

500000109

Geheim!

1. Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 88 StGB in der Fassung des Gesetzes vom 24. April 1934 (RGBl. I-S 231 f.).
2. Weitergabe nur verschlossen, bei Postbeförderung als „Einschreiben“.
3. Aufbewahrung unter Verantwortung des Empfängers unter gesichertem Verschluss.

BAG

Targot

2463

Versuchsbericht über die Sprengstoffeigenschaften von GM 1 vom 1.7.42

mit einer Aktennotiz vom 3.8.42

von Dr. Robert Stadler

I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft

Technische Abteilung Oppau.

I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT
T.A. Op.

6.8.42

Stadler

500000110

Oppau, den 3. August 1942.

Aktennotiz

von Herrn Dr. R. Stadler.

Betrifft: G M 1.

BAG Target

2463 - U/4. U3

In einer Besprechung vom 14.7.42 in Oppau, an der u.a. die Herren

Obering. Christensen, R L M,
Reg.Baurat Dr.Weber, L K A und
Dipl.Chem. Bau, L K A

teilnahmen, wurden die in dem vorliegendem Bericht vom 1. Juli 1942 zusammengestellten Versuche über die Sprengstoffeigenschaften von GM 1 mitgeteilt.

Im Anschluß an diese Besprechung wurden die Versuche über die Explosionsfähigkeit von GM 1 in Gegenwart fester Teilchen (Wärmeisolierstoffe) fortgesetzt.

Da der Bericht hierüber z.Zt. noch nicht abgefaßt werden kann, andererseits die Frage der Jsolierung der GM 1 - Behälter äußerst wichtig und dringlich ist, soll jetzt schon darauf hingewiesen werden, daß von den untersuchten anorganischen Jsolierstoffen Kieselgurpulver, Diatomitstein, Schlackenwolle und Magnesiastein mit Asbesteinlage, bei gebranntem Diatomitstein auch bei starker Initialzündung und verschiedener GM 1 - Feuchtigkeit praktisch keine Explosionsfähigkeit des aufgesaugten GM 1 nachgewiesen werden konnte, so daß also von diesem Gesichtspunkt aus die Verwendung der handelsüblichen Diatomitsteine für die Jsolierung der GM 1 - Behälter unbedenklich erscheint.

Die Verwendung von „organischen“ Jsolierstoffen scheidet wegen des Sprengstoffcharakters solcher GM 1 - feuchten Stoffe aus.

Stadler

Bericht von Dr. Robert Stadler.Versuche über die Sprengstoffeigenschaften von GM 1.

Aufgrund von Mitteilungen von Dipl.Chemiker Rau über den stark explosiven Zerfall von flüssigem, drucklosem GM 1, der bei einem Beschußversuch in Kassel aufgetreten war, wurden einige Versuche über die Sprengstoffeigenschaften von GM 1 und von Mischungen mit in der Hauptsache brennbaren Substanzen angestellt mit dem Ziel, eine Erklärungsmöglichkeit für den erwähnten explosiven Zerfall zu finden.

Wie schon die Versuche, die H. Rasch im Anschluß an eine Explosion von komprimiertem GM 1 unternommen hatte, gezeigt haben, läßt sich komprimiertes flüssiges GM 1 durch einen schmelzenden Eisendraht zu einem mehr oder weniger vollkommen explosiven Zerfall bringen. Bei Temperaturen über der kritischen Temperatur scheint sich die Explosion durch das ganze Volumen hindurch fortzupflanzen. Geringe Beimengungen von Luft, Wasserdampf oder von verbrennlichen Substanzen haben keinen Einfluß auf die Explosionsfähigkeit durch thermischen Zerfall. Auch soll es ohne Einfluß sein, ob in der Gasphase oder in der Flüssigkeit gezündet wird. Die Ladedichte soll die Explosionsfähigkeit des komprimierten GM 1 ebenfalls nicht beeinflussen. Außer der elektrischen Energie wurden bei den Versuchen von H. Rasch dem komprimierten GM 1 durch die Verbrennungswärme des zur Zündung benutzten Eisendrahtes etwa 70 cal. zugeführt. Inwieweit diese zugeführte Energie auf den Zerfall von GM 1 Einfluß hat, wird von H. Rasch nicht weiter erörtert. Durch Funkenzündung läßt sich nach den Versuchen von H. Rasch komprimiertes GM 1 nicht zum Zerfall bringen.

Beim Durchschießen von Flaschen mit komprimiertem GM 1 mit dem S-Geschoß trat keine Explosion ein; ebenso konnte der Flascheninhalt bei 70° durch aufgelegte Dynamitpatronen von 100 g nicht zur Detonation gebracht werden. Die Druckflaschen

wurden lediglich durch die Sprengladung zertrümmert oder einfach von dem S-Geschoß durchschlagen. Dieser Befund ist im Zusammenhang mit der eingangs erwähnten Wirkung des Beschußes von flüssigem, drucklosem GM 1 umso befremdlicher.

Wird eine Flasche mit komprimiertem GM 1 ins Feuer gelegt, so tritt nur Aufplatzen der Flasche, jedoch keine Explosion des Inhalts ein. Durch eine im Innern einer GM 1 enthaltenden Druckflasche zur Explosion gebrachte Sprengkapsel wurde auch der Inhalt zur Explosion gebracht. Zusammenfassend sagt Rasch, daß die Explosion von komprimiertem GM 1 nur eintritt, wenn ein kräftiger Initialimpuls in das Innere der Druckflasche verlegt wird.

Für flüssiges, druckloses GM 1 hat Dr. Bantien (Berichte Höchst, Juni u. Sept. 1941) festgestellt, daß es weder durch einen schmelzenden Metalldraht noch durch eine Sprengkapsel zur Explosion zu bringen ist, dagegen wird komprimiertes GM 1 durch einen Schmelzdraht oder durch Bleiazid zum Zerfall gebracht.

Entsprechend dem Anlaß für die vorliegenden Versuche, wurde mit der Untersuchung der Einwirkung starker mechanischer Impulse auf druckloses, flüssiges GM 1 begonnen, wobei sich dann noch andere Fragestellungen ergaben, sodaß der Inhalt des vorliegenden Berichtes nach folgenden Punkten geordnet werden kann:

- 1.) Verhalten von flüssigem, drucklosem, kaltem GM 1 unter der Einwirkung einer Sprengkapsel Nr. 8 und einer Detonator-Sprengladung.
- 2.) Verhalten von flüssigem, drucklosem, kaltem GM 1 in Eisenkästen beim Beschuß.
- 3.) Verhalten von GM 1 unter Druck
 - a) Wirkung einer Sprengkapsel auf die Gasphase oder flüssige Phase bei gewöhnlicher Temperatur.
 - b) Wirkung auf die GM 1-Füllung bei der Zerstörung der Druckflasche durch Sprengstoffe oder durch Beschuß.
 - c) Gasförmiges und flüssiges GM 1 unter Druck bei gewöhnlicher Temperatur unter der Einwirkung einer kleinen Sprengladung im Innern der Druckflasche.
- 4.) Sprengversuche mit Mischungen von drucklosem, flüssigem GM 1 und Pentan bzw. Methanol.

- 5.) Sprengversuche mit Mischungen von GM 1 und festen Substanzen (Holzmehl, Iporca-Korkstein).

V e r s u c h e :

1. Verhalten von flüssigem, drucklosem, kaltem GM 1 unter der Einwirkung einer Sprengkapsel Nr. 8 und einer Detonator-Sprengladung.

Das Produkt für die vorliegenden Versuche wurde in der Oppauer GM 1-Anlage hergestellt und drucklos flüssig aus der Trennanlage von Obering. Dr. Speyerer bezogen. Es ist sorgfältigst gereinigt und trocken.

Druckloses, flüssiges GM 1 wurde in Aluminiumrohre von 32 mm lichter Weite, 300 mm Länge und 3 mm Wandstärke bzw. in Weißblechhülsen von 150 - 300 ccm Inhalt und in eiserne Stutzen von 2 mm Wandstärke eingefüllt. In keinem Fall konnte durch die Detonation einer Sprengkapsel oder eines Detonators von 6,5 g Gewicht (Nitropenta) eine Explosion des eingefüllten GM 1 erhalten werden, auch wenn die einzelnen Gefäße mit gut passenden Eisen- oder Bleikappen abgedeckt waren. Die Aluminiumrohre wurden durch die Wirkung der Sprengkapsel bzw. des mit Sprengkapsel gezündeten Detonators nur in der näheren Umgebung der Sprengladung zerstört, der übrige Teil der Rohre blieb erhalten und enthielt z.T. noch Reste von flüssigem GM 1. Bild 1. Vergleichsversuche mit gekühltem Methanol bei - 75° ergaben dasselbe Bild.

2. Verhalten von flüssigem, drucklosem, kaltem GM 1 in Eisenkästen beim Beschuß.

Druckloses, flüssiges GM 1 konnte in rechteckigen Eisenkästen von 200 x 200 x 50 mm durch den Beschuß mit Vollgeschossen von 120 g, Kaliber 24 mm, bei etwa 400 m Auftreffgeschwindigkeit nicht zur Explosion gebracht werden. Die Energie der Geschosse war so groß, daß eine Flußstahlplatte von mindestens 3 mm Stärke noch durchschlagen wurde.

Die Stärke der Vorder- und Rückwand des Kastens betrug in einem Falle 2 mm. Beide Wände wurden von der Granate durchschlagen, ohne daß eine Explosion eintrat. Die Füllung wurde weit umhergespritzt. Bild 2.

