

(19)



(11)

**EP 1 464 915 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**03.06.2015 Patentblatt 2015/23**

(51) Int Cl.:  
**F41H 5/04** <sup>(2006.01)</sup> **F41H 7/04** <sup>(2006.01)</sup>

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**11.07.2012 Patentblatt 2012/28**

(21) Anmeldenummer: **03007323.3**

(22) Anmeldetag: **01.04.2003**

(54) **Minenschutzanordnung**

Mine protection device

Dispositif de protection contre les mines

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**LT**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.10.2004 Patentblatt 2004/41**

(73) Patentinhaber: **Krauss-Maffei Wegmann GmbH &  
Co. KG**  
**80997 München (DE)**

(72) Erfinder: **Kellner, Gerd**  
**78713 Schramberg (DE)**

(74) Vertreter: **Feder Walter Ebert**  
**Patentanwälte**  
**Achenbachstrasse 59**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-02/075236 DE-A- 363 437**  
**DE-A- 2 201 637 DE-A- 2 934 050**  
**DE-A- 19 913 845 DE-B4- 19 643 757**  
**US-A- 5 905 225 US-B1- 6 216 579**

**EP 1 464 915 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine polyvalente Minenschutzanordnung nach dem Patentanspruch 1.

**[0002]** Der Schutz von gepanzerten Fahrzeugen und insbesondere deren Insassen sowohl gegen Blast- als auch gegen projektilbildende Minen gewinnt zunehmend an Bedeutung, da insbesondere beim Einsatz in Krisengebieten mit Panzerminen gerechnet werden muss. Es ist daher anzustreben, möglichst auch leichtere Fahrzeug-Gewichtsklassen so effizient wie möglich gegen Minenbedrohungen zu schützen. Dies gilt nicht nur für die Entwicklung neuer Fahrzeuge, sondern auch für die Nachrüstung bereits eingeführter Systeme.

**[0003]** Bei der Wirkung durch eine Minenexplosion sind vorrangig zwei Kriterien zu beachten: zum einen die Blast- oder Druckwelle durch die Detonation des Sprengstoffs und zum anderen die Durchschlagsleistung des bei Flachladungsminen gebildeten Projektils. Weiterhin existieren Hohlladungsminen, wie beispielsweise die deutsche Mine AT II, deren Durchschlagsleistung so hoch ist, dass der Fahrzeugboden einschließlich eines eventuell aufgebrachten Minenschutzes durchschlagen wird. Daher sollte ein guter Minenschutz gleichzeitig dazu geeignet sein, beim Durchdringen des Minenschutzes durch den HL-Strahl einen geringen Splitterkegel zu bewirken bzw. den Splitterkegel im Bereich des Fahrzeuginnenraums einzugrenzen.

**[0004]** Bei der Ansprengung des Bodenbereichs eines gepanzerten Fahrzeugs, wie beispielsweise eines Schützen- oder Kampfpanzers, mit einer Druckmine (z.B. mit einer Sprengladung im Bereich von 5 kg bis 10 kg TNT-Äquivalent) erfolgt aufgrund der Blastwirkung eine dynamische Durchbiegung bzw. ein Durchschwingen des Fahrzeugbodens in einer Zeitspanne von etwa einer Millisekunde. Die Amplitude ist dabei von der Sprengladungsmasse, dem Abstand der Ladung von der Bodenstruktur und der Dicke des Fahrzeugbodens bzw. seiner Masse abhängig. Bei gepanzerten Fahrzeugen liegt diese dynamische Durchbiegung üblicherweise in der Größenordnung von 200 mm bis 300 mm. Dabei kann die Geschwindigkeit des durchschwingenden Fahrzeugbodens Spitzenwerte von über 300 m/s erreichen. Weiterhin zieht die dynamische Durchbiegung des Fahrzeugbodens eine entsprechende dynamische Deformation der Seitenwände nach sich, sodass daran befestigte Geräte aus den Halterungen gerissen werden und unkontrolliert durch den Innenraum fliegen. Technisch optimal wäre daher eine Schutzmaßnahme gegen derartige Minenbelastungen, welche die dynamische Durchbiegung des Fahrzeugbodens und damit auch die Belastung der Seitenwände verhindert oder zumindest ausreichend stark begrenzt.

**[0005]** In der US 4,404,889 wird eine Komposit-Panzerung für gepanzerte Fahrzeuge und speziell für den Fahrzeugboden beschrieben, die im wesentlichen aus sieben Schichten und fünf Grundmaterialien besteht: einer äußeren Panzerstahlplatte, einer Honeycomb-Struk-

tur, einer dünnen Stahlfolie, einer ballistischen Schutzschicht aus Kevlar, einer zweiten dünnen Stahlfolie, Balsaholz und einer inneren Panzerstahlplatte. Die Honeycomb-Struktur kann dabei mit Materialien gefüllt sein, die zusätzlich das Absorptionsvermögen gegenüber der Blastwirkung verstärken. Das Balsaholz wird bei der dynamischen Durchbiegung des Komposit-Aufbaus infolge der Blastwirkung komprimiert und schafft somit einen Deformationsraum für die vorgeschaltete ballistische Kevlar-Schutzschicht.

**[0006]** In der DE 197 34 950 C2 ist eine Minenschutzvorrichtung aus einem Schichtaufbau beschrieben, deren Hauptbestandteil eine Strukturelementplatte ist, die in Verbindung mit den anderen metallischen und nicht-metallischen Schichten in der Lage ist, die dynamische Durchbiegung eines Fahrzeugbodens und seine plastische Verformung zu verringern.

**[0007]** Durch die DE 29 34 050 A1 ist eine Verbundplatte zur Panzerung von Fahrzeuginnenräumen bekannt, die aus einem Aufbau aus zwei Panzerstahlplatten und einer Füllschicht aus Hartschaum oder Holz und Zwischenschichten aus GFK gebildet ist.

**[0008]** Ein mehrschichtiger Aufbau ist auch in der DE-OS 22 01 637 (Basis für Anspruch 1) offenbart, bei dem sich zwischen zwei Stahlschichten ein Verbundkörper aus Stahlfaservlies und Polyurethanschaumstoff befindet. Die Stahlfasern können dabei auch in diverse andere Kunststoffe oder Mischpolymerisate eingebettet sein.

**[0009]** Als Stand der Technik ist somit davon auszugehen, dass Sandwichaufbauten aus unterschiedlichsten Materialien und in einer Vielzahl von Anordnungen bekannt sind. Allerdings beziehen sich diese Anordnungen allein auf die Aufgabenstellung, die Bedrohung durch eine Blastmine abzuwehren bzw. deren Wirkung auf das gepanzerte Fahrzeug zu minimieren.

