



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **F42B 3/08, F42B 33/06**

(21) Anmeldenummer: **02012224.8**

(22) Anmeldetag: **04.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Hornemann, Ulrich Dr.**
79576 Weil a. Rhein (DE)
- **Holzwarth, Andreas Dr.**
79576 Weil a. Rhein (DE)

(30) Priorität: **11.06.2001 DE 10128106**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur**
Förderung der angewandten Forschung e.V.
80636 München (DE)

(74) Vertreter: **Lichti, Heiner, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
 • **Weimann, Klaus Dr. Ing.**
79595 Dümmlingen (DE)

(54) **Vorrichtung zur nicht-detonativen Beseitigung von detonationsfähigen Objekten und Verwendung einer solchen Vorrichtung**

(57) Eine Vorrichtung zur Beseitigung von detonationsfähigen Objekten mit eigenem Zündsystem weist eine EFP-Ladung auf, die aus einer zylindrischen Hülle mit einem Boden und einem Zünder, einer Sprengstoff-Ladung und einer die Ladung an der dem Zünder gegenüberliegenden Seite abdeckenden, scheibenartigen Einlage besteht, die nach Zünden der Ladung beschleunigt und zu einem Projektil umgeformt wird. Um eine

nicht-detonative Beseitigung zu ermöglichen, zeichnet sich diese Vorrichtung dadurch aus, daß die EFP-Ladung mit Abstand von ihrer Einlage eine Barriere-Scheibe aufweist, die das auf sie auftreffende Projektil abbremsst und sich unter Bildung einer auf das Objekt einwirkenden Splitterwolke zerlegt. Eine solche Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Beseitigung von Minen, insbesondere auch von Haftminen an Schiffskörpern.

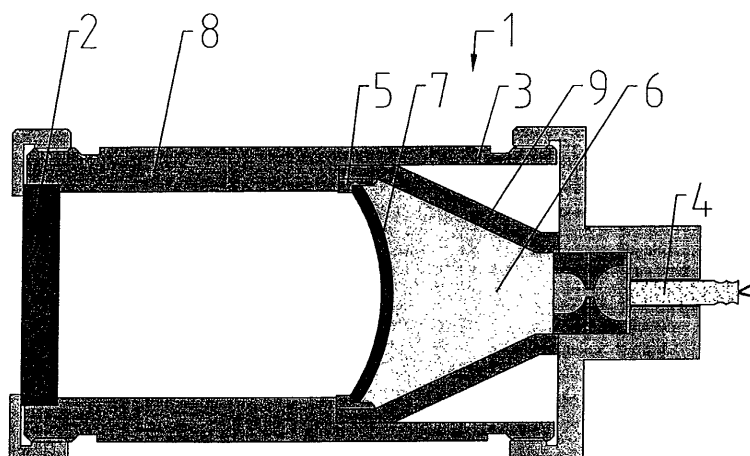


Fig. 1: Schemazeichnung der Räumladung

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur nicht-detonativen Beseitigung von detonationsfähigen Objekten mit eigenem Zündsystem mittels einer EFP-Ladung, die aus einer zylindrischen Hülle mit einem Boden und einem Zünder, einer Sprengstoff-Ladung und einer die Ladung an der dem Zünder gegenüberliegenden Seite abdeckenden, scheibenartigen Einlage besteht, die nach Zünden der Ladung beschleunigt und zu einem Projektil umgeformt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung der vorgenannten Vorrichtung.

[0002] Die Beseitigung detonationsfähiger Objekte spielt sowohl im militärischen Bereich, z.B. bei Kampfmitteln, aber auch zunehmend im zivilen Bereich, beispielsweise bei terroristischen Sprengladungen oder dergleichen, eine bedeutsame Rolle. Vielfach sind solche Objekte wegen der Detonationsgefahr nicht von Hand und auch nicht mit geeignetem Gerät zu beseitigen. In solchen Fällen bleibt meist nur der Beschuß mittels Explosivstoffen aus geeigneter Entfernung oder mit entsprechender Fernzündung.

[0003] Beim Beschuß wird im militärischen Bereich unterschieden zwischen den sogenannten "High-Order"- und dem "Low-Order"-Verfahren. Im erstgenannten Fall wird das Objekt mittels aufgelegter Sprengladungen oder durch Beschuß mit Hohlladungen mit großer Strahlgeschwindigkeit detonativ zerlegt. Dieses Verfahren ist dann nicht anwendbar, wenn durch die detonative Zerlegung Objekte, Bauten oder Personen in der Umgebung gefährdet werden könnten. In solchen Fällen kommt nur das "Low-Order"-Verfahren in Frage.

[0004] Ferner sind für Räumzwecke auch schon EFP-Ladungen vorgeschlagen worden. Sie bestehen aus einer zylindrischen Hülle mit einem Boden und einem Zünder, einer Sprengstoff-Ladung und einer die Ladung an der gegenüberliegenden Seite abdeckenden, scheibenartigen Einlage. Nach dem Zünden der Ladung wird die Einlage beschleunigt und zugleich zu einem Projektil umgeformt. Solche EFP-Ladungen (US 4 982 676 A1) dienen üblicherweise selbst als Kampfmittel, bei denen die hohe Durchschlagwirkung des Projektils genutzt wird. Werden sie zur Beseitigung detonationsfähiger Objekte eingesetzt, führt dies zwangsläufig zur Detonation des Objektes selbst.