Bei einem anderen Kasten betrug die Stärke der Vorderwand 2 mm, die der Rückwand 8 mm. Beim Beschuß des mit drucklosem, flüssigem GM 1 gefüllten Kastens wurde die Vorderwand durchschlagen und die Rückwand fast durchstoßen, sodaß die gesamte kinetische Energie der Granate sich an dem Eisenkasten zerwirkt hatte. Auch hier trat keine Explosion von GM 1 ein. Bild 3.

Ein Eisenkasten mit 2 mm Wandstärke wurde mit Iporka isoliert und vorsichtig mit flüssigem GM 1 gefüllt, sodaß kein GM 1 mit der Isolierung in Berührung kommen konnte. Beim Beschuß mit einer Granate von 120 g wurde die Vorderwand und Rückwand des Kastens durchstoßen, wobei die Iporka-Isolierung zu brennen anfang. Eine Explosion des GM 1 trat jedoch nicht ein. Bild 4.

Wie bekannt und später noch näher ausgeführt wird, ist GM 1 seinen thermodynamischen Eigenschaften nach als Sprengstoff zu betrachten. Die Explosionsempfindlichkeit von Sprengstoffen hängt nun oft sehr von ihrem physikalischen Zustand ab. Um auf alle Fälle sicher zu gehen, wurde auch festes GM 1, das durch Abkühlen von flüssigem Produkt auf -110° erhalten wurde, im Aluminiumrohr und frei liegend mit einer Sprengkapsel Nr. 8 gezündet. In beiden Fällen trat keine Explosion des festen GM 1 ein. Bild 5.

3. Verhalten von GM 1 unter Druck unter der Wirkung von Sprengstoff und Beschuß.

Zum besseren Verständnis der bei der Explosion von GM 1 im geschlossenen Gefäß auftretenden Verhältnisse soll zunächst der dabei zu erwartende Druck unter gewissen Vereinfachungen ermittelt werden. Dabei wird angenommen, daß der Zerfall von GM 1 vollständig ist und daß insbesondere keine anderen endothermen Sauerstoffverbindungen auftreten.



Aus dieser Gleichung ergeben sich nach der für Sprengstoffe üblichen Berechnungsweise in erster Annäherung folgende sprengtechnische Daten:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Spez.Vol.} & = & 765 \text{ l/kg} \\
 Q & = & 450 \text{ kcal/kg} \\
 T & = & \text{ca. } 2600^{\circ} \\
 P & = & 9500 \frac{\Delta}{1-0,765 \Delta}
 \end{array}$$

Dabei ist P der Explosionsdruck in Atmosphären, der sich unter den angenommenen Verhältnissen ausbilden würde, wenn die Ladedichte Δ kg/l beträgt. Für den Fall, daß flüssiges GM 1 vorliegt, sind die entsprechenden Werte wegen der negativ anzusetzenden Verdampfungswärme entsprechend zu korrigieren. Von Dr. Banthien wurde die Verdampfungswärme von flüssigem GM 1 zu 60 kg/cal pro kg bei der isothermen Verdampfung bei 20° und zu 100 kcal/kg bei der Überführung des flüssigen Produktes von $-87,5^{\circ}$ in Dampf von 20° angegeben. Um einen kleinen Überblick über die Explosionsdrucke zu bekommen, sind im folgenden einige Werte für verschiedene Ladedichten angegeben. Die vor P stehende erste Zahl bezeichnet die Ladedichte, die zweite Zahl die Temperatur.

$$\begin{array}{rcl}
 0,33, & 20^{\circ}, & P = 4200 \text{ atm.} \\
 1,00, & 20^{\circ}, & P = 38000 \text{ " } \\
 0,745, & 20^{\circ}, & P = 16000 \text{ " } \\
 1,22, & -87^{\circ}, & P = > 100000 \text{ atm.}
 \end{array}$$

Der Füllung mit der Ladedichte 0,745 entspricht der nach der Druckgasverordnung für GM 1 zugelassene Füllungsgrad von Druckflaschen. Wie gesagt sind die obigen Werte für die Explosionsdrucke nur theoretisch zu nehmen, weil u.a. energieverzehrende Reaktionen nicht berücksichtigt sind und die Behälter unter Verbrauch von Explosions- bzw. Zerfallsenergie deformiert werden.

3a) Zündung einer Sprengkapsel in der Gasphase bzw. flüssigen Phase von verdichtetem GM 1 bei gewöhnlicher Temperatur.

Für diese Versuche wurden kleine Druckflaschen mit 0,5 l Fassungsvermögen aus S2-Stahl hergestellt. Die Wandstärke betrug 5 bzw. 22 mm. Die Flaschen wurden vorgekühlt, dann mit flüssigem GM 1 gefüllt und mit dem aufschraubbaren Kopf verschlossen. Zur Zündung wurde die Aluminiumsprengkapsel Nr. 8 verwendet, die jeweils in der Gasphase oder flüssigen Phase untergebracht war und elektrisch gezündet wurde. Die allgemeine Versuchsanordnung ist aus der Skizze Nr. 1 zu ersehen.

Versuch.

Eine Druckbombe von 22,5 mm Wandstärke, 50 mm l.W. und 0,5 l Fassungsvermögen wurde mit 140 g GM 1 gefüllt und mit einer Aluminium-Sprengkapsel Nr. 8 in der Gasphase gezündet. Der Bombenkörper wurde in 3 große Splitter zerlegt, die sofort nach der Explosion sich nur handwarm anfühlten. Der Füllung mit 140 g entspricht eine Ladedichte von 0,3, wofür sich nach der oben angegebenen Formel ein Explosionsdruck von etwa 4000 atm. errechnet. Der nach der üblichen Hochdruckformel nach Bach für die vorliegende Bombe errechnete zulässige Gebrauchsdruck beträgt 800 atm. Bild 6.

Versuch.

Eine Druckbombe wie in dem vorausgegangenen Versuch wurde mit 205 g GM 1 gefüllt und eine Sprengkapsel im Flüssigkeitsraum gezündet. Durch eine anschließend erfolgende Explosion wurde die Druckbombe wieder in 3 große Bruchstücke zerlegt. Die Splitter waren an ihrem oberen Teil warm und unten kalt und an den Bruchflächen offenbar nur so weit angelaufen als die Gasphase reichte. Bild 7.

Versuch.

Eine Druckflasche von den gleichen Abmessungen wurde mit 150 g GM 1 beschickt und eine Aluminiumsprengkapsel Nr. 8 in der Flüssigkeit gezündet. Durch die anschließend erfolgende Zersetzung im Innern der Bombe wurde der Bombenkörper leicht aufgebaucht, von 95 auf 97,5 mm, ohne jedoch zerrissen zu werden. Bild 8.

Der Bombenkörper war an seinem oberen Teil warm und unten kalt. Die Stromzuführung für die Sprengkapselzündung war ausgeschmolzen und die Innenwand der Bombe ohne Schmelzerscheinungen stark angelauten. Im vorliegenden Falle ist offenbar keine Explosion, sondern nur ein starker thermischer Zerfall durch die Sprengkapselzündung im flüssigen GM 1 eingeleitet worden.

Eine andere Druckflasche mit 5 mm Wandstärke und sonst gleichen Abmessungen wurde mit 310 g GM 1 gefüllt und aufrechtstehend mit einer Sprengkapsel Nr. 8, die 1 cm vom Boden des Flüssigkeitsraumes entfernt war, gezündet. Dabei wurde die Druckflasche zerrissen. Bild 8a. Der Kopf und besonders der Boden waren nach der Explosion vollkommen kalt, während die Splitter vom mittleren Teil der Druckflasche sehr heiß waren. Durch die Sprengkapselzündung im flüssigen GM 1 war nur eine Zersetzung eines Teiles des Bombeninhaltes eingeleitet worden. Im Moment des Platzens des Bombenkörpers muß der Boden noch mit flüssigem GM 1 bedeckt gewesen sein.

Nach den letzten Versuchen scheint es so zu sein, daß das explosionsgefährlichere Element beim komprimierten GM 1 die Gasphase ist. Endgültige Ergebnisse hierüber können nur durch Versuche mit größeren Mengen gewonnen werden.

5b) Wirkung auf die GM 1-Füllung bei der Zerstörung der Druckflasche durch Sprengstoffe oder durch Beschuß.

Bei den folgenden Versuchen wurden Druckflaschen von 5 mm Wandstärke, 50 mm l.w., 0,5 l Fassungsvermögen mit Sprengstoff oder einer kleinen Granate von außen her durchschlagen, um die dabei auftretende Einwirkung auf das eingefüllte, verdichtete, flüssige oder dampfförmige GM 1 bei gewöhnlicher Temperatur zu untersuchen.

Versuch.

Eine Bombe in den zuletzt angegebenen Abmessungen wurde mit 280 g GM 1 beschickt und aufrechtstehend mit einem Vollgeschoß von 120 g Gewicht und 24 mm Durchmesser im Gasraum durchschossen. Bilder 9 und 9a. Die Druckbombe wurde vollkommen durchschlagen. Die Einschußöffnung war sehr regelmäßig, während die Ausschußöffnung unregelmäßig und größer als die Einschußöffnung war.

Eine Explosion des eingefüllten GM 1 trat nicht auf. Der Bombenkörper war nach dem Beschuß kalt. Eine andere Bombe, die mit 310 g GM 1 gefüllt war, wurde auf gleiche Weise im Flüssigkeitsraum durchgeschossen, ohne daß eine Explosion oder Zersetzung des Bombeninhaltes auftrat. Das Bombenmaterial blieb vollkommen kalt und im Innenraum blank.