**[0010]** Demgegenüber beruht die Wirkung einer ebenfalls weit verbreiteten Art von Minen, der so genannten Flachladungsmine (FL-Mine) oder Minen aus projektilbildenden Ladungen (P-Ladungsmine) in erster Linie auf der hohen Durchschlagsleistung eines sprenggeformten Projektils, welches sich bei der Detonation einer Mine aus der Mineneinlage bildet. Diese Einlage besteht beispielsweise aus Weicheisen oder anderen metallischen Werkstoffen, die eine pyrotechnische Umformung zu einem Projektil gestatten. Bei derartigen FL-Minen oder P-Ladungsminen ist die ballistische Beaufschlagung des Fahrzeugbodens lokal ausgeprägter als bei reinen Blastminen. Die Belastung wird dabei in erster Linie von den Abmessungen, der Kontur und der Auftreffgeschwindigkeit des gebildeten Projektils bestimmt. Aufgrund der sehr hohen Projektilgeschwindigkeit in der Größenordnung von 1.800 m/s bis über 2.000 m/s versagen bei derartigen Bedrohungen herkömmliche Minenschutzanordnungen, die nur gegen die Blastbedrohung konzipiert wurden.

**[0011]** Weiter offenbart das US-Patent Nr. 5,905,225 eine Minenschutzanordnung mit einem Schichtaufbau, der insbesondere gegen projektilbildende Minen wirk-

sam sein soll. So zeigt diese Druckschrift eine typische Komposit-Panzerung mit zwei Stahlblechen, zwischen denen eine Absorptionsschicht angeordnet ist. Diese Zwischenschicht ist aus einem spröden Material wie beispielsweise Glas oder Keramik gebildet, welches bekanntermaßen eine hohe Effektivität bezüglich der Energieabsorption von Projektilen durch Dissipation besitzt. Um zusätzlich auch noch die dynamische Beule einer Blastwelle durch die hintere Metallschicht abfangen zu können, ist dieser Schichtaufbau mit einem großen Abstand zum zu schützenden Fahrzeugboden angeordnet.

**[0012]** Ausgehend von dem geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine polyvalente Minenschutzanordnung dergestalt zu schaffen, dass die Bedrohung durch Panzerabwehrminen sowohl mit Blast- als auch Projektilwirkung nicht nur weitgehend kompensiert wird, sondern dass auch die verformte Zielfläche möglichst gering ist und sowohl die dynamische Durchbiegung als auch die bleibende Beule minimiert werden.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch eine Minenschutzanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0014]** Bei der Entwicklung der erfindungsgemäßen Minenschutzanordnung ist der Erfinder von den folgenden Überlegungen ausgegangen.

**[0015]** Ein polyvalenter Minenschutz muss grundsätzlich zwei Eigenschaften vereinen: die durch Blastwellen verursachte Energie bzw. Impulsübertragung in die Fahrzeugstruktur möglichst weitgehend, d.h. strukturverträglich zu kompensieren und die Durchschlagsfähigkeit eines aus der P-Ladungseinlage gebildeten Projektils abzufangen. Dabei ist natürlich auch beim Minenschutz davon auszugehen, dass sowohl der Energieerhaltungssatz als auch der Impulserhaltungssatz gültig bleiben.

**[0016]** Obige Forderungen sind grundsätzlich mit homogenen Platten mit ideal elastischplastischem Verhalten zu erfüllen, d.h. einer wachsenden Minenbedrohung müsste lediglich eine zunehmende Plattendicke (Masse) bzw. Strukturfestigkeit gegenüberstehen. Der Mangel an sich ideal verhaltenden Werkstoffen und die begrenzte Bereitstellung von Masse bei eingeschränkter Bautiefe seitens des zu schützenden Fahrzeugs bedingen technisch/physikalisch leistungsfähigere Lösungen, die insbesondere beim polyvalenten Minenschutz aufgrund der unterschiedlichen Bedrohungsarten die Beherrschung komplexer endballistischer Zusammenhänge voraussetzen. Hierbei muss auch beachtet werden, dass bei homogenen Blechen die scheibenartige Belastung seitens P-Ladungen zu sogenannten Stanzdurchschlägen führt, die nicht nur einen energetisch günstigen Panzerdurchschlag zulassen, sondern grundsätzlich auch mit sehr großen Streuungen verbunden sind. Damit wäre der eigentlich benötigten Dicke noch eine Sicherheitsmasse nachzuschalten. Da die Eindringtiefe bzw. Durchschlagstiefe mit der Auftreffenergie der Bedrohung mindestens linear ansteigt, scheiden homogene Lösungen entspre-

chend den obigen Überlegungen aus. Gleichzeitig ist auch die Bandbreite möglicher Bedrohungen beliebig groß. Ein polyvalenter Minenschutz muss daher auch weitgehend unabhängig von einzelnen bedrohungsspezifischen Parametern sein. Nicht zuletzt muss ein derartiger Minenschutz auch finanzierbar, d.h. allgemein und möglichst systemunabhängig einsetzbar sein.

**[0017]** Aufgrund der Massen- und Dickenbegrenzung muss ein leistungsfähiger Minenschutz also ein der homogenen Platte überlegenes dynamisches Strukturverhalten aufweisen und gleichzeitig die endballistische Durchschlagsleistung im Vergleich zu Panzerstahl vermindern. Zwar sind in den letzten Jahren bei der Abwehr von KE-Penetratoren relativ hohe Massefaktoren (Quotient der durchschlagenen äquivalenten Panzerstahl-Masse zur durchschlagenen Masse des betrachteten Ziels) in der Größenordnung von 2 erzielt worden, die jedoch nur eingeschränkt auf die endballistische Leistung von projektilbildenden Minen übertragen werden können. Auf der anderen Seite handelt es sich hier um extrem kurze (scheibenartige) Penetratoren, die insbesondere aufgrund ihrer hohen Auftreffgeschwindigkeit großflächige dynamische Spitzenbelastungen erzeugen. Es gilt also, dem auftreffenden P-Ladungsprojektil Geschwindigkeit zu entziehen und gleichzeitig die beaufschlagte Fläche möglichst rasch zu vergrößern. Weiterhin sollte die zielseitige Gegenkraft möglichst lange aufrechterhalten bleiben, um die energieabsorbierende Wirkung zu optimieren und um die Impulsübertragung zeitlich zu strecken. Und dies alles unter der Voraussetzung einer möglichst geringen dynamischen als auch plastischen Beule auf der Innenseite des zu schützenden Fahrzeugs. Letztere Forderung setzt also zusätzlich zu den oben beschriebenen physikalisch/technischen Vorgängen auch noch eine hohe rückseitige Schutzwirkung bzw. Strukturfestigkeit voraus.

**[0018]** Damit sind die beim Aufbau eines polyvalenten Minenschutzes zu berücksichtigenden Kriterien definiert. Die vorliegende Erfindung setzt diese Überlegungen in technisch besonders wirkungsvoller Weise um, indem sie den einzelnen, oben beschriebenen Schutzkriterien grundsätzlich drei Wirkungsebenen bzw. Funktionsschichten zuweist, die den jeweiligen technischen Vorgaben optimal anzupassen sind.