[0005] Bei dem "Low-Order"-Verfahren ist man bemüht, das detonationsfähige Objekt auf deflagrative Weise zu beseitigen. Hierzu dienen Hohlladungen, deren Hohlladungsstrahl durch die Objekthülle in den Sprengstoff eindringt oder diesen gar durchsetzt. Dabei muß die Geschwindigkeit des Hohlladungsstrahls so weit reduziert werden, daß in dem entstehenden Schußkanal keine Detonation, sondern nur eine Deflagration, d.h. eine chemische Umsetzung des Sprengstoffs mit Gasentwicklung im Schußkanal stattfindet. Ferner muß dafür gesorgt werden, daß der Gasdruck ausreichend schnell und hoch ansteigt, damit der Sprengkörper aufplatzt und in gleichmäßige Stücke zer-

legt wird, die mangels Masse oder Energieangebot nicht mehr detonieren. Diese Methode setzt eine sehr genaue Anpassung des Hohlladungsstrahls und damit des konstruktiven Aufbaus an die Gegebenheiten des Objektes (Dicke, Material der Hülle, Art und Masse des Sprengstoffs etc.), um einerseits die Entstehung eines Schußkanals und ferner in dem Schußkanal die Deflagration und den Druckaufbau zu gewährleisten, ohne daß zuvor das Zündsystem des Objektes anspricht. Diese Anpassung ist außerordentlich diffizil und gelingt in vielen Fällen nicht, so daß es doch zu einer Detonation kommt. Das Verfahren ist auch dann ungeeignet, wenn die Gefahr besteht, daß der das Objekt querende Hohlladungsstrahl bei Austritt aus dem Objekt auf Teile trifft, die vor Zerstörung zu schützen sind. Dies erzwingt zumindest eine Ausrichtung der Hohlladung, bei der solche Teile vom Hohlladungsstrahl nicht getroffen werden.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur nicht-detonativen Beseitigung von detonationsfähigen Objekten vorzuschlagen, die auf einer EFP-Ladung aufbaut.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die EFP-Ladung mit Abstand von ihrer Einlage eine Barriere-Scheibe aufweist, die das auf sie auftreffende Projektil abbremst und unter Bildung einer auf das Objekt einwirkenden Splitterwolke zerlegt.

[0008] Die Erfindung geht von einer im wesentlichen herkömmlichen EFP-Ladung aus, bei der jedoch mit Abstand von der Einlage eine Barriere-Scheibe angeordnet ist, die für eine Energiefächerung sorgt. In dem Raum zwischen Einlage und Barriere-Scheibe wird nach Zündung der Ladung in im wesentlichen herkömmlicher Weise das Projektil gebildet, das anschließend auf die Barriere-Scheibe auftrifft und abgebremst wird. Dabei wird die Barriere-Scheibe zumindest im Durchstoßbereich und zugleich ein Großteil des Projektils zu Splittern zerlegt und die Impulsenergie des Projektils an die Splitter abgegeben. Es entsteht eine Splitterwolke, die mit gegenüber der Projektilgeschwindigkeit reduzierter Geschwindigkeit aber mit weiter Flächenwirkung auf das Objekt auftrifft. Die Splitter durchdringen die Hülle und zerlegen das Objekt in nicht mehr detonationsfähige Bruchstücke. Dieser Vorgang läuft in nur wenigen Mikrosekunden ab und liegt unterhalb der Ansprechzeit üblicher Zündsysteme detonationsfähiger Objekte.

[0009] Praktische Untersuchungen haben gezeigt, daß die Energie der Splitterwolke innerhalb des Objektes so weit abgebaut wird, daß eine Beeinträchtigung von Teilen, die in Beschußrichtung hinter dem Objekt liegen, kaum eintritt oder sich in unschädlichen Grenzen halten läßt. Damit ist eine nichtdetonative Beseitigung von detonationsfähigen Objekten ohne nennenswerte Beeinflussung der unmittelbaren Umgebung des Objektes möglich. Das Objekt wird also weitgehend mechanisch zerlegt. Auch die entstehenden Bruchstücke haben nur einen geringen Energieinhalt, gefährden also

gleichfalls die unmittelbare Umgebung nicht.

[0010] In bevorzugter Ausführung der Erfindung sind Material und Dicke der Einlage sowie die Sprengstoffmasse der EFP einerseits und Material und Dicke der Barriere-Scheibe sowie deren Abstand von der Einlage andererseits auf die Art und Größe des zu beseitigenden Objekts und dessen detonationsfähiger Masse abgestimmt.

[0011] Mit diesen Parametern lassen sich in erster Linie die Zerlegung des Projektils zu der Splitterwolke und die Geschwindigkeit der Splitterwolke beeinflussen.

[0012] Ein weiterer Parameter, der insbesondere die Auftreffgeschwindigkeit der Splitterwolke bei gegebener Abgangsgeschwindigkeit beeinflusst, ist der Abstand zwischen der EFP und dem Objekt, der vorzugsweise einstellbar ist. Mit dieser Einstellung kann auch dem Medium (Luft, Wasser) zwischen der EFP-Ladung und dem Objekt Rechnung getragen werden.

[0013] In vorteilhafter Ausführung ist vorgesehen, daß die Hülle der EFP-Ladung eine im Bereich der Einlage ansetzende zylindrische Verlängerung aufweist, deren Innendurchmesser auf den Außendurchmesser der Einlage abgestimmt ist und die am gegenüberliegenden Ende von der Barriere-Scheibe verschlossen ist. Dabei sitzt die Einlage vorzugsweise in einem Impedanzring, der am Übergang zwischen Hülle und zylindrischer Verlängerung angeordnet ist.

[0014] Während die Hülle und die zylindrische Verlängerung frei von Metall sind, beispielsweise aus Kunststoff bestehen, besteht die Barriere-Scheibe vorzugsweise aus Metall, insbesondere aus Stahl oder einer NE-Legierung. Als vorteilhaft haben sich Mangan-Legierungen erwiesen.

[0015] Da EFP-Ladungen für einen Beschuß aus kurzer Entfernung geeignet sind, wird bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die EFP-Ladung vorzugsweise nahe dem Objekt positioniert und mit ihrer Achse auf das Objekt ausgerichtet.