Versuch.

Eine Bombe von den angegebenen Abmessungen wurde mit 235 g GM 1 beschickt und aufrechtstehend durch eine angelegte Ladung von 120 g festgestopftem Trinitrotoluol an der Grenze Gasphase und flüssige Phase vollkommen durchschlagen. Skizze 2 und Bilder 10 u. 10a. Der Sprengstoff befand sich in einer Weißblechdose von 48 mm Durchmesser.

versuch.

Eine gleiche Bombe wie im vorhergehenden versuch wurde mit 300 g GM 1 gefüllt und liegend durch eine aufgesetzte Sprengladung von 120 g Trinitrotoluol von oben nach unten vollkommen durchschlagen. Bilder 11 u. 11a. Auch hierbei trat keine Explosion von GM 1 ein. Auch hier war nach dem Beschuß der Druckbombenkörper vollkommen kalt.

3c) Gasförmiges, flüssiges GM 1 unter Druck bei gewöhnlicher Temperatur unter der Einwirkung einer kleinen Sprengladung im Innern der Druckflasche.

Bei den folgenden Versuchen wurde die Wirkung einer kleinen Sprengladung, die im Innern einer Druckflasche bei gewöhnlicher Temperatur in der Gasphase oder in der flüssigen Phase zur Detonation gebracht wurde, untersucht. Skizze 3. Diese Versuche bilden den Übergang von dem Fall, wo eine kleine Sprengladung (Sprengkapsel im geschlossenen Druckgefäß) zur Wirkung kam, zu dem Fall, wo die Sprengstoff- bzw. Beschußwirkung von außen kam. Den Versuchen liegt der Gedanke zugrunde, daß ein mit GM 1 gefülltes Druckgefäß von einem Sprenggeschos durchschlagen wird und dieses im Innern der Druckflasche explodiert. Bei genügender Größe der Druckflasche bzw. genügender Füllmenge und nicht zu großem Kaliber des Sprenggeschosses wird von dem Zeitpunkt des Eindringens des Geschosses durch die Wand der

Druckflasche bis zum Augenblick der Detonation des Geschosses im Innern der Flasche der Druck in dem Behälter mit komprimiertem GM 1 noch nicht wesentlich abgenommen haben.

Für diese Versuche wurden Druckbomben von 50 mm lichter Weite, 22,5 mm Wandstärke und 0,46 l Fassungsvermögen verwendet. Ein Tauchrohr von 10 mm l.W. und 3 mm Wandstärke führte durch den aufschraubbaren Kopf der Bombe. In das Innere dieses unten geschlossenen Tauchrohres wurden 6 g Trinitrotoluol gestopft und eine Sprengkapsel Nr. 8 aufgesetzt. Skizze 3. Die Sprengladung wurde durch Auffüllen von feinem Sand in das Tauchrohr verdämmt. Durch geeignete Bemessung der Länge des Tauchrohres konnte die Sprengladung im Gasraum oder im Flüssigkeitsraum der Druckbombe zur Explosion gebracht werden. Dabei wurde jeweils der der Sprengladung anliegende Teil des Tauchrohres durch die Explosion des Trinitrotoluols in viele längliche Splitter zerlegt. Die dabei auftretende Wirkung auf das eingefüllte GM 1 geht aus den folgenden Versuchen hervor.

Versuch mit Zündung in der Gasphase.

In eine Bombe von den beschriebenen Abmessungen wurden 130 g GM 1 eingefüllt, sodaß die Druckbombe gesättigten GM 1-Dampf enthielt. Bei der Zündung der im Gasraum (kurzes Tauchrohr) befindlichen Sprengladung wurde die Bombe nicht zerrissen, dagegen zeigten sich im Innern der Bombe und an der Verschlußschraube starke Ausbrennungen, wie sie beim Verbrennen von Eisen in Sauerstoff auftreten. Durch die Verbrennung des Verschlußkopfes war es nicht möglich, die Bombe zu öffnen. Der Kopf mußte daher abgeschnitten werden. Der obere Teil des Bombenkörpers war heiß, während auch hier der Boden, wo sich flüssiges Produkt befunden hatte, kalt war. Im Innern der Bombe lagen die mehr oder weniger angeschmolzenen Splitter des Tauchrohres. Bild 12. Das Tauchrohr war selbst bis zum Verschlußkopf weggeschmolzen. In dem Verschlußkopf befand sich aus Sicherheitsgründen für eine evtl. Entspannung eine kleine Ventilschraube, die einen erst axial und dann radial verlaufenden Kanal abschloß. Sitz und Schaft dieser kleinen Ver-

2463

schlußschraube waren weggeschmolzen. Der radial/nach außen gehende Kanal war von 3 mm auf 8 mm ausgeschmolzen; durch ihn wurde flüssiges Eisen durch den Gasdruck in der Bombe hinausgeblasen. Bei diesem Versuch ist offenbar das eingefüllte GM 1 nicht explodiert, sondern durch die Explosion der Sprengladung wurde ein weitgehender thermischer Zerfall eingeleitet und schwere Ausbrennungen an dem Bombenmaterial hervorgerufen. Bemerkenswert ist dabei, daß auch hier das flüssige GM 1 offenbar bei diesen Wirkungen nicht besonders beteiligt war.

Versuch mit Zündung in der flüssigen Phase.

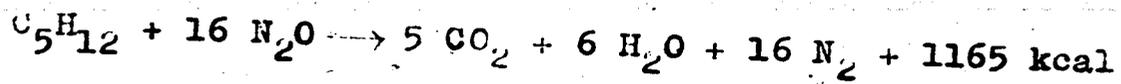
Eine Druckbombe wie im vorigen Versuch wurde mit 140 g GM 1 gefüllt. Das Ende des Tauchrohres mit der Sprengladung von 6 g Trinitrotoluol, die mit Sprengkapsel Nr. 8 gezündet wurde, befand sich diesmal in dem flüssigen GM 1. Skizze 3. Bei der Zündung der Sprengladung traten annähernd dieselben Erscheinungen auf wie bei dem Versuch vorher. Nach der Explosion war auch hierbei der Bombenkörper oben heiß und unten kalt. Die Schmelzungserscheinungen im Innern der Bombe und an der kleinen Sicherheitsschraube waren dieselben. Bild 13.

Für die einwandfreie Entscheidung darüber, ob, wie es auch nach diesen beiden Versuchen scheint, die unter Druck stehende Gasphase von GM 1 bei gewöhnlicher Temperatur tatsächlich explosionsgefährlicher ist als die flüssige Phase, soll ein Versuch gemacht werden, in dem in einem sehr langen Rohr in einem viel größeren Volumen von flüssigem GM 1 unter Druck eine Sprengkapsel bzw. eine kleine Sprengladung; wie in den beiden vorstehenden Versuchen, zur Explosion gebracht wird.

4. Sprengversuche mit Mischungen von drucklosem, flüssigem GM 1 und oxydierbaren Substanzen.

Da die bisherigen Versuche keine Bestätigung für die Möglichkeit des explosiven Zerfalls von flüssigem, drucklosem GM 1 ergeben hatten und die Versuche mit komprimiertem GM 1 die Möglichkeit offen lassen, daß auch flüssiges GM 1 unter Druck bei gewöhnlicher Temperatur weitgehend unempfindlich ist, mußte zunächst die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß

irgendwelche oxydierbaren Substanzen im flüssigen, drucklosen GM 1 bei dem Beschußversuch in Kassel vorgelegen haben, wodurch der dabei beobachtete explosive Zerfall ohne weiteres erklärt werden könnte. Es wurden daher einige Versuche durchgeführt, in denen flüssiges, druckloses GM 1 in Mischung mit Pentan und Methanol mit Sprengkapsel Nr. 8 gezündet wurde. Daß solche Mischungen Sprengstoffe von der Art der Flüssiglufisprengstoffe darstellen, ist bekannt. So hat schon Pictet Mischungen von flüssigem GM 1 und Äther bzw. Methanol als Sprengstoffe vorgeschlagen. Um einen Überblick über die dafür notwendigen Zmischungen von verbrennbaren Substanzen und die dabei auftretenden Verhältnisse zu bekommen, soll im folgenden die Mischung mit Pentan betrachtet werden.



In der Wärmetönung (Explosionswärme) ist die Verbrennungswärme von Pentan und die Zerfallswärme von GM 1 unter Berücksichtigung der Verdampfungswärme von GM 1 enthalten.

Aus obiger Gleichung ergeben sich für die auf vollständige Oxydation eingestellte Mischung von GM 1 mit 9,5 % Pentan folgende ungefähre sprengtechnische Daten:

spez. Vol.	=	780 l/kg.
Explos.wärme Q	=	1400 kcal/kg
Explosionstemp. T	=	ca. 5500°
Ladedichte Δ	=	1,12.

Vergleichsweise seien die entsprechenden Daten für 1 kg der Mischung von flüssigem Sauerstoff (75,2 %) mit Carben (24,8 %) nach Stettbacher angeführt.

V	=	631 l/kg
Q	=	2266 kcal/kg
T	=	7500°
Δ	=	1,06.

Für das System Methanol-GM 1, das bei einem Gehalt von 26,6 Gew.% Methanol auf völlige Verbrennung eingestellt ist, ergibt die Rechnung folgende sprengtechnische Daten:

V	=	935 l/kg
Q	=	1680 kcal/kg
T	=	5400°
Ladedichte Δ	=	1,11.

