

BESCHREIBUNG

REAKTIVE SCHUTZANORDNUNG

5

GEBIET DER ERFINDUNG

Die Erfindung betrifft eine reaktive Schutzanordnung zum Schutz von ortsfesten oder beweglichen Objekten gegen Bedrohungen, die insbesondere gegen Hohlladungen (HL-Bedrohungen), sprenggeformte bzw. projektilbildende Ladungen (P-Ladungen) und Wuchtgeschosse (KE-Munition) wirksam ist.

TECHNISCHER HINTERGRUND

Bei Schutzanordnungen ist grundsätzlich zwischen gegenüber der Bedrohung senkrechten oder geneigten, homogenen (massiven) und strukturierten (aus mehreren Schutzebenen bestehenden) Anordnungen zu unterscheiden. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Art und Weise der Schutzwirkung. Hier unterscheidet man zweckmäßigerweise zwischen passiven, reaktiven, aktiven und inert-dynamischen Aufbauten. Bei Initiierung pyrotechnischer Komponenten durch die auftreffende Bedrohung werden Anordnungen als reaktiver Schutz bezeichnet, bei gesteuerter Zündung derselben als aktive Panzerung. Inert-dynamisch sind Schutzanordnungen dann, wenn der Schutz oder Teile davon allein durch die Energie der auftreffenden bzw. eindringenden Bedrohung beschleunigt werden. Ein Beispiel hierfür sind Beulanordnungen (Beulplattenanordnungen, Beulstrukturen).

Seit Anfang der 1970er Jahre sind sowohl gegen Hohlladungen als auch gegen Wuchtgeschosse reaktive Anordnungen bekannt, bei denen durch pyrotechnisch beschleunigte Elemente eine laterale Störung oder Ablenkung der auftreffenden bzw. ein- oder durchdringenden Bedrohung und dadurch eine Verminderung der Durchschlagsleistung erfolgt. Ganz überwiegend handelt es sich dabei um ein- oder mehrschichtige, ein- oder beidseitige Belegungen des Sprengstoffes mit meist metallischen Platten. Derartige Anordnungen sind bei gepanzerten Fahrzeugen im Einsatz.

- 2 -

Bei reaktiven Schutzanordnungen stellt die pyrotechnische Komponente das Hauptproblem dar, sowohl bezüglich der Handhabung als auch der unterschiedlichen Belastungen nach der Detonation auf die zu schützende Struktur oder das Gefechtsfeld (Kollateralschäden). Die Qualität eines derartigen Schutzes wird in erster Linie durch die Menge des im gesamten Ziel eingesetzten Sprengstoffes, durch den beim Auftreffen der Bedrohung detonierenden Flächenanteil und durch konstruktive Maßnahmen bestimmt.

Auf Grund ihrer sehr hohen Durchschlagsleistung stellen die mit einem Hohlladungsgefechtkopf ausgestatteten Panzerabwehrwaffen eine Hauptbedrohung insbesondere für leicht bis mittelschwer gepanzerte Fahrzeuge dar. Dabei eignen sich die Gefechtsköpfe PG 7 und Lanze als Referenz für dieses Waffensystem. Beispielweise erfordert der Schutz gegen HL-Bedrohungen mittelschwerer gepanzerter Fahrzeuge mit einem Grundschutz von ca. 30 - 50 mm Panzerstahläquivalent mit passiven Schutzsystemen ein zusätzliches Flächengewicht in der Größenordnung von 500 kg/m². Mit bisher bekannten reaktiven Schutzsystemen wird immer noch ein zusätzliches Flächengewicht in der Größenordnung von 250 bis 300 kg/m² benötigt. Auch durch den Einsatz erheblicher, reaktiv beschleunigter Flächenmassen ist die HL-Bedrohungen nicht vollständig abzuwehren, da nur ein begrenzter Anteil des Hohlladungsstrahls durch die Störmaßnahmen beeinflusst werden kann. Daher müssen nach dem derzeitigen Stand der Schutztechnologie noch etwa 20 bis 30% der Leistung der Hohlladungsmunition als Restleistung von der Grundpanzerung des Fahrzeuges kompensiert werden. Bei der genannten HL-Bedrohung entspricht dies noch einem erforderlichen Grundschutz in der Größenordnung von 60 bis 80 mm Panzerstahläquivalent.

Bei reaktiven Systemen müssen die wirksamen Komponenten auf Geschwindigkeiten von mehreren 100 m/s beschleunigt werden, um die mit bis zu 10 km/s auftreffenden Hohlladungsstrahlen noch mit lateral wirkenden Störmassen zu erreichen. Dazu müssen die beschleunigten Zielplatten grundsätzlich den von der Strahlspitze gebildeten Krater überbrücken, um den durchtretenden Strahl seitlich zu erreichen. Der Aufbau der Anordnung und insbesondere deren Winkel gegenüber der Bedrohung sind hier die bestimmenden Parameter. Durch

- 3 -

mehrschichtige und auch stark geneigte reaktive Schutzaufbauten wird bei einer Reihe bekannter Ausführungsformen eine möglichst rasch einsetzende und auch über einen längeren Zeitraum (bzw. eine größere Strahllänge) wirksame Strahlstörung erreicht. In der Regel führt dies jedoch zu Aufbauten mit viel
5 Sprengstoff und einer im Verhältnis zur abgedeckten Fläche großen Bautiefe. Außerdem erhöht sich der Anteil der konstruktiv bedingten Flächen bzw. Flächenmassen (Totmassen).

Da bei herkömmlichen Schutzanordnungen relativ große Flächen (Größenordnung
10 100 mm x 300 mm) zur Detonation gebracht werden, belasten diese sowohl das Umfeld als auch die sie tragende Struktur. Bei solchen reaktiven Panzerungen handelt es sich bereits um in der Fläche begrenzte Module (reaktive Flächenelemente). Bei leichteren Gefechtsfahrzeugen ist der Einsatz reaktiver Komponenten wegen der Belastung durch das reaktive System selbst stark ein-
15 geschränkt bzw. nicht möglich.

In der EP 1 846 723 B1 betreffend die unter der Bezeichnung „ERICA“ bekannte reaktive Schutzvorrichtung sind beispielhaft weitere Patentdokumente mit reaktiven Komponenten beschrieben und kritisch besprochen. Es handelt sich dabei um die
20 Druckschriften US 5,824,951 A, DE 37 29 211 C1, US 4,741,244 A, DE 199 56 297 C2, DE 199 56 197 A1, US 5,637,824 A, DE 37 29 211 C, WO 94/20811 A1, DE 33 13 208 C und DE 102 50 132 A1.