[0016] Wenn es darum geht, die der Beschußrichtung abgekehrte Seite des zu beseitigenden Objekts, beispielsweise eine Auflage, an der das Objekt befestigt ist oder der es nur lose aufliegt, vor der Einwirkung des Beschlusses zu schützen, empfiehlt es sich, die EFP-Ladung mit ihrer Achse unter einem Winkel zur Auflage des Objektes auszurichten, wobei der Winkel vorzugsweise weniger als 45° beträgt.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere zur nicht-detonativen Zerlegung von Kampfmitteln, terroristischen Sprengladungen und Minen, insbesondere von Unterwasser-Minen, vor allem aber von Haftminen an Schiffskörpern geeignet.

[0018] Nachstehend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Versuchsergebnissen beschrieben.

[0019] Fig.1 zeigt einen schematischen Längsschnitt einer EFP-Ladung 1 mit einer Barriere-Scheibe 2. Die EFP-Ladung 1 besteht aus einer Hülle 3 aus Kunststoff mit einem Boden, der einen Zünder 4 aufnimmt. In der

Hülle ist mit Abstand vom Zünder 4 ein Impedanzring 5 eingesetzt. Der Raum zwischen Boden und Impedanzring 5 ist mit Sprengstoff 6 gefüllt, der von einer Einlage 7 abgedeckt ist, die beim gezeigten Ausführungsbeispiel zum Sprengstoff 6 durchgewölbt ist. Die Einlage 7 sitzt in dem Impedanzring 5. Die Hülle 3 aus Kunststoff weist eine zylindrische Verlängerung 8 auf, die an ihrem Ende von der Barriere-Scheibe 2 verschlossen ist. Der mit dem Sprengstoff 6 gefüllte Raum kann rückseitig von einer zylindrischen oder konischen Hülle 9, vorzugsweise aus Kunststoff, Metall, Glas oder Keramik begrenzt sein.

[0020] In einer Versuchsanordnung wurde eine Einlage mit einem Durchmesser $d = 55\text{mm}$ und einer Dicke $D = 3,30\text{mm}$ eingesetzt. Im konkreten Fall handelte es sich bei der Einlage um einen Armco-Liner. Die Masse der Einlage betrug $m_E = 63\text{g}$, die Masse des Impedanzrings $m_R = 50\text{g}$ und die Sprengstoffmasse $m_{EX} = 230\text{g}$. Die Länge der Hülle betrug $L_R = 259,5\text{mm}$, der Abstand L zwischen dem Impedanzring 5 und der Barriere-Scheibe 2 betrug ca. 200mm. Es wurden Barrierscheiben aus Kunststoff, Metallen und insbesondere solche aus der Legierung 9 SMnPb 28 mit unterschiedlicher Dicke eingesetzt.

[0021] In den Fig.2 bis 5 sind Röntgenaufnahmen unmittelbar nach Auftreffen des Projektils auf die Barriere-Scheibe wiedergegeben, die zum Zeitpunkt t nach Zündung des Sprengstoffs aufgenommen wurden. Der Zeitpunkt ist jeweils links der Abbildungen angegeben. Bei dem Versuch gemäß Fig.2 wurde eine Barriere-Scheibe mit 5mm Dicke aus PVC eingesetzt. Am rechten Rand der Abbildungen ist das Ende der Hülle 3 erkennbar. Fig. 2.1 zeigt das aus dem Armco-Liner gebildete Projektil 10, das die Barriere-Scheibe 2 aus PVC bereits weitgehend durchstoßen hat. Fig.2.2 läßt erkennen, daß die Barriere-Scheibe 2 weitgehend in eine Wolke 11 aus Bruchstücken zerlegt worden ist, während das Projektil 10 seine Form im wesentlichen beibehalten hat und der Wolke vorausseilt.

[0022] Fig.3.1 gibt die Verhältnisse bei gleicher Versuchsanordnung für eine 5mm starke Barriere-Scheibe aus 9 SMnPb 28 wieder. Fig.3.1 zeigt die Situation unmittelbar nach Durchtritt des Projektils durch die Barriere-Scheibe 2, die an ihrem Umfang weitgehend erhalten geblieben ist. Nach $t = 175\text{ }\mu\text{s}$ (Fig.3.2) wird erkennbar, daß nur noch ein Restprojektil 12 verblieben ist, während der größere Teil des Projektils in eine Splitterwolke 13 zerlegt worden ist, in der sich auch Splitter aus der Barriere-Scheibe 2 befinden. Ferner zeigt ein Vergleich der Fig.3.2 und 3.3, daß die Splitterwolke 13 hinter dem Restprojektil 12 zurückbleibt.

[0023] Ähnliche Verhältnisse lassen sich aus Fig.4.1 bis 4.3 ablesen. In diesem Fall wurde eine Barriere-Scheibe aus der gleichen Legierung, jedoch mit 10mm Dicke eingesetzt. Schließlich zeigt Fig.5, daß bei einer Barriere-Scheibe mit 15mm Dicke das Restprojektil noch kleiner und die Splitterwolke kompakter ist.

[0024] In der nachstehend wiedergegebenen Tabelle

ist die Restgeschwindigkeit v (m/s) der Splitterwolke bei den untersuchten Barriere-Scheiben nach ihrem Durchschlag wiedergegeben.

Barriere-Scheibe	v (m/s)
5mm PVC	1.670
5mm 9 SMnPb 28	1.526
10mm 9 SMnPb 28	1.352
15mm 9 SMnPb 28	1.099

[0025] Die auf Art und Größe des detonationsfähigen Objektes auszulegende Geschwindigkeit der Splitterwolke läßt sich also durch das Material der Barriere-Scheibe und deren Dicke steuern.