Die Versuche wurden so durchgeführt, daß die Sprengstoffmischungen in zylindrischen Weißblechdosen von 48 mm l.W. und 83 mm Höhe bei 0,2 mm Wandstärke eingefüllt und auf Flußstahlblechen stehend mit Sprengkapsel Nr. 8 gezündet wurden. Skizze 4. Bei einer Explosion der Mischung wurden die auf einem Rohrstutzen liegenden Flußstahlplatten entweder durchschlagen oder mehr oder weniger stark eingebeult. Skizze 4, unten. Die durch Eingießen von Wasser ermittelte Größe der Einbeulung gibt ein für den vorliegenden Zweck genügendes relatives Vergleichsmaß. In den folgenden Tabellen sind die Versuche mit Mischungen von GM 1 und Pentan bzw. Methanol zusammengefaßt.

T a b e l l e 1

Sprengmischungen mit Pentan.

Pentan g in 150 cm ³	Gew. %	Explo- sion	Platten- dicke in mm	Einbeu- lung cm ³
4,7	ca. 2,6	-	6,5	0
9,4	5,3	+	6,5	268
12,5	7,2	+	6,5	235
12,5	7,2	+	8,0	165
31,4	20,0	-	6,5	0 (große Flamme)
56,0	40,0	-	6,5	0 (nitrose Gase)

T a b e l l e 2

Sprengmischungen mit Methanol.

Methanol g in 150 cm ³	Gew. %	Explo- sion	Platten- dicke in mm	Einbeu- lung cm ³
11,8	ca. 6,6	-	6,5	0
15,8	8,9	-	6,5	0
23,7	13,5	+	6,5	210
31,6	18,0	+	6,5	Durchschl. s. stark
39,5	23,0	+	6,5	220
47,5	28,7	-	6,5	0
55,0	36,7	-	6,5	0

In Vergleichsschüssen mit 150 g Trinitrotoluol bzw. Donarit wurden die 8 mm starken Eisenplatten trotz kleinerer Explosionswärme dieser Sprengstoffe durchschlagen. Bei Donarit war der Durchschlag nicht so sauber wie bei Trinitrotoluol; die Eisenplatte war jedoch etwas eingebault. Bilder 14 u. 14a. Die Explosionswärme der GM 1-Sprengstoffe ist zwar sehr groß, ihre Brisanz- bzw. Detonationsempfindlichkeit in unverdämtem Zustand jedoch kleiner als bei Donarit bzw. Trinitrotoluol. Bemerkenswert ist an den beiden Sprengstoffsystemen mit GM 1, daß die beste Sprengwirkung anscheinend bei einer kleinen Überbalancierung an GM 1 liegt und daß die Explosionsfähigkeit bei der Überschreitung des stöchiometrischen Wertes der oxydierbaren Substanzen schnell abnimmt. Diese Erscheinung könnte für gewisse Verhältnisse bei der Anwendung von GM 1 wichtig sein.

Im Zusammenhang mit den vorstehenden Versuchen wurde auch untersucht, ob der Gehalt an kleinen Mengen von freiem oder gebundenem Halogen bei gleichzeitigem Vorhandensein kleiner Mengen oxydierbarer Substanzen die Explosionsfähigkeit von drucklosem, flüssigem GM 1 beeinflusst. So beschleunigt z.B. Jod bei höheren Temperaturen den thermischen Zerfall von gasförmigem GM 1. In 2 ccm Methanol wurden etwa 100 mg Jod gelöst und mit flüssigem GM 1 auf 150 ccm aufgefüllt. Die Mischung wurde mit Sprengkapsel Nr. 8 nicht zur Explosion gebracht. Ebenso verliefen Versuche ergebnislos, flüssiges, druckloses GM 1 mit einem Gehalt von Methylenchlorid bis zu 10 % durch Zündung mit Sprengkapsel Nr. 8 zur Explosion zu bringen.

5. Sprengversuche mit Mischungen von GM 1 und festen Substanzen (Holzmehl, Iporka, Korkmehl, Kieselgur).

Aufgrund unserer Versuche über das Verhalten von flüssigem, drucklosem GM 1 und von komprimiertem GM 1 unter der Wirkung von starker Initialzündung bzw. Beschuß und Sprengstoffeinwirkung von außen, die mit einem gut gereinigten Produkt der GM 1-Anlage in Oppau ausgeführt wurden, und unter der Voraussetzung, daß bei dem Beschuß in Kassel ebenfalls ein so

reines Produkt verwendet wurde, blieb nach dem Ergebnis der im letzten Abschnitt beschriebenen Versuche noch die Möglichkeit übrig, daß bei der Explosion von flüssigem, drucklosem GM 1 durch Beschuß in Kassel die Isolierung des GM 1-Behälters irgendwie mitbeteiligt sein mußte. Aus dieser Vermutung heraus war schon der unter Abschnitt 1 angeführte Beschuß eines mit Iporka, einem verbrennbaren Kondensationsprodukt von Harnstoff, isolierten Behälters mit flüssigem GM 1 durchgeführt worden, wobei die Isolierung allerdings nur zu brennen anfang. Jedenfalls mußte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß irgendwie flüssiges GM 1 in die Isolierungsmasse gekommen war und es mußte festgestellt werden, ob in einem solchen Falle Verhältnisse auftreten können, daß bei einer entsprechenden Initiierung eine Explosion des Systems Isolierungsmasse-GM 1 erfolgt.

Über die Art der Wärmeisolierung des beim Beschuß explodierten GM 1-Behälters in Kassel, insbesondere darüber, ob organisches oder anorganisches Material verwendet worden war, ist hier nicht Genaueres zu erfahren gewesen. Es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß „Isocyanatschaum“, also ein verbrennbares Produkt, für die Isolierung des Behälters benutzt worden war.

Zunächst wurde in einem Eisenstutzen Holzwolle mit viel GM 1 überschüttet und in der Füllung eine Sprengkapsel Nr. 8 gezündet. Es trat keine Explosion ein. Nun wurde klein zerbröckeltes Iporkamaterial unter ständigem Umrühren mit sehr viel GM 1 überschüttet. Auch hier konnte mit der Sprengkapsel Nr. 8 keine Explosion erhalten werden. Anschließend wurde klein zerbröckeltes Iporkamaterial ebenfalls unter ständigem Umrühren mit wenig GM 1 übergossen, sodaß eine ziemlich trockene, nur GM 1-feuchte Masse erhalten wurde. Diese GM 1-feuchte, im übrigen noch bröcklige Masse, explodierte bei der Zündung mit einer Sprengkapsel Nr. 8 mit starkem Knall und relativ großer mechanischer Auswirkung. Das Bild 15 zeigt den bei den Versuchen benutzten Eisenstutzen von 150 mm Höhe, 100 mm l.W. und 4 mm Wandstärke, der zu $\frac{1}{3}$ mit GM 1-feuchtem Material gefüllt war. Durch die Explosion des GM 1-feuchten Iporkamaterials wurde der Stutzen an seinem mit GM 1 angefüllten Teil zerrissen,

der Boden des Stutzens abgesprengt und die Eisenplatte von 4 mm Stärke, auf welcher der Stutzen gestanden hatte, durchgebogen. Man sieht also, daß durch die Explosion des GM 1-feuchten Iporkamaterials schon ganz beachtliche mechanische Wirkungen hervorgerufen werden können, die bei einem etwa noch möglichen geeigneteren Mischungsverhältnis vielleicht noch größer sein können. Wie sehr es tatsächlich auf geeignete Mischungsverhältnisse mit GM 1 ankommt, geht aus den Sprengversuchen mit GM 1-Pentan u.s.w. hervor. Auf jeden Fall können alle verbrennbaren Isoliermaterialien, gleich welcher Dichte, mit GM 1 explosive Systeme bilden. Verschieden ist nur die Ladedichte und damit gegebenenfalls das Ausmaß der Explosionswirkung, die bei dem spezifisch sehr leichten Iporkamaterial auch entsprechend klein sein wird.

GM 1-feuchtes Iporkamaterial konnte durch den Beschuß mit einer 24 mm-Granate jedoch nicht zur Explosion gebracht werden, was aber nicht ausschließt, daß vielleicht bei einem geeigneteren Benetzungsverhältnis mit GM 1 doch eine Explosion erfolgen würde. Insbesondere könnten Geschosse mit größerer Auftreffgeschwindigkeit eine Zündung bewirken, was beim Beschuß mit Brandmunition und erst recht mit Sprengmunition noch leichter möglich sein wird. So ist z.B. die Wirkung des in der GM 1-feuchten Iporkaisolierung krepierenden Sprenggeschosses ohne weiteres der Wirkung einer detonierenden Sprengkapsel gleichzusetzen.

Eine gewisse Überraschung zeigt das Bild 15a. Hier würde die vollkommen anorganische Kieselgur in einem Eisenstutzen wie bei dem entsprechenden Iporkaversuch mit GM 1 angefeuchtet und mit einer Sprengkapsel Nr. 8 gezündet. In den beiden letzten Bildern scheint die Mischung von GM 1 mit der unverbrennbaren Kieselgur die entsprechende Mischung mit verbrennbarem Iporkamaterial zu übertreffen. Während nun, wie es besonders auch die nächsten Versuche zeigen werden, kein Zweifel besteht, daß geeignete Mischungen von GM 1 mit verbrennbaren Stoffen sehr starke Sprengstoffe darstellen, erhebt sich die Frage, wodurch die Wirkung bei der Kieselgurmischung (Bild 15a) erklärt werden kann.