Die in EP 1 846 723 B1 selbst beschriebene Schutzanordnung besteht aus einem
25 im Auftreff- bzw. Wirkungsbereich der Bedrohung geneigten Träger beliebiger Formgebung, auf den beidseitig pyrotechnische Schichten aufgebracht sind. Durch die Zündung beider Schichten werden Stoßwellen und Reaktionsgase gebildet und sowohl gegen als auch in Richtung der durchdringenden Bedrohung beschleunigt. Dadurch werden bei Hohlladungen sowohl die vorderen, leistungsstarken
30 Strahlelemente als auch ein erheblicher Teil der gesamten Strahllänge gestört. Der pyrotechnische Aufbau befindet sich dabei über die gesamte Wirkzeit zumindest näherungsweise in einem dynamischen Gleichgewicht und übt keine endballistisch relevanten bzw. zerstörenden Einflüsse auf das Umfeld aus.

- 4 -

AUFGABE DER ERFINDUNG

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte reaktive Schutzanordnung zu schaffen, mit welcher zum Beispiel auch mittelschwere und nur leicht gepanzerte Fahrzeuge mit entsprechend geringem Grundschutz gegen
5 Hohlladungen geschützt werden können.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Diese Aufgabe wird durch eine reaktive Schutzanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der
10 Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die reaktive Schutzanordnung zum Schutz von ortsfesten oder beweglichen Objekten gegen Bedrohungen durch Hohlladungen, projektilbildende Ladungen oder Wuchtgeschosse, die an einer der Bedrohung zugewandten Seite des zu
15 schützenden Objekts beabstandet angebracht bzw. anbringbar ist, weist wenigstens eine gegenüber der Bedrohungsrichtung in einem Neigungswinkel angeordnete Schutzfläche auf, wobei diese Schutzfläche eine der Bedrohung zugewandte vordere Abdeckung, eine der Bedrohung abgewandte und zur vorderen Abdeckung beabstandete hintere Abdeckung sowie wenigstens eine
20 ortsfeste oder bewegliche reaktive Mittelschicht zwischen der vorderen Abdeckung und der hinteren Abdeckung aufweist, wobei die wenigstens eine reaktive Mittelschicht wenigstens zwei reaktive Teilflächen mit jeweils wenigstens einem Sprengstofffeld aufweist und wobei die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht allseitig verdämmt sind.

25

Mit der erfindungsgemäßen reaktiven Schutzanordnung lassen sich insbesondere die folgenden Vorteile erzielen:

- ein geringes Flächengewicht;
- eine sehr hohe Effektivität;
- 30 - eine optimale Anpassungsfähigkeit an die Oberfläche der zu schützenden Objekte;
- eine kleinstmögliche detonierende Fläche;
- die sichere und sehr rasche Zündung des beaufschlagten Feldes;
- die Vermeidung einer unabsichtlichen Zündung von Nachbarfeldern;

- 5 -

- die Vermeidung einer Splitterbelastung der Fahrzeugumgebung;
- keine Einschränkung der Beweglichkeit des Fahrzeugs;
- eine möglichst modulare Bauweise, damit gegebenenfalls Teile des Schutzsystems während der Mission an- oder abgebaut werden können;
- 5 - keine Gefährdung durch den Sprengstoff am Fahrzeug;
- eine Vermeidung der Entstehung ballistisch wirksamer Splitter bzw. Belastung des Umfeldes durch die Wirkungsentfaltung der reaktiven Mittelschicht.

10 Im Gegensatz zu den herkömmlichen Schutzvorrichtungen wird mit der vorliegenden Erfindung ein Schutzaufbau / Schutzkonzept geschaffen, das den bekannten Anordnungen in Teilbereichen mindestens gleichwertig, in der Gesamtheit jedoch deutlich überlegen ist. Die Erfindung betrifft eine partiell mit Sprengstoff belegte reaktive Schutzanordnung, bei der die auftreffende Bedrohung in aller Regel nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gesamtfläche auslöst und
15 dadurch insbesondere keine oder nur geringe Lateralschäden verursacht. Eine derartige reaktive Schutzvorrichtung verbindet eine sehr hohe Effektivität mit einer minimalen detonierenden Sprengstofffläche.

20 Die reaktive Schutzanordnung ist an einer der Bedrohung zugewandten Seite des zu schützenden Objekts fest oder lösbar angebracht bzw. anbringbar und weist wenigstens eine gegenüber der Bedrohung geneigte reaktive Schutzschicht mit besonderen Gestaltungsmerkmalen auf. Diese reaktive Schutzschicht wiederum wird in Richtung der Bedrohung von einer vorderen Abdeckung (in der Regel ein ebenes Element) begrenzt und auf der Rückseite durch eine hintere Abdeckung /
25 Schutzplatte / Beulplatte. Die reaktive Schutzschicht weist sprengstoffbelegte Teilfelder / Teilflächen auf, die sich jeweils über einen Teil der Schutzschicht erstrecken.

30 Gemäß der Erfindung ist für die reaktive Belegung / Teilbelegung der Schutzfläche (Belegung der Sprengstofffläche oder des Sprengstofffeldes) eine allseitige Verdämmung vorgesehen, wobei der Art dieser Verdämmung spezifische (besondere, kennzeichnende) Eigenschaften zugewiesen werden. Hierdurch wird im Gegensatz zu einer herkömmlichen, sich über die gesamte zu schützende Fläche erstreckende Sprengstoffbelegung eine Schutzanordnung geschaffen, die

- 6 -

mittels Gestaltung und technischem Aufbau besondere Schutzeigenschaften aufweist.

Die vorliegende Erfindung stützt sich auf die Art und Weise der Verdämmung der
5 einzelnen sprengstoffbelegten Wirkfelder. Zum besseren Verständnis der in diesem Zusammenhang angestellten Überlegungen wird im Folgenden der Begriff „Verdämmung“ erläutert.