[0026] Mit der vorgenannten Anordnung und der Barriere-Scheibe 10mm 9 SMnPb 28 wurde in einem weiteren Versuch der Einfluß der Länge L_R der Hülle 3 (Fig. 1) auf die Restgeschwindigkeit der Splitterwolke nach Durchtritt des Projektils durch die Barriere-Scheibe untersucht, wobei die freie Flugstrecke des Projektils in der Hülle dem jeweils verbleibenden Abstand zwischen Barriere-Scheibe und Einlage entspricht.

[0027] In den Fig.6 bis 9 sind wiederum Röntgenaufnahmen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten $t = 75 \mu s$ und $t = 125 \mu s$ für verschiedene Längen L_R der Hülle wiedergegeben. Fig.6.1 zeigt zum Zeitpunkt $t = 75 \mu s$ bei einer Länge der Hülle von $L_R = 180mm$ gerade das Auftreffen des Projektils 10 auf die Barriere-Scheibe. Nach $t = 125 \mu s$ sind das Restprojektil 12 und die Splitterwolke 13 zu erkennen. Sie bewegen sich mit fast gleicher Geschwindigkeit $v = 1.340m/s$. Fig.7 zeigt die gleichen Verhältnisse bei einer Länge $L_R = 140mm$. Im Vergleich zu Fig.6 wird erkennbar, daß das Projektil die Barriere-Scheibe bereits früher durchstoßen hat und nach $t = 125 \mu s$ die Splitterwolke 13 mit dem vorlaufenden Restprojektil 12 schon etwas auseinandergezogen ist. Die Splittergeschwindigkeit wurde mit $v = 1.358 m/s$ gemessen, war also im wesentlichen dieselbe wie bei der größeren Länge der Hülle.

[0028] Fig.8 zeigt die gleichen Verhältnisse bei $L_R = 100mm$. Die Geschwindigkeit der Splitterwolke 13 war auf $v = 1.048 m/s$ abgesunken. Fig.8.2 zeigt ferner deutlich, daß das Restprojektil 12 gegenüber dem vorangehenden Versuch etwas zurückgeblieben ist. Dies wird noch deutlicher in Fig.9 bei weiterer Reduzierung der Länge der Hülle auf $L_R = 80mm$. Hier bleibt das Restprojektil 12 extrem hinter der Splitterwolke 13 zurück. Für das Restprojektil wird lediglich noch eine Geschwindigkeit von $464 m/s$ gemessen, während die Geschwindigkeit der Splitterwolke wieder erheblich ansteigt, nämlich auf $v = 1.361 m/s$.

[0029] In der Reihenfolge der Fig.6 bis 9 betrug die freie Flugstrecke des Projektils bis zum Erreichen der Barriere-Scheibe $L_s = 115mm, 75,5mm, 35,5mm$ und $15,5mm$.

[0030] In einer weiteren Versuchsanordnung wurde

die Zerlegung einer Haftmine an einem Schiffskörper simuliert. Fig.10 zeigt einen schematischen Schnitt der Versuchsanordnung. Eine druckfeste Schutzkassette 15 ist mit Wasser gefüllt. In einer Wand der Schutzkassette 15 ist die erfindungsgemäße EFP-Ladung 1 mit Barriere-Scheibe 2 eingesetzt. Innerhalb der Kassette 15 ist unter einem Winkel von 30° gegenüber der Achse der EFP-Ladung 1 ein die Bordwand des Schiffskörpers simulierendes Stahlblech 16 angeordnet, auf der ein Minengehäuse 17 befestigt ist, das wahlweise mit Inertmaterial oder Sprengstoff gefüllt wird. Die EFP-Ladung wies einen Armco-Liner mit einer Dicke $T = 4,30mm$ und einer Masse $m = 82g$. Es wurde eine Barrierscheibe 9 SMnPb 28 mit 10mm Dicke eingesetzt. Die Geschwindigkeit der erzeugten Splitterwolke betrug $v = 1.420m/s$.

[0031] Fig.11 zeigt das Ergebnis eines Versuchs mit einer Inertfüllung der Stahlhülle der Mine, die auf einem 6mm Stahlblech montiert war. Der Abstand der Barrierscheibe 2 von der nächstliegenden Kante des Minengehäuses (Fig.10) betrug 50mm. Fig.11 zeigt die vollständige Zerlegung des Minengehäuses und seiner Füllung. Die Auftreffenergie der Splitterwolke erzeugte an dem Stahlblech 16 von 6mm Dicke eine Beultiefe $B = 18mm$. Fig.12 zeigt einen Versuch mit denselben Parametern wie bei Fig.11, jedoch war das Minengehäuse mit 316g TNT mit PVC-Binder gefüllt. Auch Fig.12 zeigt die in vollständiger Auflösung begriffene Mine einschließlich der Sprengstofffüllung. Die durch die Auftreffenergie erzeugte Beultiefe wurde mit $B = 13mm$ gemessen. Sie ändert sich jedoch stark mit dem Abstand der Barriere-Scheibe von dem Minengehäuse. So zeigt Fig. 13 bei gleichen Parametern wie zuvor, jedoch einer Verminderung des Abstandes auf 10mm eine Verformung des Stahlblechs 16 mit einer Beultiefe $B = 22mm$. In beiden Fällen war die Sprengstofffüllung der Mine in kleinste Teile zerlegt, während vom Minengehäuse größere stark verformte Teile übrig blieben.