**[0019]** Bei der Belastung eines Fahrzeugbodens durch den Blast einer Sprengladung oder durch das Projektil einer Flachladungsmine sind, wie oben dargelegt, die Massenträgheit der primär belasteten oder dynamisch zugeschalteten Strukturteile, die Fortpflanzung der Stoß- bzw. Schockbelastung, das plastische Arbeitsvermögen der einzelnen Schutzkomponenten, der Arbeitsweg (die Durchbiegung) des Fahrzeugbodens aufgrund der hohen Dynamik der Bewegung und die bleibende plastische Deformation die bestimmenden Parameter.

**[0020]** Nach den obigen Überlegungen sollte bei der Einleitung der dynamischen Belastung bzw. unmittelbar nach dem Impact sowohl bei Blast- als auch bei P-Ladungsminen den Wirkkomponenten der Mine (dem auf-

treffenden Teller bei P-Ladungsminen) grundsätzlich eine möglichst große Masse entweder über eine entsprechende Dichte oder eine ausreichende Dicke der zunächst beaufschlagten Materialschicht entgegenstehen.

**[0021]** Weiterhin ist die dynamische Zuschaltung der nachfolgenden Massen bzw. Schichten zu beachten, die in der Regel mit der entsprechenden Wellenausbreitungsgeschwindigkeit der beteiligten Materialien erfolgt. Eine Schlüsselrolle bei der Übertragung der Belastung mittels Stoßwellen spielt hierbei die so genannte akustische Impedanz, das Produkt  $\rho \times c$ , mit  $\rho$  als Dichte der beteiligten Werkstoffe und  $c$  als Schallausbreitungsgeschwindigkeit. Dabei liefert der Quotient  $(\rho_1 \times c_1 / \rho_2 \times c_2)$  eine Aussage über den zwischen zwei Schichten 1 und 2 weitergegebenen bzw. reflektierten Energieanteil.

**[0022]** Nach dem Impulserhaltungssatz kann also bei einem Minenteller aus Stahl mit einer bestimmten Dicke mittels einer Abriebschicht (erste Funktionsschicht bzw. vorderstes Minenschutzblech) aus Stahl mit gleicher Dicke die Geschwindigkeit in etwa halbiert werden, beispielsweise von 2.000 m/s auf 1.000 m/s. Da die Durchdringungsvorgänge zeitlich zu strecken und eine möglichst große Flächenmasse dynamisch zuzuschalten sind, sollte das Dickenverhältnis erste Funktionsschicht / auftreffender Minenteller jedoch größer als 1 sein, also aufgrund fahrzeugspezifischer Vorgaben möglichst zwischen 1 und 3 liegen. Damit wird die Geschwindigkeit des nun aus dem auftreffenden Minenprojektil und der mitbeschleunigten Masse der ersten Funktionsschicht gebildeten Gesamtprojektils im gleichen Verhältnis herabgesetzt.

**[0023]** Plastische Arbeit (innere Reibung) kann entweder durch eine homogene Komponente, z.B. eine dicke Platte mit ausreichend dynamisch-plastischem Verhalten, geleistet werden oder mittels konstruktiver Maßnahmen. Diese Vorgänge werden der zentralen zweiten Funktionsschicht zugeordnet. In ihr wird das von der vorgeschalteten ersten Funktionsschicht umgestaltete Projektil abgefangen und dabei die eingeleitete Energie dissipiert bzw. der Impuls zeitlich verteilt. Auf diese Weise kann die nachfolgende Stützebene (dritte Funktionsschicht) - unter Umständen in Verbindung mit dem Fahrzeugboden - die noch vorhandene Verformungsenergie aufnehmen.

**[0024]** Beim Abfangweg bzw. der belasteten Zieltiefe spielen die Zeit und der masseminimierte, d.h. kräfteoptimierte Einsatz der beteiligten Werkstoffe die entscheidende Rolle. Deshalb werden im Minenschutz häufig faserverstärkte Materialien insbesondere gegen P-Ladungsminen verwendet. Dabei gilt es aber zu berücksichtigen, dass sich derartige Stoffe ebenso wie polymere Materialien bei hohen Belastungsgeschwindigkeiten dynamisch sehr hart verhalten können. Dynamisch harte Stoffe erfahren in der Regel eine großflächigere Zerstörung als etwa homogene Bleche aus Panzerstahl (vgl. jedoch obige Bemerkungen zu homogenen Minenschutzaufbauten).

**[0025]** Die erfindungsgemäße polyvalente Minen-

schutzanordnung kann mit dem Fahrzeug stationär, als sogenannte integrierte Lösung, verbunden sein. Alternativ kann sie auch als adaptierbarer Minenschutz ausgebildet sein, der erst bei Bedarf an einem Fahrzeug befestigt wird. Dies bietet den Vorteil, dass Fahrzeug und Minenschutzanordnung logistisch getrennt behandelt werden können und die Fahrzeuge erst beim Einsatz in einem durch Minen gefährdeten Gebiet mit der Minenschutzanordnung ausgerüstet werden. Eine derartige modulare, adaptive Bauweise ermöglicht zudem eine kurzfristige Anpassung bei sich ändernden Anforderungen oder technischen Neuentwicklungen. Der erfindungsgemäße Minenschutz kann aber auch aus einer gemischten Anordnung, d.h. einer außen adaptierten und gleichzeitig in die innere Fahrzeugstruktur integrieren Anordnung bestehen, um in besonderem Maße den Gegebenheiten einer vorgegebenen Fahrzeugkonstruktion oder evtl. erforderlichen Nachrüstmaßnahmen an existierenden Fahrzeugen gerecht zu werden.

**[0026]** Weitere Einzelheiten sind in der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnungen enthalten, die Beispiele der Erfindung darstellen. Die Figuren zeigen nur die wesentlichen Merkmale der Erfindung. Sie sind deshalb in stark vereinfachter Form gezeichnet. Es zeigen:

Figur 1 einen schematisierten Gesamtüberblick;

Figur 2 einen Schnitt durch eine grundsätzliche Minenschutzanordnung gemäß der Erfindung;

Figur 3 die Funktionsweise der polyvalenten Minenschutzanordnung;

Figur 4 einen Schnitt durch eine Minenschutzanordnung als adaptierte Anordnung;

Figur 5 einen Schnitt durch eine Minenschutzanordnung als integriert/adaptierte Anordnung;

Figur 6 einen Schnitt durch eine Minenschutzanordnung mit dem Fahrzeugwannenboden als dritter Funktionsschicht;

Figur 7 einen Schnitt durch eine aufgespaltete Minenschutzanordnung.

**[0027]** Figur 1 zeigt einen stark vereinfachten Aufbau des Minenschutzes mit den entsprechenden Bedrohungen. Dargestellt ist ein Fahrzeugboden 1 als Beispiel einer der Bedrohung durch die Minen zugewandten Wandung eines zu schützenden Objekts, mit einer vorgeschalteten Minenschutzanordnung 2. Diese wird durch die Blastwelle 5 und/oder das P-Ladungsprojektil 6 beaufschlagt, die von unter einer Oberfläche (Boden) 3 liegenden P-Ladungs- oder Blast-Bedrohung 4 verursacht werden. Die Pfeile 7 und 8 symbolisieren die Ausbreitung der Bedrohung 5 bzw. 6.