Bei der Reaktion eines Sprengstoffkörpers unterscheidet man entsprechend der
10 auftretenden Reaktionskinetik grundsätzlich zwischen Verbrennung, Deflagration, Bereichsdetonation (auslaufende Detonation nach einer bestimmten Laufstrecke) und Detonation (durch den gesamten Körper durchlaufende Detonation). Für die sich einstellende Reaktion ist der Ablauf der Dissoziation des Sprengstoffes, d.h. seine chemische Umsetzung in die Reaktionskomponenten wichtig. Diese
15 Umsetzung wird ganz entscheidend von äußeren Einflüssen / Parametern in Form der „Verdämmung“ (des Einschlusses, der räumlichen Eingrenzung / Begrenzung) des Sprengstoffkörpers beeinflusst oder bestimmt. Unter „Verdämmung“ ist dabei die Art und Weise des Einschlusses eines Sprengstoffvolumens im Verlaufe seiner Umsetzung zu verstehen. Hierbei ist noch zu unterscheiden zwischen einer
20 statischen Verdämmung (keine Änderungen der reaktionsbeeinflussenden Begrenzung) und einer dynamischen Verdämmung, bei der sich die äußeren Einflussparameter während der Reaktion des Sprengstoffes verändern.

Die Wirkung des reagierenden Sprengstoffes auf seine Umgebung (sein Gehäuse,
25 seine Begrenzungen, seine Abdeckungen) ergibt sich aus den entstehenden Reaktionsgasen und der Stoßbelastung auf die den Sprengstoff umgebenden Körper / Materialien bzw. Oberflächen. Bei der Stoßbelastung wiederum ist die Art und Weise des Überganges der Stoßenergie an der Grenzfläche zwischen Sprengstoff und Begrenzungswand entscheidend. Eine weitere Einflussgröße ist
30 der Transport / die Fortsetzung / die Fortpflanzung des Stoßes bzw. der Stoßenergie sowohl in dem noch nicht an der Reaktion beteiligten (von der Reaktionsfront erreichten) Sprengstoffvolumen als auch im umgebenden Medium.

Die allseitige Verdämmung der reaktiven Teilflächen der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht der wenigstens einen Schutzfläche wird erzielt durch die vorderer Abdeckung, die hintere Abdeckung sowie durch eine laterale Verdämmung der Teilflächen.

5

Aus obigen Begriffen und ihren Definitionen ergibt sich der besondere Vorteil von Anordnungen entsprechend der Erfindung gegenüber bisher bekannten reaktiven Schutzaufbauten. So bewirkt zum Beispiel die allseitige Verdämmung der Sprengstofffläche oder des Sprengstofffeldes unmittelbar nach dem Auftreffen des
10 Hohlladungsstrahls dessen vollständige und optimale Umsetzung. Auf diese Weise können die zu beschleunigenden Schutzelemente in ausreichend kurzer Zeit auf derart hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden, dass sie in der Lage sind, den HL-Strahl seitlich zu erreichen, abzulenken und damit in seiner Wirkung entscheidend zu reduzieren. Der allseitig verdämmte Sprengstoff kann seine
15 gesamte pyrotechnische Energie in dem jeweiligen Sprengstofffeld umsetzen und damit eine im Verhältnis zur eingebrachten Energie größtmögliche Störung der Bedrohung bewirken. Die gesamte Masse des Sprengstoffes der reaktiven Schutzanordnung kann durch den Einsatz derartiger Schutzelemente (pyrotechnischer Teilflächen) im Vergleich zur vollflächigen Sprengstoffbelegung
20 bezüglich Flächenverteilung und notwendiger Belegungsdicke erheblich reduziert werden. Außerdem kann über die freie Wahl der eingesetzten Werkstoffe auf die Stoßwellenausbreitung und damit auf die Dynamik des Vorganges Einfluss genommen werden. Durch die Teilflächenbelegung können auch Materialien eingesetzt werden, die bei herkömmlichen reaktiven Panzerungen auf Grund ihrer
25 mechanischen oder dynamischen Eigenschaften nicht eingesetzt werden können.

In der oben genannten EP 1 846 723 B1 werden grundsätzliche Überlegungen zu den erreichbaren Geschwindigkeiten freier und belegter Sprengstoffoberflächen über die Gurney-Gleichung für ebene pyrotechnische Flächen angestellt. Danach
30 ergeben sich bei größerer Explosivstoffdicke und relativ dünner zu beschleunigender Schicht theoretisch Geschwindigkeiten bis über 4 km/s. Die freie Oberfläche bzw. eine geringe Belegung der Sprengstoffoberfläche entscheidet über eine Näherung an die theoretisch erreichbaren Geschwindigkeiten. Bei sehr dünnen Belegungen werden auch bei geringen Sprengstoffdicken (zum Beispiel 2

- 8 -

mm) noch Oberflächengeschwindigkeiten in der Größenordnung von 2 km/s erreicht. Derartige Geschwindigkeiten sind im Vergleich zu herkömmlichen Sandwich-Aufbauten sehr hoch.

- 5 Bei den sich nach Gurney ergebenden Werten kommt es insbesondere auf die Flächen an, da sie für die effektive Verdämmung entscheidend sind. Aufbauten entsprechend der vorliegenden Erfindung erreichen durch die optimale Verdämmung des Sprengstoffs und die Materialwahl auch bei verhältnismäßig sehr kleinen Flächen entsprechend hohe Geschwindigkeiten der Belegungen.

10

Neben der minimalen umgesetzten Sprengstoffmasse besteht ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Schutzanordnung in ihrer Multihitfähigkeit, d.h. der Wirksamkeit gegen mehrfache Bedrohungen. Das ausgelöste Schutzelement reduziert zwar entsprechend seiner Größe die verbleibende reaktive Schutzfläche, 15 durch die im Verhältnis einer vollflächigen Sprengstoffschicht sehr kleine Fläche dieses Elements bleibt jedoch der überwiegende Teil der zu schützenden Fläche reaktiv belegt und damit voll funktionsfähig.

- 20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann das Sprengstofffeld mit einem insensitiven Sprengstoff gefüllt werden, der auf Grund der optimalen Verdämmung dennoch in ausreichend kurzer Zeit durchdetoniert und damit ebenfalls eine hohe Schutzeffizienz erreicht. Im Fall von benachbart angeordneten Sprengstofffeldern kann bei der Verwendung derartiger Sprengstoffe die Verdämmung zwischen den Feldern zur Vermeidung einer Zündung des 25 benachbarten Feldes entsprechend dünn ausgelegt werden. Außerdem vereinfacht die Verwendung insensitiver Sprengstoffe die Fertigung und Handhabung der Schutzschichten und damit der gesamten Schutzanordnung.