40 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur nicht-detonativen Beseitigung von detonationsfähigen Objekten mit eigenem Zündsystem mittels einer EFP-Ladung (1), die aus einer zylindrischen Hülle (8) mit einem Boden und einem Zünder (4), einer Sprengstoff-Ladung (6) und einer die Ladung an der dem Zünder gegenüberliegenden Seite abdeckenden, scheibenartigen Einlage (7) besteht, die nach Zünden der Ladung (6) beschleunigt und zu einem Projektil (10) umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die EFP-Ladung (1) mit Abstand von ihrer Einlage (7) eine Barriere-Scheibe (2) aufweist, die das auf sie auftreffende Projektil (10) abbremst sich und unter Bildung einer auf das Objekt einwirkenden Splitterwolke (13) zerlegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, daß** Material und Dicke der Einlage (7) sowie Sprengstoffmasse der EFP-Ladung (1) einerseits und Material und Dicke der Barriere-Scheibe (2) sowie deren Abstand von der Einlage (7) andererseits auf die Art und Größe des zu beseitigenden Objekts (17) und dessen detonationsfähiger Masse abgestimmt sind. 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand der EFP-Ladung (1) vom Objekt (17) einstellbar ist. 10
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülle (8) der EFP-Ladung (1) eine im Bereich der Einlage (7) ansetzende zylindrische Verlängerung aufweist, deren Innendurchmesser auf den Außendurchmesser der Einlage (7) abgestimmt ist und die am gegenüberliegenden Ende von der Barriere-Scheibe (2) verschlossen ist. 15
20
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einlage (7) in einem in der Hülle (8) angeordneten Impedanzring (5) sitzt. 25
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Impedanzring (5) am Übergang zwischen Hülle und zylindrischer Verlängerung angeordnet ist. 30
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Hülle und die zylindrische Verlängerung frei von Metall sind. 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Barriere-Scheibe (2) aus Metall besteht. 40
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die EFP-Ladung (1) nahe dem Objekt (17) positionierbar und mit ihrer Achse auf dieses ausrichtbar ist. 45
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die EFP-Ladung (1) mit ihrer Achse unter einem Winkel zur Auflage (16) des Objektes (17) auf dieses ausgerichtet ist. 50
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die EFP-Ladung (1) mit ihrer Achse unter einem Winkel kleiner 45° zur Auflage (16) des Objektes (17) ausgerichtet ist. 55
12. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur nicht-detonativen Zerlegung von Minen (17). 55
13. Verwendung nach Anspruch 12 zur nicht-detonativen Zerlegung von Unterwasser-Minen, insbesondere Haftminen (17) an Schiffskörpern.

