neue Untersuchungen über die Wirkung der Handfeuerwaffen, S. 22.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dringt und dort noch in hinlänglicher Menge vorhanden ist, um den Explosionstrichter zu bilden.

Dasselbe würde gelten, wenn der Thon in Büchsen eingeschlossen ist. Hier stellt sich aber eine Schwierigkeit ein, wenn der Schusscanal sehr lang wird. Dasselbe Luftquantum müsste in diesem Falle eine weitaus beträchtlichere Materialmenge bei Seite drängen, als in dem Falle kurzer Schusscanäle, was doch nicht recht einleuchtend ist.

Da nun E. Mach, L. Mach und P. Salcher weitaus nicht jene Luftmenge vor den Geschossen optisch nachweisen können, die zur Erzeugung solcher Explosionswirkungen nothwendig ist, so muss eine Erklärungsweise aufgesucht werden, welche die Mitwirkung der Luft ausschliesst.

Die Theorie vom hydraulischen Druck oder von der dadurch bedingten Höhlenpressung, die sich ja hauptsächlich auf die Einschliessung flüssiger oder weicher Körper in Hüllen bezieht, kann bei den unbedeckt aufgestellten Platten plastischen Thones in diesem Sinne nicht angewendet werden. Es handelt sich hiebei nicht um ein statisches, sondern offenbar um ein rein dynamisches Phänomen, wie auch schon E. Mach hervorgehoben hat.[1] Es findet eine mit grosser Geschwindigkeit vor sich gehende Materialverschiebung statt, wie diese ja auch durch die vorerwähnten Versuche von Majorana Calatabiano und Fontana beim Durchschlagen von Geschossen durch Glasplatten nachgewiesen ist und auch von Bircher und anderen bei Beschreibung der Schüsse in das Gehirn und in die Leber beobachtet wurde.

Im Momente des Auftreffens beginnt das Geschoss, die Thontheilchen mit grosser Geschwindigkeit zur Seite zu schleudern, die zunächst getroffenen Theilchen sind bestrebt, in die umgebenden einzudringen und diese weichen nach jenen Richtungen aus, wo sich der geringste Widerstand ergibt, also nach seit- und rückwärts, selbst wenn der Thon durch Blech bedeckt ist. Die durch das Geschoss zunächst verdrängten Theilchen werden an den in Folge der Reaction der Trägheit widerstehenden, umgebenden Theilchen gewissermassen re-

---

Diese Sitzungsberichte, Bd. 98, Abth. II. a., S. 1321.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

flectirt, und so kommen die nach rückwärts aufgeworfenen Ränder zu Stande.

In dem Momente, wo das Geschoss die Mitte des Blockes überschreitet, was bei den 6 *cm* dicken Blöcken schon nach $^1/_{20000}$ einer Secunde der Fall ist, beginnt das Material nach vorne auszuweichen, indem es den dagegen getriebenen Theilchen nicht mehr hinreichend Widerstand bieten kann; jetzt werden die nach der anderen Seite aufgeworfenen Ränder gebildet, indem das vordringende Geschoss noch immer Material zur Seite schleudert.

Die kleine Zeit, in welcher die Geschwindigkeit mitgetheilt werden soll, bewirkt, dass der Thon fast nur radial ausweicht.

Das Geschoss hat in der That den Block schon durchdrungen, während der Thon noch in seitlicher Bewegung ist. Die beiden axial durchschossenen cylindrischen Büchsen reissen erst, nachdem das Geschoss bereits hindurchgetreten ist, wie oben erwähnt und mehrfach beobachtet wurde.

Es scheint mir gar nicht ausgeschlossen, dass das Geschoss bei der Bildung dieser Höhlungen in dem blechbedeckten Thone sogar einen luftverdünnten Raum erzeugen könne, in welchen die Luft von aussen eindringt. Es würde dies meiner Erklärung nicht zuwiderlaufen.

Die Grösse der übermittelten Geschwindigkelt und die Grösse des Geschossdurchmessers bestimmen die Grösse der Öffnungen. Welchen Einfluss die Beschaffenheit der Spitze ausübt, konnte ich leider nicht nachweisen.

Die vorstehende Erklärung ist auch noch zutreffend, wenn die Thonblöcke einseitig mit Blech bedeckt oder in cylindrische Blechbüchsen eingeschlossen sind, welche nach der Richtung der Cylinderaxe durchschossen werden. In den Büchsen entstehen dann bei den 6 *cm* dicken Thonblöcken Höhlungen von nahezu der gleichen Grösse, die zumeist durch die seitliche Verdrängung des Thones bedingt sind. Bei den grösseren mit Thon gefüllten Büchsen wurde nur sehr wenig Thon aus der Büchse herausgeschleudert. Der auf dem Geschosswege liegende Thon wird mit solcher Mächtigkeit zur Seite geschleudert und reflectirt, dass die Blechwand der Eintrittsseite eine Auftreibung nach rückwärts erfährt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Liegt der Thonblock frei auf, so nimmt, wie bei dem vorher angeführten, stärker greifenden Streifschuss, das getroffene Materiale eine solche Geschwindigkeit an, dass sich das obere Ende des Blockes abflacht und allseitig umstülpt. Es entspricht diese Erscheinung dem Zerspritzen von Leber oder Hirn, wenn dieselben freiliegend beschossen werden.

Die Zersprengungserscheinungen eingeschlossener, flüssiger oder weicher Gebilde treten überall dort auf, wo sich die umschliessende Hülle nicht so deformiren kann, um das durch das Geschoss im Schusscanal verschobene Materiale aufzunehmen, werden also dort am heftigsten sein, wo bei kleinem Cubikinhalt lange Schusscanäle auftreten. Die Zerstörung geht aber dann nicht durch einen Druck, sondern durch einen Stoss vor sich, welcher nicht einem einfachen Ausweichen des Mittels, sondern einem Auseinanderschleudern desselben entspringt, so dass ein das Geschossvolumen weitaus übersteigender Raum frei wird.

In der Eingangs citirten Broschüre von Reger ist auch auf die Versuche Kocher's[1] verwiesen, den die Erscheinungen bei Gewehrschüssen zur Annahme einer eigenen Sprengkraft für Glas, Bleiplatten, Sandstein und kieselgefüllte Gefässe, mit denen er experimentirte, veranlassten. Die von mir angeführten Versuche mit plastischem Thone sprechen entschieden zu Gunsten der Anschauungen Kocher's, des Vorhandenseins einer Sprengwirkung.

---

[1] Kocher, Über Schusswunden. Leipzig, 1880.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 106_2a

Autor(en)/Author(s): Obermayer Albert von

Artikel/Article: Schiessversuche gegen plastischen Thon. 365-383