- 30 Durch die Minimierung der detonierenden Sprengstoffmassen in den Einzelfeldern ist es möglich, auch bei verhältnismäßig dünnen (nur einige Millimeter dicken) seitlichen Begrenzungen (Verdämmungen) selbst bei lebhafteren Sprengstoffen ein Übergreifen der Detonation auf die Nachbarfelder zu vermeiden. Gleichzeitig gewährleisten derart dünne Zwischenstege, dass die Schutzleistung auch bei Randtreffern bzw. Stegtreffern gleichbleibend hoch ist. Dies gilt auch für den Fall,

dass die Treffer im Bereich des Zusammentreffens von drei oder vier Teilfeldern liegen. Durch eine entsprechende geometrische Gestaltung der Einzelfelder (vgl. zum Beispiel Fig. 14) können auch längere, linienhafte eventuelle Schwachstellen verhindert werden.

5

Die Aufteilung der sprengstoffbelegten Fläche bleibt bei Beachtung der wirkungsrelevanten Auslegungsvorschriften weitgehend dem Anwender überlassen. Dies trifft insbesondere auf die optimale Verteilung der Schutzfelder als auch auf deren Unterteilung bzw. Feldgröße zu. Dabei kann die Verteilung
10 gleichmäßig oder ungleichmäßig sein. Auch sind die geometrische Gestaltung der Felder und der Aufbau der Schutzflächen weitgehend frei wählbar. Auf diese Weise können zum Beispiel streifenförmige, schachbrettartige oder sonstwie gestaltete Flächenbelegungen realisiert werden. Derartige Verteilungen sind insbesondere bei aufeinander abgestimmten mehrschichtigen Belegungen interessant.

15

Bei Einsatz von Beulplatten als beschleunigte Schutzelemente unterliegen diese keiner Einschränkung. Es können also alle bisher bekannten Beulplatten oder auch beulende Anordnungen für die Abdeckung der reaktiven Mittelschicht zum Einsatz kommen. Ebenso kann die Trägerplatte systembedingten Vorgaben oder
20 beabsichtigten weiteren Schutzeigenschaften weitgehend angepasst werden. So können diese beispielsweise aus Leichtmetall, Stahl oder einem nichtmetallischen Werkstoff bestehen.

Die laterale Verdämmung des Sprengstofffeldes / der Sprengstofffelder ist
25 entsprechend den verdämmungsspezifischen Parametern zu gestalten. Die dynamische Wirksamkeit leitet sich sowohl aus den physikalischen / mechanischen Gesetzmäßigkeiten als auch aus den spezifischen Eigenschaften der beteiligten Schichten / Grenzflächen gegenüber dem Durchgang von Stoßwellen ab. Dabei sind die Grenzflächen zwischen der dynamischen Mittelschicht sowie den inneren
30 Verdämmungen und den angrenzenden Materialien entscheidend. Die Eigenschaften der Grenzfläche in Bezug auf das Durchgangsverhalten der Stoßwellen werden durch den sogenannten Reflexionskoeffizient (RK) beschrieben. Dieser bestimmt den Reflexionsgrad der Stoßwellen in der Grenzfläche zwischen zwei kondensierten Medien durch das Verhältnis

- 10 -

$RK = (m-1)/(m+1)$ mit $m > 1$ als Quotient der Produkte Dichte (ρ) und longitudinaler Schallgeschwindigkeit / Stabwellengeschwindigkeit (c) der beteiligten Materialien.

Der Durchgang der Stoßwellen in der Grenzschicht beider Materialien erfolgt dann
5 reflexionsfrei, wenn die Produkte ($\rho \times c$) der Komponenten gleich sind. Zur
überschlägigen Abschätzung werden die Daten ausgewählter Stoffpaarungen
aufgeführt ($\rho \times c$ beider Materialien; m ; RK): St/Cu 4,1/3,3; 1,23; 0,11 (d.h. an der
Grenzfläche zwischen Stahl und Kupfer werden etwa 11% der Stoßwellenenergie
reflektiert); St/Al 4,1/1,4; 11,7; 0,49 (Reflexionsgrad etwa 49%); St/Sprengstoff
10 4,1/0,12; 33,9; 0,94 (Reflexionsgrad 94%); Al/Sprengstoff 1,4/0,12; 11,7; 0,84
(Reflexionsgrad etwa 84%); St/Kunststoff 4,1/0,63; 6,54; 0,73 (Reflexionsgrad etwa
73%); Kunststoff/Sprengstoff 0,63/0,12; 5,25; 0,68 (Reflexionsgrad etwa 68%).
Über die materialspezifischen Eigenschaften der lateralverdämmenden Stege und
der Abdeckungen der Sprengstofffelder ist der Teil der direkt übertragenen
15 Stoßwellenenergie entsprechend zu beeinflussen. Dieser Umstand ist mit
entscheidend für die Beschleunigung der Belegungsmaterialien und auch der
erreichbaren Endgeschwindigkeiten. Feldversuche mit Anordnungen entsprechend
der Erfindung haben dies bestätigt.

20 In einer bevorzugten Ausführung besteht der pyrotechnische Schutzaufbau
entsprechend der Erfindung aus einem im Auftreff- bzw. Wirkungsbereich der
Bedrohung geeigneten Träger (hintere Abdeckung) beliebiger Formgebung, auf den
die wenigstens eine pyrotechnische Schutzfläche (reaktive Mittelschicht)
aufgebracht ist. Durch die Zündung des Elements / der Elemente werden sowohl
25 Stoßwellen als auch Reaktionsgase gebildet, die die Belegungen sowohl gegen als
auch in Richtung der auftreffenden bzw. durchdringenden Bedrohung
beschleunigen. Dadurch werden bei Hohlladungen sowohl die vorderen
leistungsstarken Strahlelemente als auch ein erheblicher Teil der hinteren /
restlichen Strahllänge abgelenkt / gestört und dadurch die Durchschlagsleistung
30 der Bedrohung entscheidend vermindert. Der pyrotechnische Aufbau übt dabei nur
geringe oder keine endballistisch relevanten bzw. zerstörenden Einflüsse auf das
Umfeld aus, d.h. weder auf den Außenbereich / das Gefechtsfeld noch auf die zu
schützende Struktur.