**[0028]** In Figur 2 ist die erfindungsgemäße Minen-

schutzanordnung gegen beide Bedrohungsarten Blast- und P-Ladungsmine in ihrem prinzipiellen Aufbau dargestellt. Die erste Funktionsschicht 9 auf der Belastungsseite, d.h. die äußere und damit der Mine zugewandte Wand der Minenschutzanordnung 2 besteht beispielsweise aus einem Stahlblech. Diese erste Funktionsschicht 9 ist mindestens so zu wählen, wie es die Systemvorgaben für den Fahrzeugboden beispielsweise gegen Steinschlag oder Abrieb erfordern. Ausreichend hierfür wären Wandstärken von 4 mm bis 6 mm Panzerstahl bei einer Härte von 400 bis 500 HB. Gleichzeitig erfüllt die erste Funktionsschicht jedoch eine für die Schutzwirkung der gesamten Minenschutzanordnung wichtige Funktion der Geschwindigkeitsreduzierung (vgl. hierzu obige Bemerkungen). Selbstverständlich kommen hierfür auch andere hochfeste Materialien in Frage. Es ist jedoch davon auszugehen, dass hochwertige Bleche aus Panzerstahl hier das beste Kosten/Leistungsverhältnis erbringen. Allgemein sollte die erste Funktionsschicht 9 aus einem Panzerstahlblech oder einer hochfesten Metalllegierung mit einer Dicke von mindestens der stahläquivalenten Dicke der Einlage der projektilbildenden Mine 4, vorzugsweise von 4 mm bis 12 mm, bestehen.

**[0029]** In Figur 3 ist die Wirkungsweise einer zentralen zweiten Funktionsschicht 10 und der diese einschließenden ersten und dritten Funktionsschichten 9 und 11 (in Verbindung mit dem Fahrzeugboden 1) für den Fall einer Bedrohung mittels eines P-Ladungsprojektils dargestellt. Durch das Mitbeschleunigen des Plattenabschnitts 15 der als Erosions- bzw. Abriebschicht dienenden ersten Funktionsschicht 9 seitens des Projektils 6 wird die durch den mittels des symbolisierten Bewegungspfeils 8 (Fig. 2) dargestellte Energie vermindert und gleichzeitig radial ausgeweitet (symbolisiert durch die Pfeile 8A). Gleichzeitig breitet sich in der zweiten Funktionsschicht 10 ein Druckfeld aus (Pfeile 8B), welches die Energie an die radiale Umgebung und die nachfolgende dritte Funktionsschicht 11 (abzüglich des in der zweiten Funktionsschicht 10 zum betrachteten Zeitpunkt aufgezeigten Energieanteils) weitergibt. Nach dem Prinzip *actio* gleich *reactio* werden auf die eindringenden Körper etwa gleiche Verzögerungskräfte ausgeübt. Die Pfeile 16 symbolisieren die dynamisch/mechanische Gegenkraft der dritten Funktionsschicht 11, eventuell verstärkt durch die Stützkraft des Bodens 1.

**[0030]** In einer weiteren Ausgestaltung eines Minenschutzbaus entsprechend der Erfindung können die Schichten 12, 13 zwischen den Funktionsschichten 9, 10 und 11 auch als Gleitebenen 12A, 13A ausgebildet sein. Derartige Gleitebenen oder Gleitschichten werden entweder durch einfaches Aneinanderlegen der Ebenen oder mittels eingebrachter, ein Gleiten unterstützender Stoffe realisiert.

**[0031]** In der mittleren zweiten Funktionsschicht 10 erfolgt das eigentliche endballistische Abfangen des P-Ladungsprojektils bzw. des Blastes. Sie ist daher als zentrale Funktionsschicht gegen die Wirkungsweise der P-

Ladung zu betrachten. Diese zweite Funktionsschicht 10 besteht aus einem Material, das unter hoher dynamischer Belastung plastisch fließ- bzw. mechanisch erosionsfähig bleibt, also optimale endballistische Schutzleistungseigenschaften aufweist. Solche Materialien können beispielsweise Metalle oder Metalllegierungen sein. Sie können aber auch von Olefinen, Ölen, Fetten oder Wachs gebildet werden. Aufgrund der geschilderten Eigenschaft dieser zweiten Funktionsschicht 10 und ihrer relativ geringen Dichte kommen hierfür auch Thermoplaste, Elastomere (z.B. Nylon, PC, PE, PP, Teflon, Gummi bzw. Polymere), oder amorphe Stoffe wie z.B. Glas in Frage. Bei den letzten beiden Materialien kann nach erfolgter Projektilbelastung bzw. Abbremsung mittels Zerlegung oder Delamination Energie im Ziel abgebaut werden (vgl. hierzu aber obige Bemerkung bzgl. der dynamischen Härte derartiger Stoffe).

**[0032]** Für die zweite Funktionsschicht 10 sind grundsätzlich auch metallische Schichten aus Aluminium- oder Magnesiumlegierungen, Weicheisen, Kupfer bis hin zu Tantal geeignet. Gegossene Werkstoffe können aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften bezüglich Dämpfung und Gleitverhalten ebenfalls für die zweite Funktionsschicht 10 interessant sein. Zur Vervollständigung soll noch erwähnt werden, dass die zweite Funktionsschicht 10 auch mehrschichtig aufgebaut und auch z.B. aus einer Kombination der oben aufgeführten Materialien gebildet werden kann.

**[0033]** Zwischen der ersten und der zweiten Funktionsschicht 9 und 10 kann sich eine Flächenverbindungsschicht 12 befinden. Diese ist sowohl in der Lage, die Funktionsschichten so zu verbinden, dass während der dynamischen Durchbiegung diese Funktionsschichten miteinander verbunden bleiben, als auch für eine Dämpfung der Blastwirkung entsprechend den obigen Ausführungen zu sorgen und den Stanzeffekt des Projektils zu unterbinden. Als vorteilhaft bezüglich der Haftung während der Minenbeaufschlagung hat sich eine Gummischicht 12 erwiesen, wobei die Verbindung der einzelnen Funktionsschichten (hier 9 und 10) durch Vulkanisation eines speziellen CR-Kautschuks erfolgt. Durch diese Flächenverbindungsschicht 12 können bei hoher dynamischer Belastung große seitliche Zugkräfte, die infolge der Durchbiegung der einzelnen Funktionsschichten entstehen, aufgenommen und damit der Zielmasse lateral dynamisch zugeschaltet werden. Generell erlauben polymere Werkstoffe als Verbindungsschicht 12 infolge ihrer mannigfaltigen Rezeptureigenschaften ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit an die jeweilige Struktur. Geeignet für diese Verbindungsschicht 12 sind jedoch auch andere Kunststoffe wie z.B. Thermoplaste. Es ist auch denkbar, die Verbindungsschicht 12 aus dünnen metallischen oder nichtmetallischen Schichten/Folien zu fertigen, die ein besonders günstiges Impedanzverhalten aufweisen.