In Vergleichsversuchen wurden Eisenstutzen von gleichen Abmessungen wie in den Versuchen mit Iporka und Kieselgur mit entsprechenden Mengen von Kieselgur, Iporka und Korkmehl gefüllt und die Füllung mit flüssigen Gasen verschiedener Siedepunkte angefeuchtet. Danach wurde wie bei den entsprechenden Versuchen mit GM 1 eine Sprengkapsel Nr. 8 in der Mischung gezündet und die Wirkung auf den Eisenstutzen und die Eisenplatte, auf welcher der Stutzen stand, beobachtet. Es wurden so geprüft: Kieselgur-Äthan (Sp. - 93°), Kieselgur-Propylen (Sp. - 50°), Iporka-Propan (Sp. - 45°), Korkmehl-Propylen (Sp. - 50°) und Korkmehl-Methanol- CO_2 (Sp. - 72°). Durch die Zündung der Sprengkapsel in den flüssiggasfeuchten Massen wurde in keinem Falle der Mantel des Eisenstutzens oder die Unterlagplatte wesentlich deformiert; lediglich der angeschweißte Boden des eisernen Stutzens platzte bei dem Versuch mit Äthan und mit Methanolkohlen säure wegen der bei tieferen Temperaturen größeren Sprödigkeit des Eisens ab. Es muß also angenommen werden, daß auch GM 1-feuchte Kieselgur in gewissem Ausmaße Sprengstoffeigenschaften hat, d.h., daß durch eine geeignete Initialzündung in dieser Mischung eine Explosion von GM 1 eingeleitet werden kann. Andererseits steht fest, daß eine Mischung, in der Kieselgur in viel GM 1 „schwimmt“, durch eine Sprengkapsel nicht zur Explosion gebracht werden kann.

~~Nun gehört GM 1 seinen thermodynamischen Eigenschaften nach zweifellos in die Klasse der Sprengstoffe. Andererseits ist bekannt, daß die Übertragung und Fortpflanzung der Detonation bzw. der Detonationswelle in flüssigen Sprengstoffen durch feste Teilchen begünstigt wird. Als Beispiel hierfür kann besonders das System Kieselgur-Nitroglycerin genannt werden. Die Explosionsfähigkeit von GM 1-feuchter Kieselgur wäre demnach nur ein neues Beispiel für die erwähnte Tatsache der Erleichterung der Detonationsübertragung in flüssigen Sprengstoffen durch die Anwesenheit fester Teilchen. Vielleicht spielt auch die durch Adsorptions- bzw. Kapillarkräfte an der Kieselgur geschaffene dichte Gasphase von GM 1 bei der Explosionsfähigkeit von GM 1-feuchter Kieselgur eine gewisse Rolle. Ein ähnliches Verhalten wie GM 1 zeigt das Vinylacetylen mit einer Zerfallswärme von rund 800 kcal/kg. Das reine flüssige Produkt konnte bisher im unverdämmten, drucklosen Zustand durch Sprengkapselzündung nicht~~

zur Explosion gebracht werden. Feuchtet man jedoch Kieselgur nicht zu stark mit flüssigem Vinylacetylen an, so explodiert diese Mischung bei der Zündung mit einer Sprengkapsel Nr. 8 ziemlich heftig.

Im folgenden werden noch einige Versuche erwähnt, in denen durch grobes Korksteinpulver nach Absieben des feineren Anteils mit GM 1 getränkt und gezündet wurde.

In einer Weißblechdose von 60 mm l.W., 88 mm Höhe und 0,2 mm Wandstärke wurden 25 g loser Korkstein eingefüllt und mit GM 1 überschüttet; die obere Lage war nur GM 1-feucht. Durch den Feuerstrahl eines Brückenglühzünders wurde die Mischung von Korkstein und GM 1 zur Entflammung gebracht. Unter Aufglühen und Verzndern brannte die Blechdose mit fauchender Flamme leer. Weiter wurden in gleichen Weißblechdosen je 28 g loser Korkstein eingefüllt und je 180 g GM 1 dazu gewogen. Nach 3 Minuten enthielt die erste Dose noch 172 g GM 1. Sie wurde, auf einem 3 mm Blech stehend, über einem Eisenstutzen von 150 mm Durchmesser mit Sprengkapsel gezündet. Bild 16 zeigt die Wirkung der dabei auftretenden Detonation auf das 3 mm Blech. Die zweite Dose enthielt nach 10 Minuten noch 122 g GM 1. Sie wurde ebenfalls wie die erste Dose gezündet. Bild 16a Aus der dritten Dose wurde nach 20 Minuten das noch darin befindliche nicht aufgesaugte GM 1 abgeschüttet; sie enthielt dann noch 50 g GM 1 und 28 g Korkstein. Bild 16b zeigt die Wirkung dieses durch Sprengkapsel Nr. 8 gezündeten Doseninhalts auf das Eisenblech. In Anbetracht der beim letzten Schuß vorliegenden kleinen Ladedichte und geringen Menge Sprengstoff ist die im Bild 16b gezeigte Wirkung der unv erdämmten Ladung sehr beachtlich.

Ähnliche Versuche mit ähnlichem Ergebnis wie mit Korkmehl wurden auch mit Holzmehl durchgeführt. Bemerkenswert ist bei diesen Versuchen, daß die Explosionsgrenzen der Mischungen von GM 1 mit festen, verbrennbaren, porösen Substanzen viel weiter sind als bei den Mischungen von GM 1 mit brennbaren Flüssigkeiten. In ein Rohr von 50 mm l.W., 22 mm Wandstärke und 250 mm Höhe wurden 46 g loser Korkstein eingefüllt und mit GM 1 überschüttet. Der obere Teil des Korksteins war nur stark

GM 1-feucht. Die oben unverdämmte Ladung wurde mit Sprengkapsel Nr. 8 gezündet; durch die dadurch eingeleitete Explosion wurde das starkwandige Rohr weitgehend zerlegt (Bild 17).

Das Gesamtbild der letzten Versuche mit GM 1-Sprengstoffen bestätigt die an früherer Stelle rechnerisch ermittelte große Explosionswärme derartiger Sprengstoffmischungen und die aus allgemeinen Überlegungen heraus zu erwartende nicht sehr große Brisanz bei der Detonation. Der Unterschied in diesen Eigenschaften dürfte gegenüber den entsprechenden Flüssigluftsprengstoffen nicht groß sein, wohl aber hätte die Verwendung von GM 1 anstelle von flüssigem Sauerstoff wegen seines gegenüber Sauerstoff viel niedrigeren Siedepunktes und wahrscheinlich größeren Adsorbierbarkeit bestimmte Vorteile, wenn der Herstellungspreis von GM 1 nicht zu hoch ist und vielleicht die Herstellung von flüssigem GM 1 in kleineren Anlagen möglich ist.

Die Ergebnisse der in dem vorliegenden Bericht beschriebenen Versuche bieten nun auch eine Erklärungsmöglichkeit für die in Kassel bei dem Beschuß eines Behälters mit flüssigem GM 1 aufgetretene Explosion, obwohl über die dabei tatsächlich vorhandenen Verhältnisse hier nur sehr wenig bekannt ist. Nach dem Bericht von Obering. Dr. Speyerer über die Besprechung vom 4.VI.42 in der Luftkriegsakademie soll die Explosion erst beim wiederholten Beschuß des GM 1-Behälters eingetreten sein, wobei jedoch nicht angegeben wird, welche Geschoßart verwendet wurde. Von der Voraussetzung ausgehend, daß der GM 1-Behälter mit einem brennbaren Material isoliert war und dieses nicht schon vorher durch Undichtigkeiten GM 1-feucht geworden war, könnte der Vorgang so erklärt werden, daß beim ersten Beschuß die eigentliche Behälterwand durchschlagen wurde und dann flüssiges GM 1 in die Isolierung eingedrungen ist; beim weiteren Beschuß wurde die GM 1-feuchte Isolierung zur Explosion gebracht. Auch bei der Verwendung eines porösen, anorganischen Isoliermaterials wäre in diesem Falle die Möglichkeit einer allerdings viel weniger heftigen Explosion gegeben gewesen.

500000129

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die vorstehenden Versuche über die Sprengstoffeigenschaften von GM 1 ergaben, daß flüssiges, druckloses GM 1, wie es in der Oppauer Anlage hergestellt wird, bei Verwendung kleinerer Mengen bis zu 300 g durch Sprengkapsel- bzw. Detonatorzündung und durch den Beschuß mit einem 120 g schweren Vollgeschosß von ca. 400 Geschwindigkeit nicht zur Explosion gebracht werden kann. Entsprechende ältere Versuchsergebnisse von H. Rasch und neuere von Dr. Banthien in Höchst werden dadurch bestätigt. Die Zumischung von einigen Prozenten organischer Flüssigkeiten oder die Anwesenheit kleiner Mengen von freiem oder gebundenem Halogen ist dabei ohne Einfluß. Oel ?

In Druckgefäßen mit flüssigem GM 1 und gesättigtem Dampf von gewöhnlicher Temperatur wurde durch die Explosion einer Sprengkapsel in einer der beiden Phasen eine explosionsartige Zersetzung eines Teiles der Füllung ausgelöst. Die Drucksteigerung geht dabei relativ langsam vor sich, sodaß starke Wände des Druckgefäßes nur in wenige Bruchstücke zerlegt werden. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß in Druckflaschen mit flüssigem GM 1 von gewöhnlicher Temperatur die Dampfphase explosionsgefährlicher ist als das flüssige GM 1. In keinem Falle konnte ein vollständiger Zerfall der flüssigen Phase beobachtet werden.