- 11 -

Es handelt sich um eine denkbar einfache und prinzipielle Schutzanordnung, die grundsätzlich keinen Eingrenzungen oder einschränkenden technischen Vorgaben unterworfen ist. Daraus leitet sich eine Innovationshöhe ab, die von keiner bisher bekannten reaktiven Schutzanordnung erreicht wird. Außerdem ist die vorgestellte Schutzfläche geeignet, bei einer Reihe bekannter Panzerungen sowohl durch eine Vorschaltung als auch durch Integrierung eine starke Erhöhung des Schutzniveaus zu bewirken.

Grundsätzlich können pyrotechnische Schutzflächen entsprechend der Erfindung mit Schutzanordnungen gegen P-Ladungen oder KE-Bedrohungen kombiniert werden. In jedem Falle werden bei Optimierungen gegen mehrere Bedrohungsarten geringe Totmassen benötigt.

Selbstverständlich muss trotz des grundsätzlich nicht eingeschränkten Gestaltungsspielraums ein vernünftiges Verhältnis der beteiligten Parameter eingehalten werden. Bei herkömmlichen reaktiven Panzerungen ist die Wirksamkeit entscheidend von Dimensionierungsvorgaben abhängig. Bei der vorliegenden Erfindung sind dagegen systembedingt nur wenige Voraussetzungen zu beachten. Diese gelten zwar grundsätzlich für alle reaktiven Anordnungen, sind aber bei der erfindungsgemäßen Anordnung teilweise günstiger zu gestalten. Hierzu gehören etwa die Mindestsprengstoffdicke für die Sicherstellung einer raschen Initiierung und einer mit möglichst hoher Geschwindigkeit durchlaufenden Detonation. Durch die allseitige Verdämmung können die üblichen Mindestwerte deutlich unterschritten werden. Weitere Voraussetzungen ergeben sich aus den geometrischen Gegebenheiten und aus dem Verhältnis zwischen Bedrohung und Schutzflächendimensionierung. Hierbei sind die eingesetzten Materialien wie zum Beispiel die Art des Sprengstoffes oder entsprechende Beimischungen bis hin zur Anzahl und zur Anordnung der Teilflächen oder auch der Schutzflächen zu berücksichtigen.

Auf Grund der Ausgestaltung und der hohen Wirksamkeit kann bei einer pyrotechnischen Schutzfläche entsprechend der Erfindung die zu belegende Sprengstofffläche und damit die aufzuwendende Sprengstoffmasse pro Schutzelement gegenüber bisher bekannten reaktiven Panzerungen erheblich

geringer sein. Nach einer Vielzahl von Versuchen unter realistischen Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass mit Teilflächen in der Größenordnung von 30 mm x 50 mm ausreichende Schutzleistungen erreicht werden. Damit ist eine Reduzierung der detonierenden Sprengstoffmasse um den Faktor 10 bis 20 gegenüber herkömmlichen reaktiven Schutzanordnungen möglich. Als Anhaltswert für die Auslegung kann gelten, dass die Dicke der Sprengstoffbelegungen bei einem Winkel zwischen Abwehrbereich und Bedrohung von über 45° etwa 50% des mittleren Strahldurchmessers betragen kann.

- 10 Die Sprengstofffolien oder auch die Belegungen können veränderliche Dicken aufweisen. Dadurch kann zum Beispiel die Effektivität einer Teilfläche, etwa zur Kompensation unterschiedlicher Schutztiefen oder Anstellungen, beeinflusst werden. In Verbindung mit der Störung der schnellen Strahlteile im Spitzenbereich durch ausreichend hohe Geschwindigkeiten und durch geeignete Belegungen der reaktiven Komponenten können sich sehr breitbandig wirkende Anordnungen mit hohem Gesamtwirkungsgrad ergeben. Auf den Einfluss der Stoßwellenübertragung wurde bereits hingewiesen.

- Über eine dickere tragende Schicht oder eine Trennschicht zwischen den Sprengstofffolien mit zusätzlichen physikalischen Eigenschaften (zum Beispiel bezüglich des dynamischen Verhaltens oder spezifischer Eigenschaften gegenüber Stoßwellen und deren Ausbreitung) kann die Eingriffstiefe erhöht werden, d.h. mehrere Strahlpartikel und damit eine größere Strahllänge beim Zieldurchgang können gestört werden. Bekannte, mittels Sprengstoff dynamisch verdichtete Glaskörper tangieren einen derartigen Aufbau. Diese sind jedoch bei den bekannten Anordnungen nicht zuletzt auf Grund der erforderlichen Dicken und damit verbundenen Lateralabmessungen in der Massenbilanz einer Panzerung relativ schwer. Die Zwischenschichten bei Anordnungen entsprechend der Erfindung haben andere Zielsetzungen und sind auch völlig abweichend dimensioniert.

Bei reaktiven Panzerungen ist der Einfluss der Elementgröße bzw. der beschleunigten Fläche / Teilfläche auf die Verdämmung und damit auf die von den beschleunigten Komponenten erreichbaren Geschwindigkeiten von entscheidender

Bedeutung. Diese Geschwindigkeitsminderung kann in der Größenordnung von 50% liegen, sodass dieser Einfluss andere zielspezifische Parameter übersteuern kann. Bei sehr geringen Belegungsmassen oder bei freien Sprengstoffschichten wird der Einfluss der Elementgröße entsprechend geringer. Auf die
5 Geschwindigkeit der Gasschwaden bleibt er in erster Näherung ohne Einfluss. Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil bei Anordnungen entsprechend der vorliegenden Erfindung. So werden insbesondere die sehr wichtigen Auslegungspunkte Modulgröße und Wirkung in Randzonen positiv beeinflusst. Durch einen mehrschichtigen Aufbau des Trägers kann dieser auch als
10 Steuerungselement für den Energie- und Signaltransfer zwischen den einzelnen Schutzkomponenten dienen.

Die bei pyrotechnischen Schutzflächen entsprechend der Erfindung benötigten Sprengstoffschichten stellen nur geringe Ansprüche an Fertigungstoleranzen,
15 Oberflächengüte und Fertigungsverfahren. Dies vergrößert erheblich den Spielraum bei der Gestaltung von Schutzelementen.