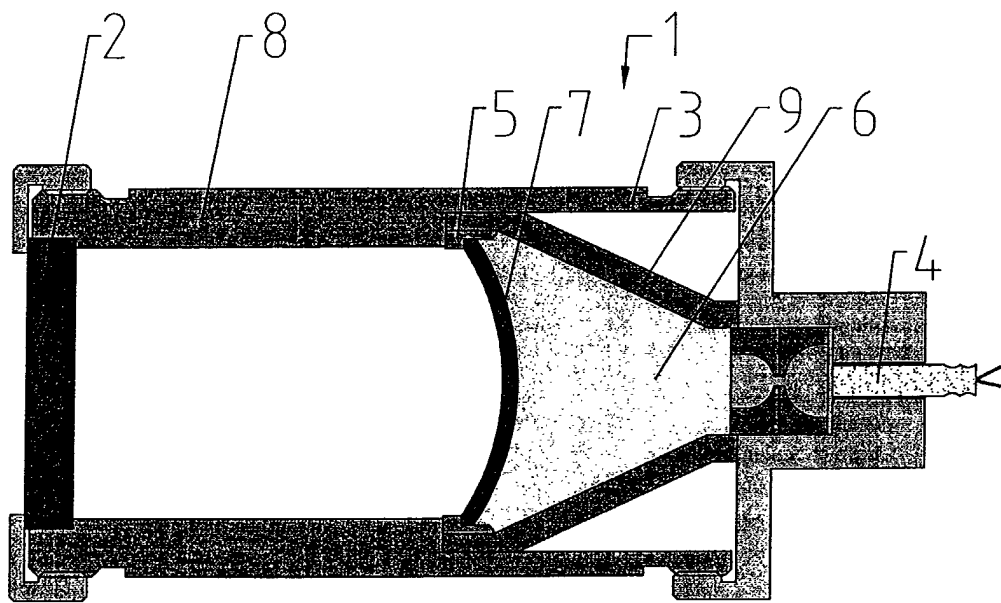


Fig. 1: Schemazeichnung der Räumladung

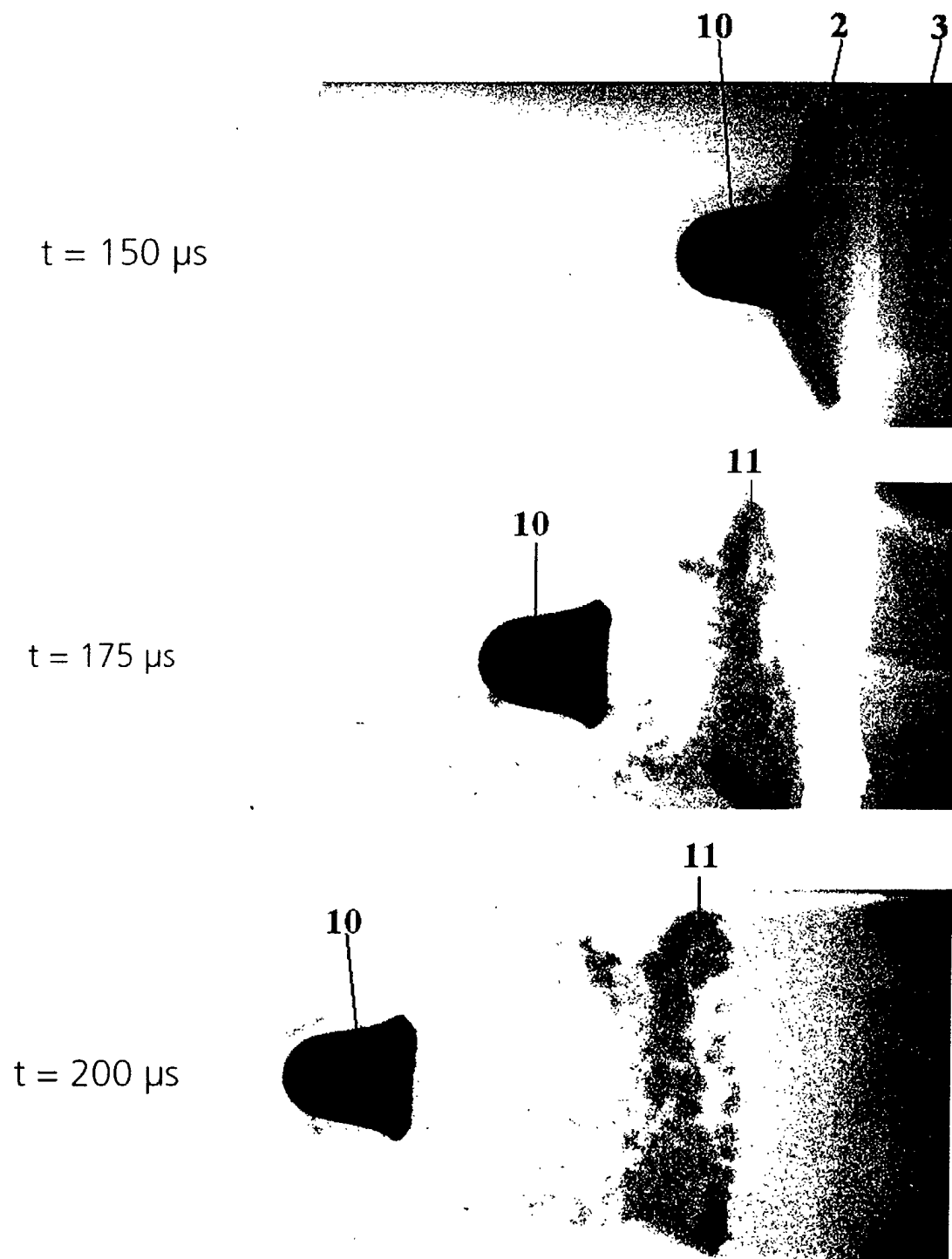
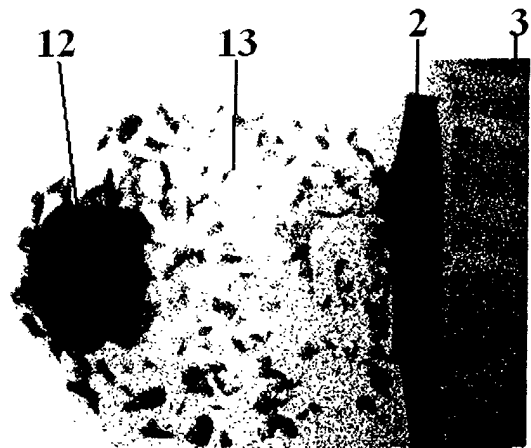