Druckflaschen mit flüssigem GM 1 bei gewöhnlicher Temperatur wurden im Dampf- oder Flüssigkeitsraum von kleinen Geschossen oder mit aufgesetztem Sprengstoff vollkommen durchgeschlagen, ohne daß dabei eine besondere Wirkung auf das eingefüllte GM 1 festgestellt wurde.

Die Explosion einer kleinen Sprengladung im Dampf- oder Flüssigkeitsraum einer GM 1 enthaltenden kleinen Druckflasche unter ähnlichen Bedingungen wie bei einfachem Durchschießen der Druckflaschenwand mit einem Sprenggeschosß verursachte einen teilweisen Zerfall des eingefüllten GM 1, verbunden mit starker Ausbrennung von Innenteilen der Druckflasche.

Nach der rechnerischen Betrachtung der einschlägigen Verhältnisse wurden in den Sprengversuchen mit Mischungen von flüssigem GM 1 und Pentan bzw. Methanol die Explosionsgrenzen angenähert bestimmt. Sie sind ziemlich enge und bieten Anlaß, die dadurch an sich vollkommen ungefährliche Aufspeicherungsmöglichkeit von GM 1 in Kraftstoffen - verbunden mit entsprechenden Motorversuchen - zu diskutieren, wobei entscheidend sein wird, ob es gelingt, auch die Dampfphase entsprechend zu phlegmatisieren. Mischungen von GM 1, besonders mit saugfähigen, organischen Substanzen (Isolierstoffe !) ergaben recht gute Sprengstoffe, die bei entsprechend billigem GM 1 Vorteile gegenüber den Flüssigluftsprengstoffen bieten.

Auch die Mischung von GM 1 mit anorganischen, unbrennbaren Stoffen kann explosionsfähig sein. So wurde die durch Tränken von Kieselgur mit flüssigem GM 1 erhaltene GM 1-feuchte Masse durch eine Sprengkapsel Nr. 8 zu einer explosionsartigen Zersetzung gebracht. Dieses Verhalten von kapillaraktiv an Kieselgur gebundenem GM 1 kann aufgrund ähnlicher Erscheinungen bei anderen flüssigen Sprengstoffen erklärt werden.

Aufgrund der Ergebnisse bei den zuletzt erwähnten Sprengversuchen mit GM 1 und porösen Massen könnte die bei den Versuchen der Luftkriegsakademie aufgetretene Explosion eines isolierten Behälters mit flüssigem GM 1 bei mehrfachem Beschuß erklärt werden.

Um noch größere Gewißheit über die Ungefährlichkeit von flüssigem GM 1 zu erlangen, ist es erwünscht, einige Tastversuche mit größeren Mengen von GM 1 durchzuführen.

Frädler

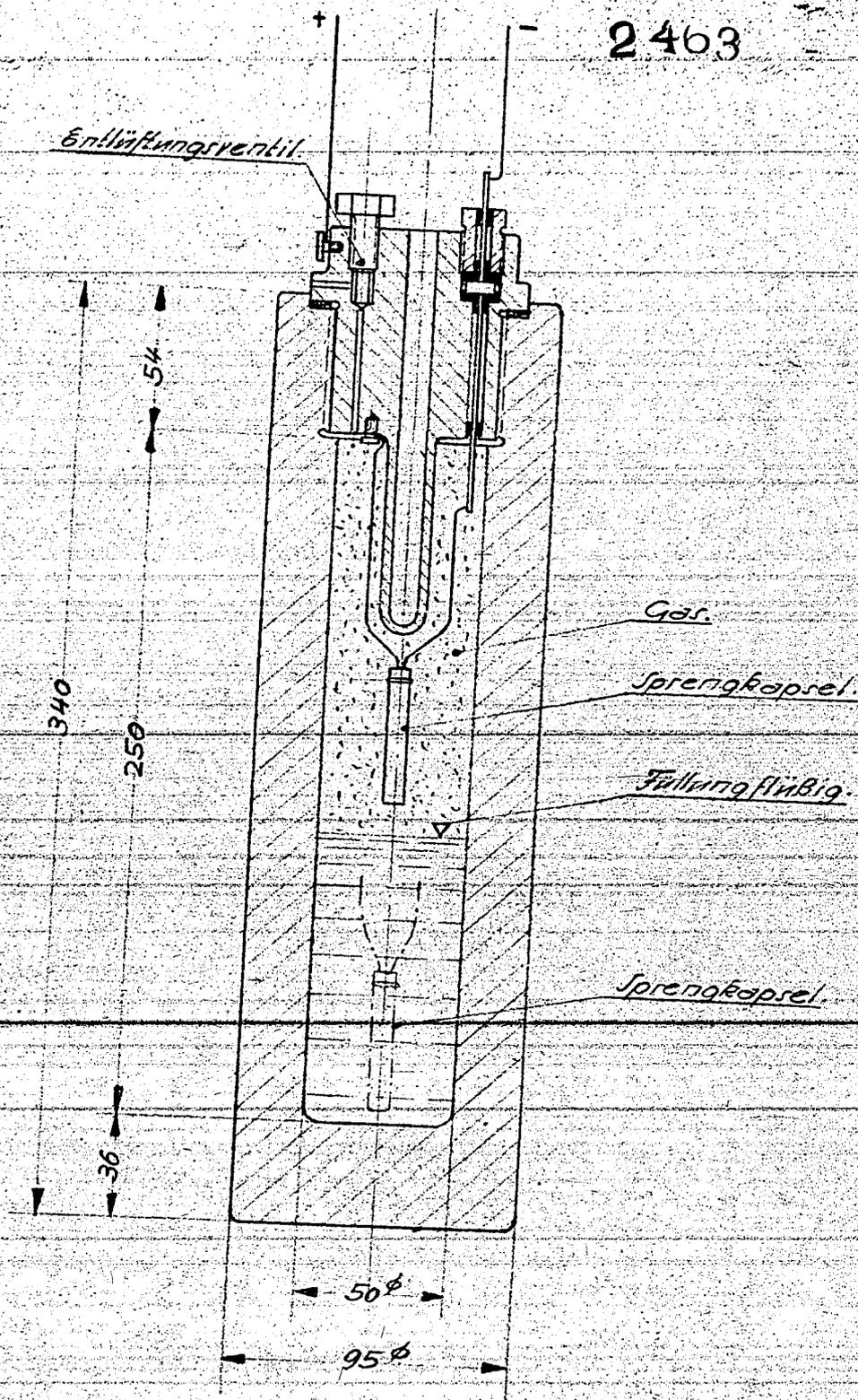
500000131

BAG

Target

2463

+ 03



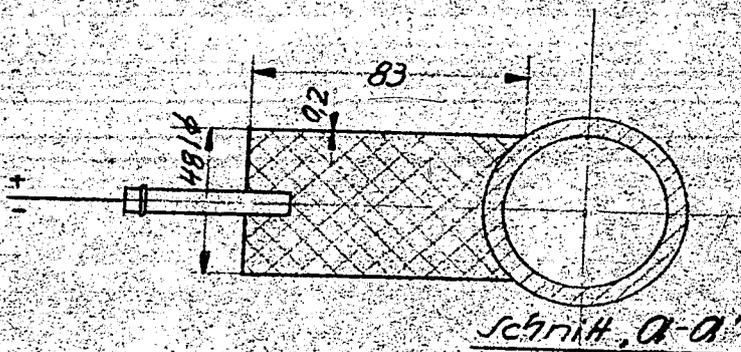
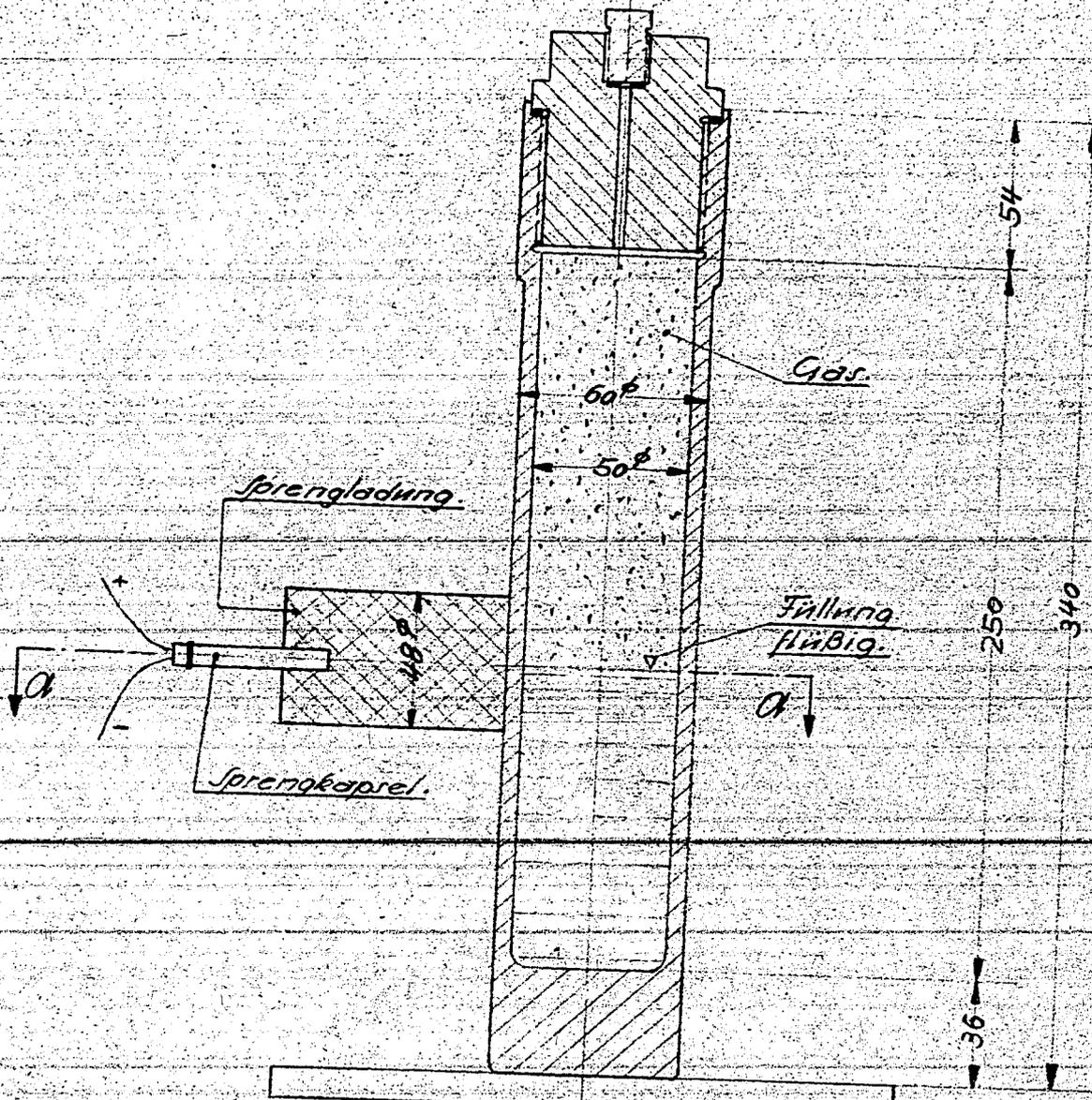
SKIZZE 1