Eine weitere Verbesserung ergibt sich durch das grundsätzlich bekannte Verfahren, die Flächen der pyrotechnischen Schichten mit Materialien
20 unterschiedlicher Dichte und unterschiedlicher Beschaffenheit bis hin zu einem gewünschten dynamischen Zerlegungsverhalten zu belegen. Vorteilhaft werden für derartige Belegungen neben den für reaktive Anordnungen üblichen Materialien wie Stahl, Titan oder Duraluminium, Werkstoffe geringerer oder höherer Dichte, sich zerlegende oder delaminierende Werkstoffe, Kunststoffe, Verbundmaterialien
25 oder Keramiken verwendet. Physikalisch interessante Stoffe sind schockharte, bei relativ geringen Verformungsgeschwindigkeiten jedoch weiche Materialien wie etwa Gummi oder polymere Werkstoffe. Als Materialien niedrigerer Dichte als Aluminium eignen sich zum Beispiel metallische oder nichtmetallische Schäume, als Materialien höherer Dichte Schwermetalle, in der Regel auf Wolfram-Basis.

30

Durch die Anwendung der in der Ballistik eingeführten Modellregeln, insbesondere des Cranz'schen Modellgesetzes können in weiten Grenzen geometrische Übertragungen vorgenommen werden. Damit kann ein in der Praxis erprobter Aufbau mittels physikalischer und geometrischer Abbildungsvorschriften in sehr

weiten Grenzen auf vergleichbare Anwendungen übertragen werden. Weitere Hilfsmittel zur Dimensionierung und Optimierung eines Schutzaufbaus bieten numerische Simulationen.

- 5 Die hohe Wirksamkeit einer Anordnung entsprechend der Erfindung ist grundsätzlich nicht an ein Gehäuse gebunden. Behälter, Gehäuse oder Abdeckungen dienen in erster Linie der Fixierung oder dem Schutz der Wirkschichten gegen Umwelteinflüsse. Auch ist eine Wirkungsverbesserung in Verbindung mit zu kombinierenden weiteren Schutzkomponenten denkbar. In der
- 10 Praxis ist es grundsätzlich vorteilhaft, die Wirkungsweise der Schutzanordnung mit konstruktiven Vorgaben des zu schützenden Objektes zu verknüpfen. Dies kann von einfachem Auflegen bis hin zu sich ergänzenden Schutzstrukturen reichen. Es ist auch möglich, derartige systemseitige Einrichtungen zur Verbesserung der Schutzleistung von Anordnungen entsprechend der Erfindung heranzuziehen,
- 15 indem diese Komponenten zum Beispiel zur Zerlegung der Strahlteile beitragen oder diese unterstützen. Dies kann sich vorteilhaft auf die benötigte Zieltiefe auswirken. Die Materialien der Vorder- und/oder Rückseite des Gehäuses, eventuell eingebrachter tragender oder fixierender Komponenten, die aus einem oder mehreren Schichten bestehen können, sind auch hinsichtlich ihrer
- 20 Wirksamkeit gegen KE-Geschosse und P-Ladungen zu optimieren.

In bevorzugter Ausführung werden die Schichten aus Sprengstoff und inerten Materialien in vorgefertigte Taschen der Schutzflächen oder des Schutzmoduls eingebracht, wodurch eine einfache und fertigungsgerechte Anpassung des

25 Reaktivschutzes an das zu schützende Objekt vorgenommen werden kann.

Die Ausgestaltung der Schutzfläche ist vollkommen frei. Sie ist bevorzugt eine im Wesentlichen ebene Fläche, kann aber auch eine gekrümmte oder sonstwie gestaltete Form annehmen. Erforderlich ist nur eine ausreichende Neigung

30 gegenüber der Bedrohungsrichtung im Wirkungsbereich. Auf Grund der hohen Effizienz der pyrotechnischen Belegung sind bei der hier vorgeschlagenen Anordnung die Mindestwinkel im Vergleich zu bekannten reaktiven Aufbauten um 10° bis 15° geringer auszulegen. Da bei Sandwiches herkömmlicher Bauweise von einem Mindestneigungswinkel von 45° ausgegangen wird, ist bei der vorliegenden

Anordnung ein mittlerer Winkel zwischen Bedrohung und Abwehr von 30° bis 45° ausreichend. Größere Winkel erhöhen aber auch hier, soweit realisierbar, die Effizienz. Der Winkel zwischen Abwehrfläche und Bedrohung kann über die Anstellung der gesamten Fläche oder über geometrische Modifikationen durch technische oder konstruktive Maßnahmen gebildet werden. So kann zum Beispiel auch bei gegenüber einer Bedrohung für eine ausreichende Wirkung zu gering geneigter Fläche die erforderliche Neigung durch Wellung, Winkelstellung oder Lamellierung erreicht werden. Die unterschiedlichen Ausführungsformen pyrotechnischer Schutzflächen können dabei eine zusammenhängende Fläche bilden oder aus einzelnen Modulen mit Zwischenräumen oder sonstigen Trennungen aufgebaut sein (zum Beispiel Flächensegmente, Jalousien, getrennte oder ineinander greifende Module).

Die technische Ausgestaltung des tragenden Elements / der tragenden Elemente bzw. der Abdeckungen der Schutzfläche ist grundsätzlich keinen Einschränkungen unterworfen (zum Beispiel metallisch, nichtmetallisch, strukturiert, ein- oder mehrschichtig). Die Abdeckungen können starr oder verformbar / beweglich sein, und ihre Dicken können von Folienstärke bis zu einer massiven Platte oder dickeren Struktur reichen.