Fig. 2.1 – 2.3: Versuch mit 5 mm dicker Barrierscheibe aus PVC

$t = 150 \mu\text{s}$



$t = 175 \mu\text{s}$



$t = 200 \mu\text{s}$



Fig. 3.1 – 3.3: Versuch mit 5 mm dicker Barrierscheibe aus 9 SMnPb 28

$t = 150 \mu\text{s}$



$t = 175 \mu\text{s}$



$t = 200 \mu\text{s}$

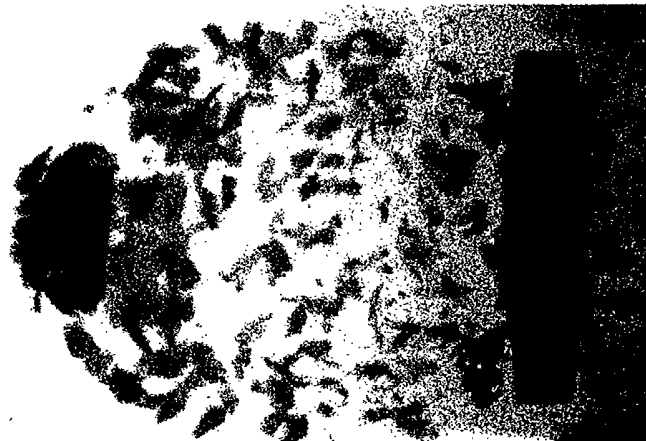


Fig. 4.1 – 4.3: Versuch mit 10 mm dicker Barrierscheibe aus 9 SMnPb 28

$t = 150 \mu\text{s}$



$t = 175 \mu\text{s}$



$t = 200 \mu\text{s}$



Fig. 5.1 – 5.3: Versuch mit 15 mm dicker Barrierscheibe aus 9 SMnPb 28

$t = 75 \mu s$



$t = 125 \mu s$

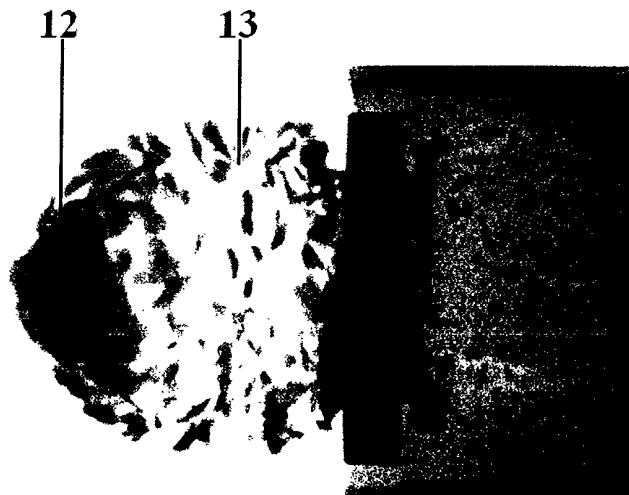


Fig. 6.1 – 6.2: Versuch mit 180 mm langer Hülle

$t = 75 \mu s$



$t = 125 \mu s$

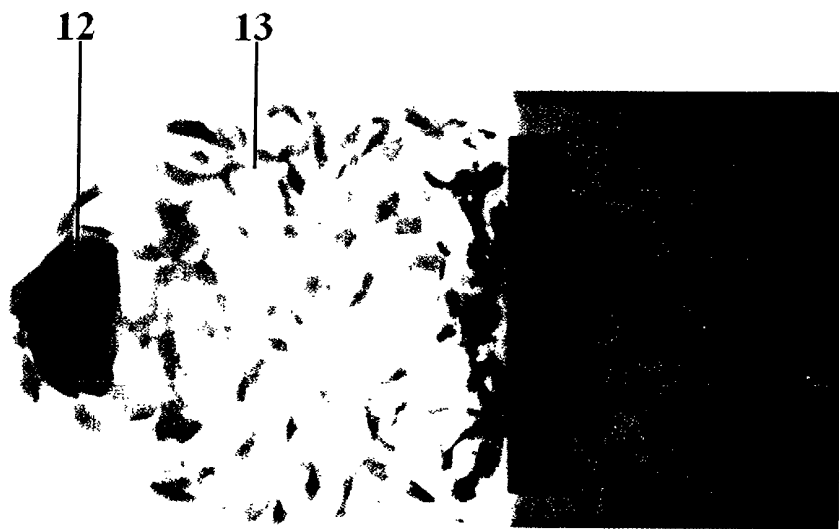