500000132

BAG Target

2463

1 ± 03



skizze 2

Schnitt a-a

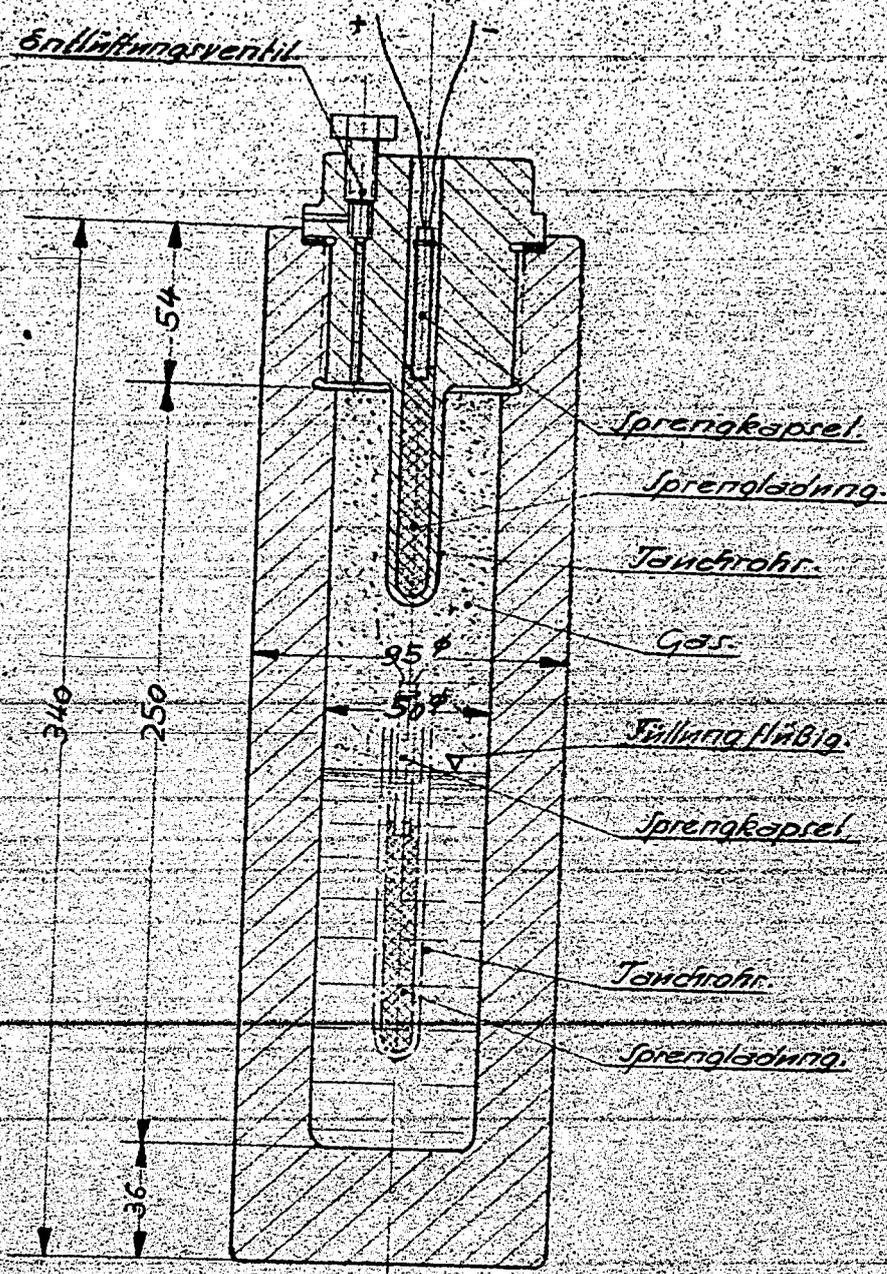
500000133

BAG

Target

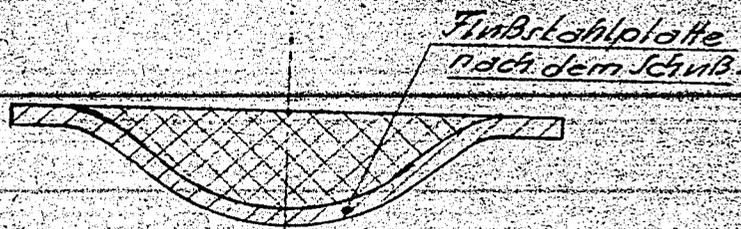
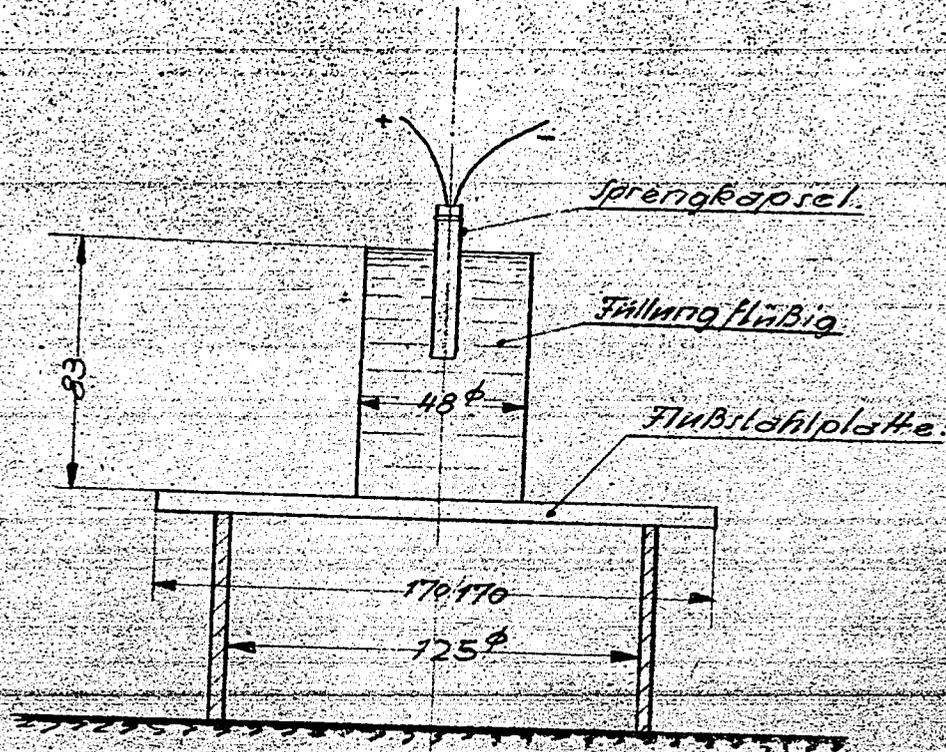
2462

CR



Skizze 3

500000134



Skizze 4.