20

Folgende Merkmale und Vorzüge, die alle oder zumindest zum Teil bei der erfindungsgemäßen Schutzanordnung erzielt werden können, sollen nochmals hervorgehoben werden:

- geringstmögliche Einsatzmenge von Sprengstoff bei reaktiven Zielen;
- 25 - Detonation einer minimalen Sprengstoffmasse;
- höchstmögliche Handhabungssicherheit eines reaktiv bestückten Schutzes;
- durch die allseitige Verdämmung der Einzelfelder ist der Einsatz träger Sprengstoffe möglich;
- Möglichkeit mehrschichtiger, kombinierter Aufbauten;
- 30 - durch die allseitige Verdämmung der Einzelfelder erfolgt eine optimale Beschleunigung der Schutzelemente;
- minimale Belastung sowohl des zu schützenden Objektes als auch des Umfeldes / Gefechtsfeldes;
- flexible Anpassung an die Oberfläche des zu schützenden Objekts;

- 16 -

- beste Voraussetzungen für eine Nachrüstung;
 - modularer Aufbau, d.h. Trennung von zu beschleunigenden Komponenten und Sprengstoffschicht möglich;
 - geringere Neigungen / Anstellungen als bei herkömmlichen reaktiven Panzerungen möglich;
 - durch Teilfelder ist eine mehrschichtige, mit unterschiedlichen reaktiven Belegungen möglich;
 - kein oder nur geringer Leistungsverlust durch Randtreffer oder Feldrandtreffer.
- 10 Folgende bevorzugte Merkmale können einzeln oder in Kombination bei einer reaktiven Schutzanordnung gemäß der Erfindung realisiert sein:
- die Mittelschicht weist zwei oder mehr allseitig verdämmte reaktive Teilflächen oder Sprengstofffelder auf;
 - die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht sind mittels Trennschichten bzw. innerer Verdämmungen lateral verdämmt;
 - die hintere Abdeckung weist wenigstens eine Beulanordnung auf;
 - die wenigstens eine reaktive Mittelschicht ist einseitig oder beidseitig mit einer Deckschicht versehen;
 - die Schutzfläche weist zwei oder mehr reaktive Mittelschichten auf;
 - die reaktiven Teilflächen sind unterschiedlich oder gleich groß;
 - die reaktiven Teilflächen haben eine beliebige Geometrie;
 - die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht weisen wenigstens zwei Lagen mit lateral allseitig verdämmten Sprengstofffeldern auf;
 - zwischen den Sprengstofffeldern von zwei solchen Lagen der reaktiven Teilflächen ist eine Zwischenschicht angeordnet;
 - die reaktiven Teilflächen einer Mittelschicht sind gleich oder unterschiedlich zueinander aufgebaut;
 - eine Flächenbelegung der wenigstens einen Schutzfläche mit verdämmten reaktiven Teilflächen beträgt etwa 50% bis etwa 100%, vorzugsweise mehr als etwa 65%;
 - der Neigungswinkel zwischen der wenigstens einen Schutzfläche und der Bedrohungsrichtung liegt im Bereich von etwa 30° bis etwa 70°, bevorzugter im Bereich von etwa 40° bis etwa 60°;

- 17 -

- eine Schutzdicke eines Sprengstofffeldes in Bedrohungsrichtung liegt im Bereich von etwa 10 mm bis etwa 14 mm;
- zwischen der reaktiven Mittelschicht und der hinteren Abdeckung ist eine Zwischenschicht angeordnet;
- 5 - die laterale Verdämmung der reaktiven Teilflächen weist einen beliebigen Querschnitt auf;
- die laterale Verdämmung der reaktiven Teilflächen besteht im Wesentlichen aus einem metallischen oder einem nicht-metallischen Material;
- die laterale Verdämmung der reaktiven Teilflächen ist im Wesentlichen
10 homogen oder besteht aus einem Laminat bzw. mehrschichtigen Aufbau;
- die verdämmenden Trennschichten der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht weisen geometrisch geformte oder geneigte Trennelemente auf;
- zwischen einer reaktiven Teilfläche und einer diese lateral verdämmenden Trennschicht ist zumindest teilweise eine Grenzschicht zur Beeinflussung der
15 Grenzschichtreflektionen angeordnet;
- die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen Schutzfläche sind im Wesentlichen schachbrettartig oder streifenförmig angeordnet;
- die Schutzanordnung weist wenigstens zwei in Bedrohungsrichtung hintereinander angeordnete Schutzflächen mit streifenförmig angeordneten
20 reaktiven Teilflächen auf, wobei die Streifen der reaktiven Teilflächen einer hinteren Schutzfläche gegenüber den Streifen der reaktiven Teilflächen einer vorderen Schutzfläche (im Fall von zwei Schutzflächen bevorzugt um einen Streifenabstand) versetzt angeordnet sind;
- die Schutzanordnung weist wenigstens zwei in Bedrohungsrichtung
25 hintereinander angeordnete Schutzflächen mit schachbrettartig angeordneten reaktiven Teilflächen auf, wobei die reaktiven Teilflächen einer hinteren Schutzfläche im Wesentlichen gegenüber den reaktiven Teilflächen einer vorderen Schutzfläche versetzt angeordnet sind (im Fall von zwei Schutzflächen liegen vorzugsweise die reaktiven Teilflächen der vorderen
30 Schutzfläche im Wesentlichen über den inerten Teilflächen der hinteren Schutzfläche);
- die vordere und die hintere Abdeckung der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen besteht im Wesentlichen aus einem metallischen oder einem nicht-metallischen Material;

- 18 -

- die vordere und die hintere Abdeckung der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen sind im Wesentlichen homogen oder bestehen aus einem Laminat bzw. Schichtaufbau;
- die Größe der vorderen und die hinteren Abdeckungen der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen entspricht im Wesentlichen der Größe der Sprengstofffelder;
- die vordere und die hintere Abdeckung der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen sind einschichtig oder mehrschichtig (mit oder ohne Zwischenschicht(en));
- die vordere und die hintere Abdeckung der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen überragen die Sprengstofffelder der reaktiven Mittelschicht;
- die vordere und die hintere Abdeckung der reaktiven Mittelschicht bzw. deren reaktiven Teilflächen sind kombiniert einsetzbar;
- mehrere Schutzflächen sind jalousieartig angeordnet;
- mehrere Schutzflächen sind in einem Winkel zueinander angeordnet;
- zwischen der wenigstens einen Schutzfläche und dem zu schützenden Objekt ist eine Zusatzschicht zum Stören einer die wenigstens eine Schutzfläche durchdringenden (Rest-)Bedrohung mit oder ohne Abstand zu dem zu schützenden Objekt und/oder zu der wenigstens einen Schutzfläche angeordnet;
- die wenigstens eine Schutzfläche ist beweglich angeordnet;
- die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen Mittelschicht sind austauschbar;
- die reaktiven Teilflächen der wenigstens einen Mittelschicht sind drehbar bzw. in ihrer Neigung verstellbar;
- die reaktiven Teilflächen und/oder die Sprengstofffelder sind pyrotechnisch miteinander verknüpft;
- die wenigstens eine Schutzfläche weist eine Umhüllung oder ein Gehäuse auf;
- die Sprengstofffelder sind mit einer pyrotechnischen oder mechanischen Zündhilfe versehen;
- die vordere und/oder die hintere Abdeckung sind an ihren der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht zugewandten Seiten zumindest teilweise thermisch und/oder mechanisch behandelt;