**[0034]** Die zweite Funktionsschicht 10 erfüllt somit primär die Aufgabe, das Durchstanzen oder Durchschlagen des Minenschutzes durch das FL-Projektil zu verhindern

und die belastete Fläche möglichst weiter zu vergrößern. Sie verteilt aufgrund ihrer Fließfähigkeit insbesondere bei hochdynamischer Belastung, d.h. im Geschwindigkeitsbereich des P-Ladungsprojektils einschließlich mitbeschleunigter Zielmasse von 1.000 m/s bis 500 m/s, die Last auf eine noch größere Fläche. Dies ist mit einem weiteren Abbau der Durchdringungsgeschwindigkeit verbunden.

**[0035]** Nach der ersten und der zweiten Funktionsschicht 9 und 10 (mit den Verbindungsschichten 12 und 13 bzw. 12A und 13A) ist eine als Stützschiicht bzw. weitere Energiekompensationsschicht dienende dritte Funktionsschicht 11 angeordnet (vgl. obige Erläuterungen). Hierbei spielen die Masse, die Härte und die dynamisch-mechanischen Eigenschaften des Materials eine entscheidende Rolle für die nachfolgende Beulenbildung. Die dritte Funktionsschicht wird vorzugsweise aus Panzerstahl oder hochfesten Metalllegierungen gebildet und stellt den fahrzeugseitigen Abschluss der erfindungsgemäßen Minenschutzanordnung dar.

**[0036]** Zwischen der zweiten und der dritten Funktionsschicht 10 und 11 kann eine zweite Verbindungsschicht 13 angeordnet sein, die eine gleichartige Funktion wie die Verbindungsschicht 12 übernimmt. Dies wäre beispielsweise erforderlich, wenn die Minenschutzanordnung als adaptiertes Sandwich hergestellt werden soll (Verbindungsschicht zur nachfolgenden dritten Funktionsschicht 11). Es kann sich unter Umständen als zweckmäßig erweisen, die beiden und ggf. weitere Zugflächen-Verbindungsschichten 12, 13 mit unterschiedlichen Materialien und Wandstärken auszuführen, je nachdem, ob der Dämpfung oder der Kraftübertragung in der jeweiligen Verbindungsschicht die größere Rolle zugeordnet wird. Weiterhin können die Verbindungsschichten 12A und 13A alternativ von Werkstoffen mit guten Gleiteigenschaften gebildet werden, um die Dissipation in der Funktionsschicht zu unterstützen.

**[0037]** Bestimmend für die Leistungsfähigkeit eines polyvalenten Aufbaus der Minenschutzanordnung ist aufgrund der vorgegebenen Belastung (z.B. 8 kg TNT-Äquivalent) die notwendige stahläquivalente Masse. In dieser Masse kann die fahrzeugseitig vorgegebene Bodenstruktur 1 zumindest teilweise enthalten sein. Aufgrund von experimentellen Leistungswerten konnten für Minenschutzanordnungen 2 der erfindungsgemäßen Bauweise deutliche Vorteile gegenüber den bisher verwendeten und noch in der Entwicklung befindlichen, gegen Blast optimierten Minenschutzanordnungen festgestellt werden. So konnten bei entsprechenden Experimenten mit außen angebrachten (adaptierten) Minenschutzaufbauten beide Bedrohungen mit vergleichbaren dynamischen Werten für die Durchbiegung und Bewegung des Fahrzeugbodens mit um den Faktor 1,5 bis 1,8 geringeren Gesamtschutzmassen gegenüber einer reinen Stahllösung abgewehrt werden.

**[0038]** Auch eine Erhöhung der Bedrohung durch Flachladungsminen, beispielsweise durch leistungssteigerte Minen vom Typ TMRP 6 mit höherer Projektil-

geschwindigkeit, lässt sich durch eine entsprechende Optimierung der erfindungsgemäßen Minenschutzanordnung 2, insbesondere der zweiten Funktionsschicht 10, mit relativ geringem Massezuwachs abwehren. Dies ist mit herkömmlichen Bauweisen im Rahmen der Gewichtslimits gepanzerter Fahrzeuge nicht zu erreichen.

**[0039]** Figur 4 zeigt in Ergänzung zu Figur 2 einen Schnitt durch eine an den Fahrzeugboden 1 adaptierte Minenschutzanordnung 2. Die Verbindungsfläche 14 zwischen der Minenschutzanordnung und dem Fahrzeugboden 1 kann dabei eine auch laterale Kräfte übertragende Schicht sein oder eine reine Trennfläche zwischen Minenschutzanordnung und Fahrzeugboden darstellen. Die in Figur 2 gezeigten Funktionsschichten 9-11 sind in diesem Falle vor dem Fahrzeugboden 1 angeordnet. Ein solcher adaptierter Schichtaufbau kann fest mit dem Fahrzeugboden 1 verbunden sein oder erst vor Ort durch einfache mechanische Mittel befestigt werden.

**[0040]** Grundsätzlich kann die gemäß Figur 4 geschilderte adaptierte Anordnung auch durch eine adaptiert/integrierte Anordnung (Figur 5) ersetzt werden, bei der ein Teil der Funktionsschichten hinter der Belastungsseite, d.h. hinter dem äußeren Fahrzeugboden 1 im Innern des Fahrzeugs (integriert) und der übrige Teil der Funktionsschichten außen am Boden des Fahrzeugs 1 (adaptiert) angebracht sind. In diesem Falle sollten mindestens die erste Funktionsschicht (Abriebschicht) 9, die Verbindungsschicht (Dämpfung) 12 und die zweite Funktionsschicht 10 außen vor dem Fahrzeugboden 1 angebracht und die dritte Funktionsschicht (Energiekompensationsschicht 11) dem Fahrzeugboden 1 nachgeordnet sein. Eine solche Anordnung ist dann besonders vorteilhaft, wenn der Fahrzeugboden aus Panzerstahl relativ dünn ist und über diesem Boden die Einbringung der dritten Funktionsschicht 11 problemlos erfolgen kann.

**[0041]** Sämtliche in den Figuren dargestellten und in der Beschreibung erläuterten Einzelheiten sind für die Erfindung wichtig. Dabei ist es ein Merkmal der Erfindung, dass alle geschilderten Einzelheiten in beliebiger Weise einfach oder mehrfach kombiniert werden können und dadurch jeweils einen individuell angepassten polyvalenten Minenschutz ergeben.

**[0042]** In Figur 6 stellt der Fahrzeugboden 1 sowohl die Stütz- als auch die Energiekompensationsebene dar, sodass die dritte Funktionsschicht 11 entfallen kann. In diesem Beispiel ist die erste Funktionsschicht in eine äußere Abriebschicht 9A und eine nachfolgende innere Vorschotte 9B aufgeteilt. Eine derartige Anordnung kann zur Verbesserung der Mitbeschleunigung von Strukturelementen dienen, indem ein frühes Stanzen verhindert wird. Diese Ausführungsform einer Minenschutzanordnung ist nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung und dient lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung.