Fig. 7.1 – 7.2: Versuch mit 140 mm langer Hülle

$t = 75 \mu s$



$t = 125 \mu s$

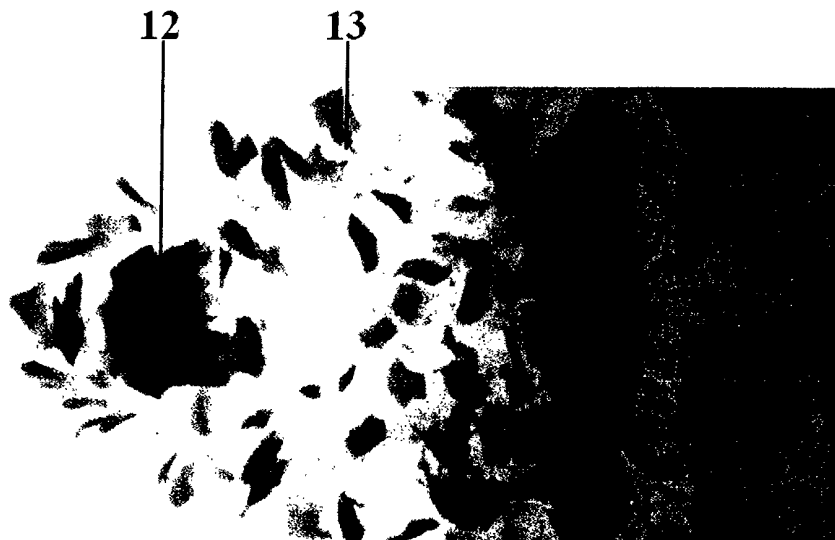


Fig. 8.1 – 8.2: Versuch mit 100 mm langer Hülle

$t = 75 \mu s$



$t = 125 \mu s$

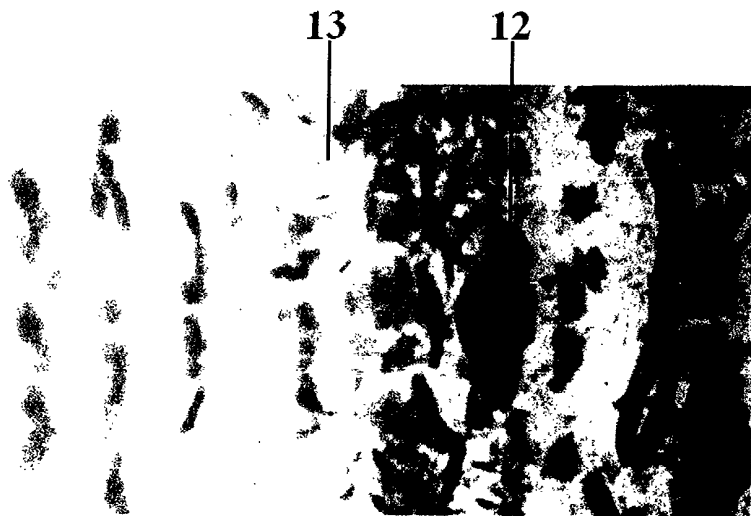


Fig. 9.1 – 9.2: Versuch mit 80 mm langer Hülle

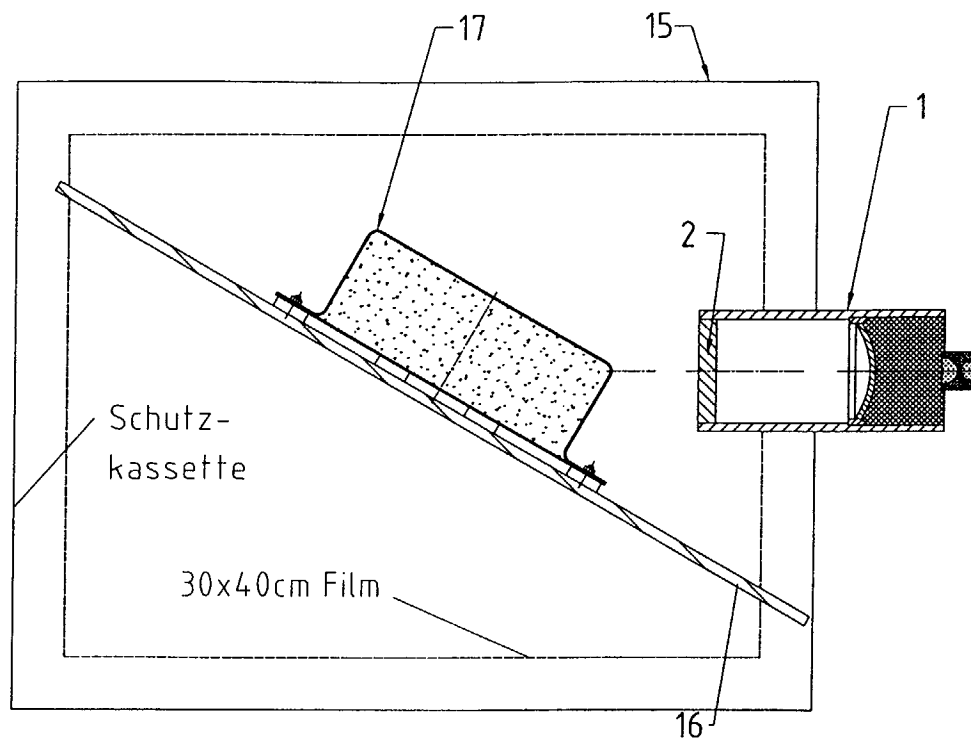


Fig. 10: Versuchsaufbau für Minenbeschuss

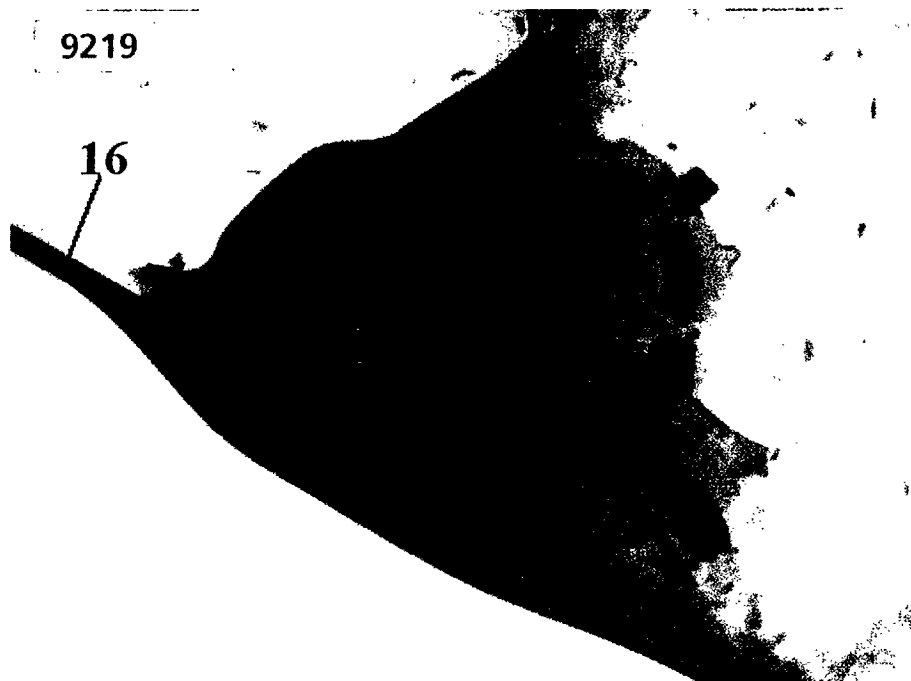


Fig. 11: Beschuss einer Mine mit Inertfüllung
Abstand Ladung-Mine: 50 mm

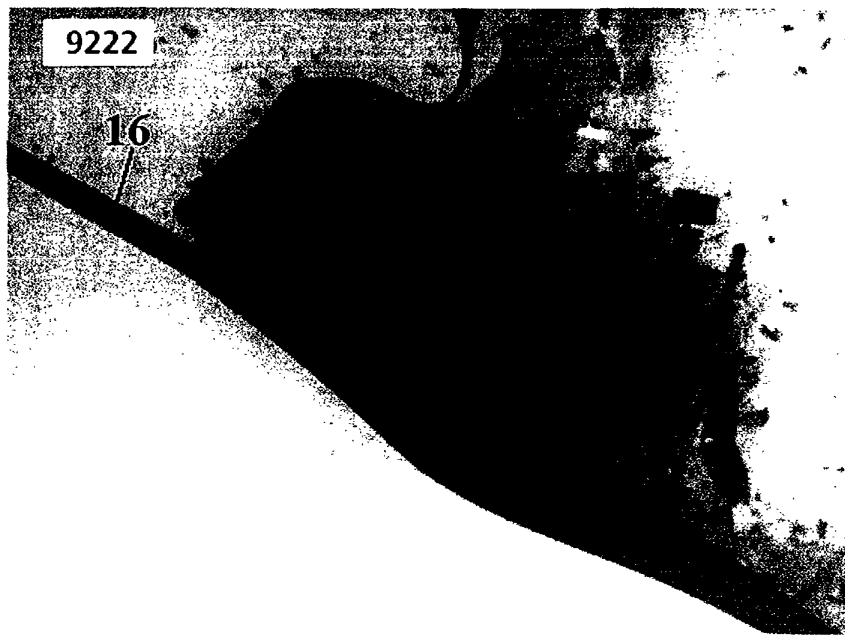


Fig. 12: Beschuss einer Mine mit 316 g TNT gefüllten Mine
Abstand Ladung-Mine: 50 mm



Fig. 13: Beschuss einer Mine mit 316 g TNT gefüllten Mine
Abstand Ladung-Mine: 10 mm