500000435

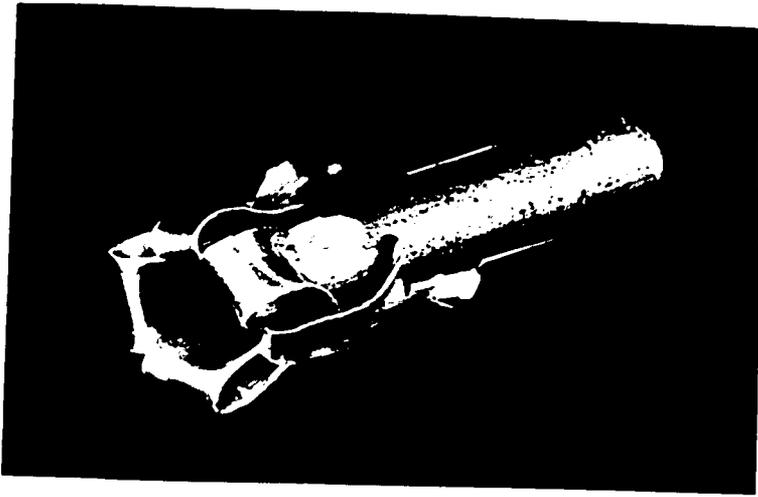


Bild 1

flüssiges GM 1, Sprengkapsel Nr. 8

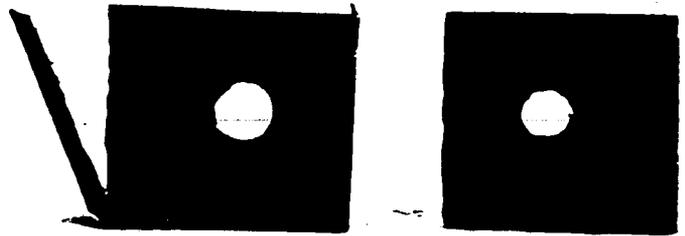


Bild 2

Eisenkasten mit flüssigem GM 1
nach dem Beschuß.

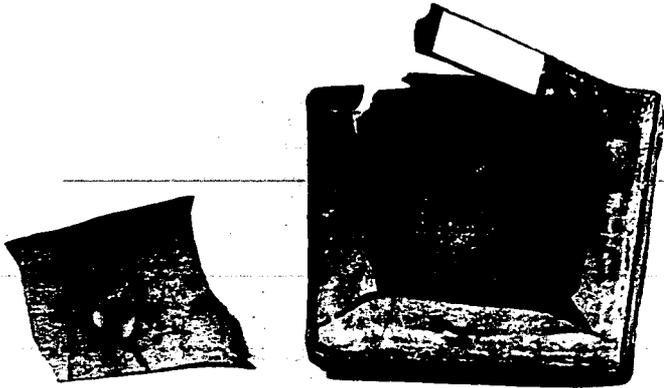


Bild 3

Eisenkasten mit flüssigem GM 1
nach dem Beschuß.

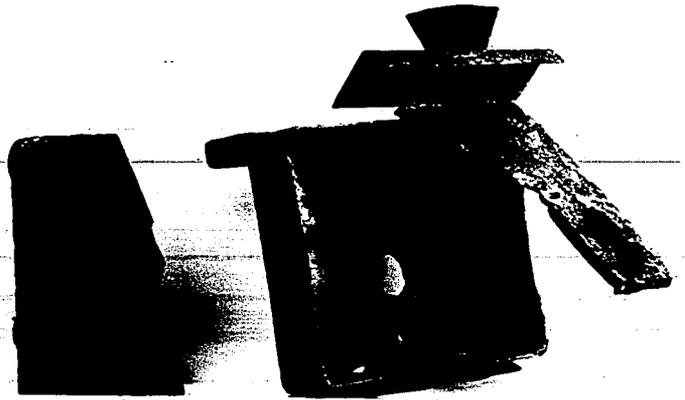
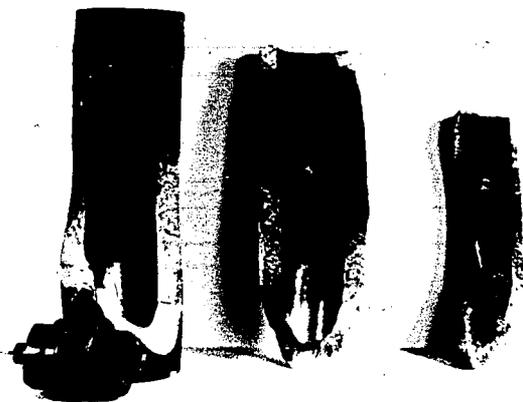


Bild 4

Eisenkasten mit flüssigem GM 1,
mit Iporka isoliert,
nach dem Beschuß.



500000133

2403 - 0/4.03

BAG 121201



Bild 7
Druckbombe, flüssige Phase
mit Sprengkapsel Nr.8 gezündet.

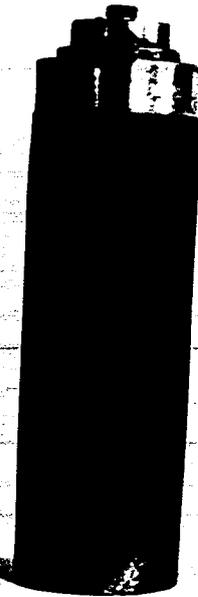


Bild 8
Druckbombe, Sprengkapsel
Nr.8 in der Flüssigkeit
gezündet.

Bild 8a
Dünnwandige Druckbombe,
Sprengkapsel Nr.8 in der
Flüssigkeit gezündet.

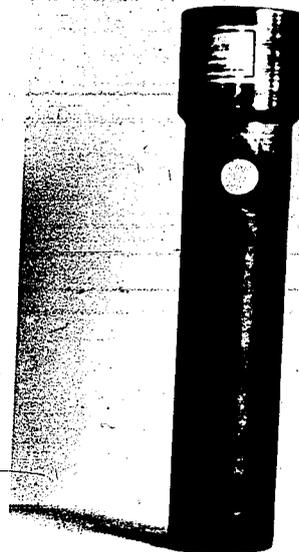
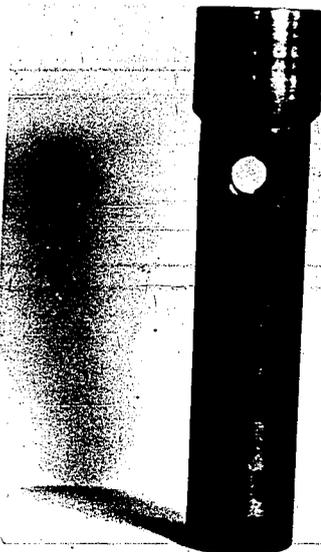


Bild 9
Druckbombe im Dampfdruck
durchgeschossen.
Vorgefertigt.

Bild 9a
Druckbombe im
Raum durchgeschossen
Vorgefertigt.



Bild 10

Druckbombe an der Grenze Gasphase und flüssige Phase mit Sprengstoff durchschlagen.
Vorderseite.

Bild 10a

Druckbombe an der Grenze Gasphase und flüssige Phase mit Sprengstoff durchschlagen.
Rückseite.



Bild 11

Druckbombe mit GM 1, liegend mit Sprengstoff von oben nach unten durchschlagen.

Bild 11a

Druckbombe mit GM 1, liegend mit Sprengstoff von oben nach unten durchschlagen.

BAG
2409 - 0/4-09

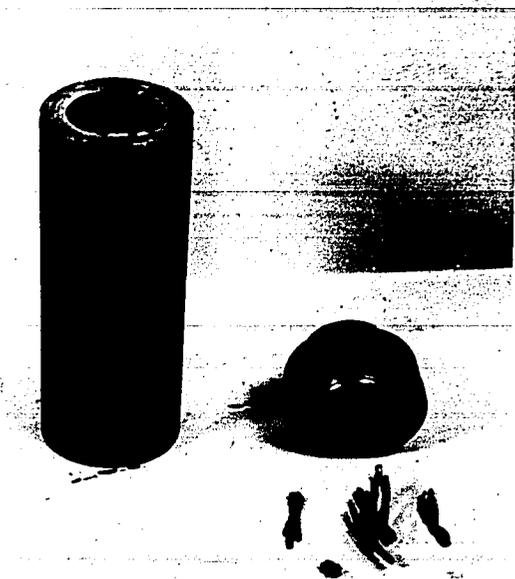


Bild 12
Druckbombe mit Sprengladung im Dampfraum.



Bild 13
Druckbombe mit Sprengladung im Flüssigkeitsraum.



Bild 14
8 mm Eisenplatte mit Trinitrotoluol durchschlagen.
Vorderseite.



Bild 14a
8 mm Eisenplatte mit Donarit durchschlagen.
Vorderseite.



Bild 15
Eisenstutzen mit Gl. l-Teuchter in Porzellanmaterial, mit Sprengkapsel Nr. 8 besetzt.

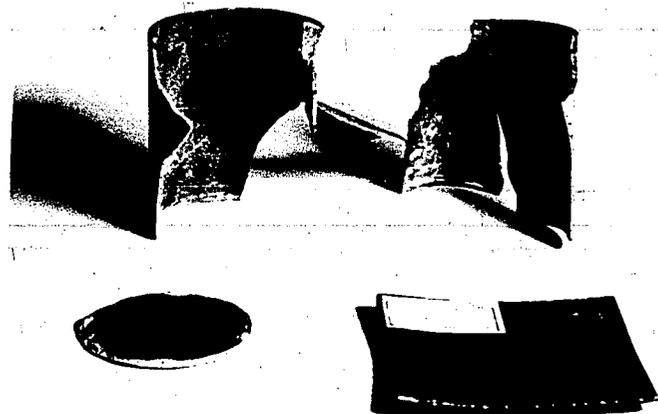


Bild 15a
Eisenstutzen mit Gl. l-Teuchter Rieselfur. mit Sprengkapsel Nr. 8 besetzt.

500000139



Bild 16

Korkmehl mit GM 1, sofort gezündet.

Bild 16a

Korkmehl mit GM 1, nach 10 Min. gezündet.

BAG
0/4.03

Target

0/4.03



Bild 16b

Korkmehl mit GM 1, nach 20 Min. gezündet.



Bild 17

Dickwandige Bombe, mit CMT-Feuchtem Korkmehl besprenkt.