**[0043]** Figur 7 zeigt schließlich einen Schnitt durch eine aufgespaltete Minenschutzanordnung 2, bei der sich zwischen dem Fahrzeugboden 1 und der dritten Funktionsschicht (Energiekompensationsschicht) 11 ein Zwi-

schenraum 17 als Beispiel einer allgemeinen Zwischenschicht, die eine dynamische Beulung der dritten Funktionsschicht 11 aufnimmt oder zulässt, befindet. Dieses Beispiel ist repräsentativ für fahrzeugseitig bedingte Vorgaben. Solche Zwischenräume 17 sind derart einzuplanen, dass die geschilderte Gesamtfunktion der Minenschutzanordnung entsprechend der vorliegenden Erfindung nicht gravierend gestört wird. Gegebenenfalls müssen hier konstruktive Zusatzmaßnahmen ergriffen werden.

**[0044]** Es ist ferner möglich, zwischen den Funktionsschichten Zwischenräume vorzusehen, in denen bevorzugt stützende Einrichtungen oder Schichten/Materialien vorgesehen sind, um die Leistungsfähigkeit der Minenschutzanordnung weiter zu verbessern.

**[0045]** In allen oben beschriebenen Ausführungsformen kann die aus der Minenschutzanordnung der Erfindung aufgebaute Fläche ein- oder mehrteilig ausgebildet sein. Außerdem besteht die Möglichkeit, die aus der Minenschutzanordnung aufgebaute Fläche eben, gekrümmt oder abgekantet auszubilden, zu der Wandung oder der Außenkontur des Objekts parallel verlaufen oder mit dieser einen Winkel einschließen zu lassen, und/oder mit einer ungleichen/stufenartigen Dickenverteilung zu bilden.

#### Liste der Bezeichnungen

##### [0046]

1	Fahrzeugboden
2	Minenschutzanordnung
3	Boden
4	Minenbedrohung
5	Blastwelle
6	P-Ladungsprojektil
7	Ausbreitungsrichtung der Blastwelle
8	Wirkrichtung des P-Ladungsprojektils
8A	Pfeile für eindringendes P-Ladungsprojektil
8B	Pfeile für sich in 2 ausbreitendes Druckfeld, bedingt durch 8A
9	erste Funktionsschicht (Abriebschicht)
9A	äußere Abriebschicht
9B	innere Vorschotte
10	zweite Funktionsschicht
11	dritte Funktionsschicht (Stütz- und Energiekompensationsschicht)
12	Schicht bzw. Fläche zwischen 9 und 10
12A	Gleitschicht zwischen 9 und 10
13	Schicht bzw. Fläche zwischen 10 und 11
13A	Gleitschicht zwischen 10 und 11
14	Trennfläche zwischen 1 und 11
15	durch 6 mitbeschleunigtes Plattensegment von 9
16	Pfeile, Stützwirkung des Fahrzeugbodens gegenüber 2 symbolisierend
17	Zwischenraum

#### Patentansprüche

- Minenschutzanordnung zum Schutz eines Objekts gegen eine Bedrohung durch Minen (4), bestehend aus einem Schichtaufbau (2) mehrerer Schichten mit einer der Bedrohung zugewandten ersten Funktionsschicht (9) aus einem Panzerstahlblech oder einer hochfesten Metallegierung mit einer Dicke von mindestens der stahläquivalenten Dicke der Einlage der projektilbildenden Mine, einer homogenen mittleren zweiten Funktionsschicht (10) aus einem Material, das unter dynamischer Belastung plastisch fließfähig bzw. mechanisch erosionsfähig bleibt, und einer nachfolgenden dritten Funktionsschicht (11) aus einem Panzerstahlblech oder einer stahläquivalenten Anordnung aus verschiedenen Materialien, wobei der Schichtaufbau (2) an einer der Bedrohung zugewandten Wandlung (1) des Objekts angebracht ist bzw. anbringbar ist, und wobei die dritte Funktionsschicht (11) zusammen mit der Wandlung (1) des Objekts eine stahläquivalente Dicke von mindestens 25 mm besitzt.
- Minenschutzanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schichtaufbau (2) mit dem zu schützenden Objekt bzw. dessen Wandlung (1) fest verbunden bzw. integriert ist.
- Minenschutzanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schichtaufbau (2) zumindest teilweise als separates Bauteil gefertigt ist und mit dem zu schützenden Objekt bzw. dessen Wandlung (1) fest oder lösbar verbindbar integriert ist.
- Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der komplette Schichtaufbau (2) an der der Bedrohung zugewandten Seite der Wandlung (1) angebracht ist bzw. anbringbar ist.
- Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil (11) des Schichtaufbaus (2) an der der Bedrohung abgewandten Seite der Wandlung (1) und ein anderer Teil (9, 10) an der der Bedrohung zugewandten Seite der Wandlung (1) angebracht ist bzw. anbringbar ist.
- Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dies die erste, die zweite und die dritte Funktionsschicht (9, 10, 11) durch elastomere, Zugkräfte übertragende Verbindungs- bzw. Dämpfungsschichten (12) und (13) ver-

bunden sind.

7. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Funktionsschichten (9, 10, 11) Gleitschichten (12A, 13A) vorgesehen sind. 5
8. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Funktionsschicht (10) aus metallischen Werkstoffen, gegossenen metallischen Werkstoffen, elastomeren Stoffen oder aus thermoplastischen, flüssigen oder pastösen Materialien oder eine Kombination mehrerer dieser Werkstoffe gebildet ist. 15
9. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Funktionsschichten (9) und die zweite Funktionsschicht (10) ein- oder mehrschichtig ausgebildet sind. 20
10. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Funktionsschicht (11) aus Stahl, Leichtmetall oder einem anderen Material hoher dynamischer Steifigkeit besteht. 25
11. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der dritten Funktionsschicht (11) und der Wandlung (19 des zu schützenden Objekts eine Zwischenschicht (17) vorgesehen ist, die eine dynamische Beulung der dritten Funktionsschicht (11) aufnimmt oder zulässt. 30
12. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen den Funktionsschichten Zwischenräume befinden. 40
13. Minenschutzanordnung nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** in den Zwischenräumen stützende Einrichtungen oder Schichten / Materialien vorgesehen sind. 45
14. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die aus dem Schichtaufbau (2) aufgebaute Fläche ein- oder mehrteilig ausgebildet ist. 50
15. Minenschutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die aus dem Schichtaufbau (2) aufgebaute Fläche eben, ge-

krümmt oder abgekantet ist, zu der Wandlung (1) oder der Außenkontur des Objekts parallel verläuft oder mit dieser einen Winkel einschließt, und/oder eine ungleiche / stufenartige Dickenverteilung aufweist.

## Claims

1. A mine protection arrangement for protecting an object against a threat by mines (4), consisting of a layer structure (2) of a plurality of layers comprising a first functional layer (9) facing towards the threat and made of an armour steel plate or a high-strength metal alloy having a thickness of at least the steel equivalent thickness of the liner of the projectile-forming mine, a homogenous, middle, second functional layer (10) made of a material that remains plastically flowable or mechanically erodible under dynamic load, and a subsequent, third functional layer (11) made of an armour steel plate or a steel equivalent arrangement of various materials, wherein the layer structure (2) is or can be mounted on a wall (1) of the object, which wall (1) faces towards the threat, and wherein the third functional layer (11) together with the wall (1) of the object has a steel equivalent thickness of at least 25 mm. 15
2. A mine protection arrangement according to claim 1, **characterised in that** the layer structure (2) is fixedly connected to or integrated with the object to be protected or the wall (1) thereof. 30
3. A mine protection arrangement according to claim 1, **characterised in that** the layer structure (2) is at least partly fabricated as a separate component and is integrated with the object to be protected or the wall (1) thereof in a fixedly or detachably connectable manner. 35
4. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the complete layer structure (2) is or can be mounted on that side of the wall (1) which faces towards the threat. 45
5. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** one part (11) of the layer structure (2) is or can be mounted on that side of the wall (1) which faces away from the threat and another part (9, 10) is or can be mounted on that side of the wall (1) which faces towards the threat. 50
6. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the first, the second and the



third functional layer (9, 10, 11) are connected by elastomeric, tensileforce-absorbing connecting or damping layers (12) and (13).

7. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 5,  
**characterised in that** sliding layers (12A, 13A) are provided between the functional layers (9, 10, 11). 5
8. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 7,  
**characterised in that** the second functional layer (10) is formed from metallic materials, cast metallic materials, elastomeric materials or from thermoplastic, liquid or pasty materials or a combination of a plurality of those materials. 10
9. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 8,  
**characterised in that** the first functional layer (9) and the second functional layer (10) are of a single-layer or multi-layer configuration. 15
10. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 9,  
**characterised in that** the third functional layer (11) consists of steel, light metal or another material of high dynamic stiffness. 20
11. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 10,  
**characterised in that** there is provided between the third functional layer (11) and the wall (1) of the object to be protected an intermediate layer (17) which absorbs or permits a dynamic buckling of the third functional layer (11). 25
12. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 11,  
**characterised in that** there are spaces between the functional layers. 30
13. A mine protection arrangement according to claim 12, **characterised in that** supporting devices or layers / materials are provided in the spaces. 35
14. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 13,  
**characterised in that** the surface formed by the layer structure (2) is of a one-part or multipart configuration. 40
15. A mine protection arrangement according to any one of claims 1 to 14,  
**characterised in that** the surface formed by the layer structure (2) is flat, curved or edged, extends parallel to the wall (1) or to the outer contour of the object 45

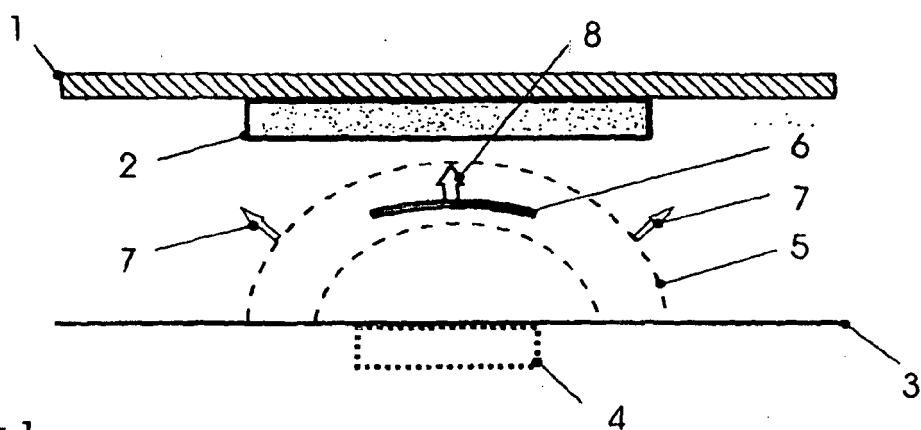
or forms an angle therewith, and/or exhibits an uneven / step-like thickness distribution.

## 5 Revendications

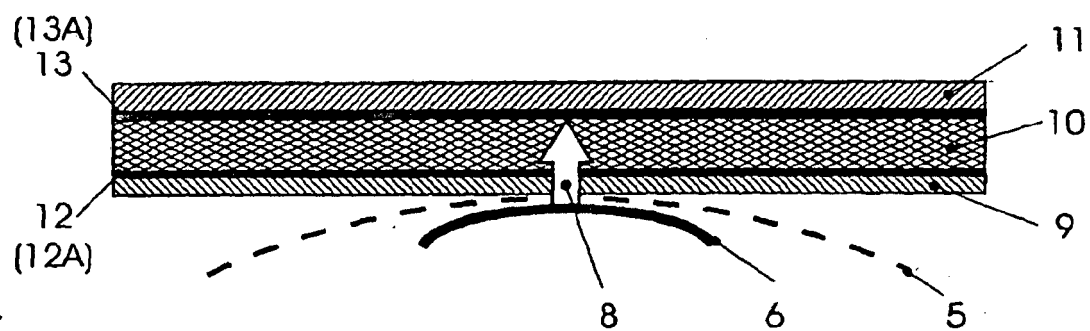
1. Dispositif de protection contre les mines, destiné à protéger un objet menacé par des mines (4), constitué d'une structure stratifiée (2) de plusieurs couches comprenant une première couche fonctionnelle (9) tournée vers la menace et composée d'une tôle d'acier blindée ou d'un alliage métallique très résistant dotés d'une épaisseur atteignant au moins l'épaisseur équivalente à l'acier de l'intérieur de la mine formant un projectile, une deuxième couche fonctionnelle centrale homogène (10) composée d'un matériau restant plastiquement fluide ou mécaniquement apte à s'éroder sous l'effet d'une sollicitation dynamique, et une troisième couche fonctionnelle (11) suivante composée d'une tôle d'acier blindée ou d'un ensemble équivalent à l'acier composé de différents matériaux, la structure stratifiée (2) étant disposée ou pouvant être disposée sur une paroi (1) de l'objet tournée vers la menace, et la troisième couche fonctionnelle (11) présentant conjointement avec la paroi (1) de l'objet une épaisseur équivalente à l'acier d'au moins 25 mm.
2. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure stratifiée (2) est fixée solidement ou intégrée à l'objet à protéger ou à sa paroi (1).
3. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure stratifiée (2) est fabriquée au moins en partie comme un élément séparé et reliée solidement ou intégrée par assemblage amovible à l'objet à protéger ou à sa paroi (1).
4. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la structure stratifiée (2) est ou peut être intégralement disposée sur le côté de la paroi (1) tourné vers la menace.
5. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'une** partie (11) de la structure stratifiée (2) est ou peut être disposée sur le côté de la paroi (1) opposé à la menace et une autre partie (9, 10) sur le côté de la paroi (1) tourné vers la menace.
6. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la première, la deuxième et la troisième couche fonctionnelle (9, 10, 11) sont reliées par des couches élastomères de liaison ou d'amortissement (12) et

(13) transférant des forces de traction.

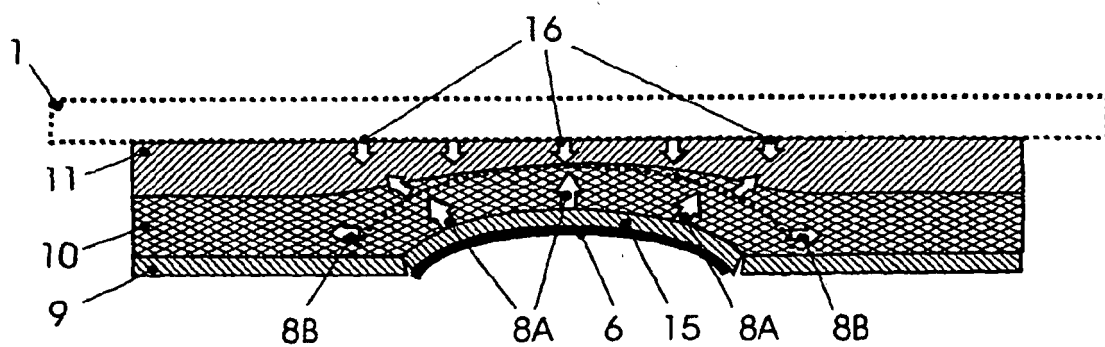
7. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** des couches de glissement (12A, 13A) sont disposées entre les couches fonctionnelles (9, 10, 11). 5
  
8. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la deuxième couche fonctionnelle (10) est composée de matériaux métalliques, de matériaux métalliques coulés, de matières élastomères ou de matériaux thermoplastiques, liquides ou pâteux ou d'une combinaison de plusieurs de ces matériaux. 10  
15
  
9. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la première couche fonctionnelle (9) et la deuxième couche fonctionnelle (10) présentent une ou plusieurs couches. 20
  
10. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la troisième couche fonctionnelle (1) est composée d'acier, de métal léger ou d'un autre matériau présentant une rigidité dynamique élevée. 25
  
11. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'une** couche intermédiaire (11) recevant ou admettant un voilement dynamique de la troisième couche fonctionnelle (11) est disposée entre la troisième couche fonctionnelle (11) et la paroi (1) de l'objet à protéger. 30
  
12. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** des espaces intermédiaires se situent entre les couches fonctionnelles. 35
  
13. Dispositif de protection contre les mines selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** des dispositifs ou des couches/matériaux d'appui sont disposés dans les espaces intermédiaires. 40
  
14. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la surface élaborée à partir de la structure stratifiée (2) présente une ou plusieurs parties. 45
  
15. Dispositif de protection contre les mines selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la surface élaborée à partir de la structure stratifiée (2) est plane, courbée ou chanfreinée, s'étend parallèlement à la paroi (1) ou au contour extérieur de l'objet ou forme un angle avec ceux-ci, et/ou présente une répartition différente/étagée de l'épaisseur. 50  
55



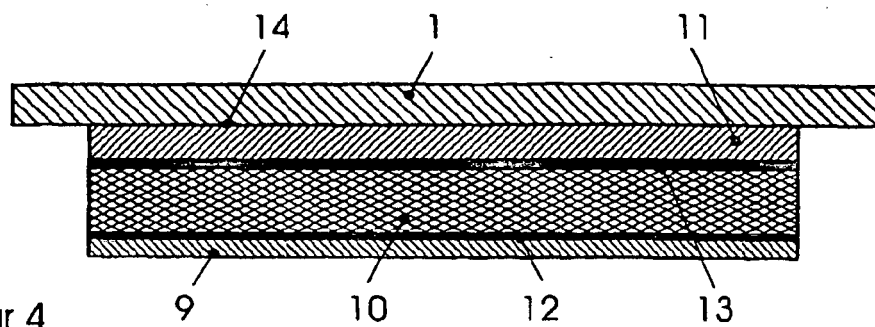
Figur 1



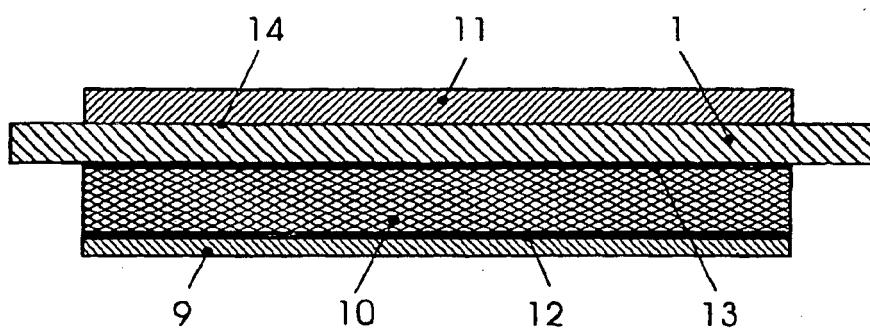
Figur 2



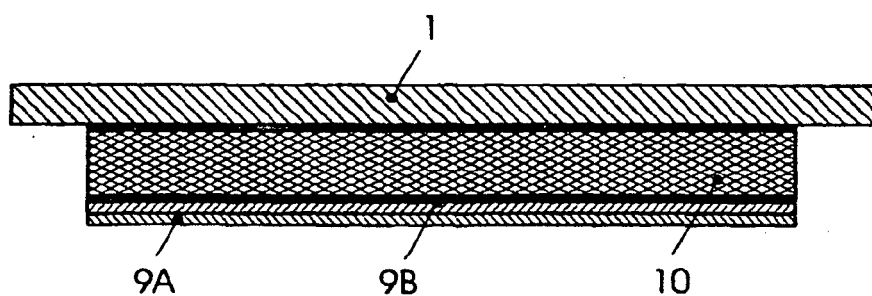
Figur 3



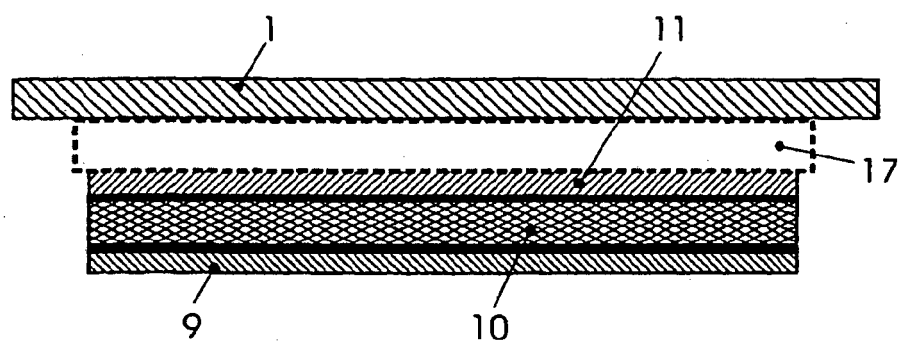
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 4404889 A [0005]
- DE 19734950 C2 [0006]
- DE 2934050 A1 [0007]
- DE OS2201637 A [0008]
- US 5905225 A [0011]