- 19 -

- die vordere Abdeckung besteht im Wesentlichen aus einem Material, das auf Grund seiner Dicke und/oder seiner mechanischen Eigenschaften bei der Detonation des Sprengstoffs im Wesentlichen entsprechend der Größe der reaktiven Teilfläche ausgestanzt wird;
- 5 - die wenigstens eine Schutzfläche bildet eine modulare Einheit;
- die wenigstens eine Schutzfläche weist auf ihrer Vorderseite und/oder ihrer Rückseite eine Abdeckschicht auf;
- die vordere und/oder die hintere Abdeckung sind mit der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht mittels einer Schraubverbindung, einer Klebeverbindung
10 und/oder einer Vulkanisation verbunden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Obige sowie weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele sowie eingehender Beschreibungen der Wirkungsweise
15 einzelner Komponenten und Erläuterungen der Vorgänge bei auftreffenden und durchdringenden Bedrohungen anhand der beiliegenden Zeichnungen (überwiegend als schematische Schnittansichten) besser verständlich. Darin zeigen:

20

Fig. 1 schematische Schnittansicht des Grundaufbaus einer Schutzanordnung entsprechend der Erfindung mit dem zu schützenden Objekt 1 und einer Schutzfläche 4 sowie den reaktiven Teilflächen 4A der reaktiven Mittelschicht 11;

25

Fig. 2 Ansichten des grundsätzlichen Aufbaus der reaktiven Mittelschicht 11 mit den vorderen und hinteren Deckschichten 11A und 11B als Komponenten der Schutzfläche 4;

30

Fig. 3 Ansichten des Aufbaus mit einer vorderen und einer hinteren beschleunigten, flächenhaften Abdeckung 5 bzw. 9;

- 20 -

Fig. 4A bis 4C drei Beispiele für eine Schutzanordnung mit reaktiven Flächenelementen / Schutzflächen 4 bzw. Teilbelegungen 4A und unterschiedlichen hinteren / rückseitigen Belegungen / Abdeckungen;

5 Fig. 4A rückseitige Abdeckung der reaktiven Mittelschicht 11 mittels einer zu beschleunigenden homogenen Platte 9, wobei sich zwischen der Platte 9 und der Sprengstofffläche 11 eine Abdeckschicht 11B befindet;

10 Fig. 4B rückseitige Abdeckung der sprengstoffbelegten Fläche 11 mittels einer Beulplattenanordnung / Beulstruktur 10, bestehend aus der vorderen Platte 9, der hinteren Platte 9A und einer Zwischenschicht 9B;

15 Fig. 4C rückseitige Abdeckung der sprengstoffbelegten Fläche 11 mittels einer reaktiv beschleunigten Platte 9 und einer zu dieser mittels einer Zwischenschicht 35 beabstandeten Beulanordnung 10;

Fig. 5 bis 8 drei schematische Ansichten der Interaktion einer Schutzfläche 4 und der Teilflächen 4A mit der auftreffenden bzw. eindringenden Bedrohung;

20 Fig. 5 Schutzfläche 4 (hier in Anlehnung an das Beispiel von Fig. 4) mit den reaktiven Teilflächen 4A mit durchgehender / vollflächiger beidseitiger Belegung durch zu beschleunigende Flächen 5 und 9 bzw. 10;

25 Fig. 6 Schutzfläche 4 mit segmentierter Belegung (Teilflächenbelegung) mittels der Flächenelemente 4A und einer segmentierten Belegung der vorderen beschleunigten Flächen durch die Teilflächen 5A sowie einer durchgehenden / vollflächigen rückseitigen Belegung 9, 10;

30 Fig. 7 Schutzfläche 4 mit durchgängiger, mittels der Detonation des Sprengstoffes zu durchstanzenden vorderen, ganzflächigen Belegung 5 und einer segmentierten Belegung der beschleunigten rückwärtigen Teilflächen 9C sowie einer den Sprengstoff abdeckenden Teilflächenschicht 11C;

- Fig. 8 Schnittansicht einer Schutzfläche 4 mit einer reaktiven Schicht 11 und geometrisch gestalteten, verdämmenden lateralen Trennelementen, wobei hier die Anordnung entsprechend Fig. 3 und 4 mit keilförmigen Stegen 8A, einer durchgehenden vorderen Belegung 5 und einer Beulanordnung 10 als hintere Belegung versehen ist;
- Fig. 9 Schnittansicht einer Schutzfläche 4 mit einer reaktiven Schicht 11 und geometrisch gestalteten, verdämmenden Trennelementen, wobei hier die Anordnung entsprechend Fig. 3 und 4A mit angestellten / schräg stehenden (horizontalen oder vertikalen) verdämmenden Stegen 8B versehen ist;
- Fig. 10 Schnittansicht von zwei Schutzflächen 4 bzw. 4A mit der reaktiven Schicht 11 und Übergangsschichten zwischen den verdämmenden Komponenten und dem Sprengstoff 7, wobei oben eine vordere, flächenhafte Übergangsschicht 13 zwischen 5 und 7 und unten eine innere, laterale Übergangsschicht 13A zwischen 8 und 7 gezeigt sind;
- Fig. 11 Schnittansicht von zwei Schutzflächen 4 bzw. 4A mit der reaktiven Schicht 11 und beschleunigten, teilflächigen oder vollflächigen vorderen Elementen sowie einer rückseitigen zu beschleunigenden Belegungen 9 mit einer Übergangsschicht (11B oder 17A) zwischen 7 und 9, wobei oben eine Doppelbelegung 17 und 17A beschleunigter Elemente und unten eine Zwischenschicht 16 zwischen den beiden Sprengstoffflächen 7A und 7A gezeigt sind;
- Fig. 12 zwei Beispiele für vordere Teilflächenbelegungen 4A und deren Befestigung / Anordnung über doppelbelegten Sprengstofffeldern 7, 7A, wobei oben eine Teilflächenbelegung 5A mit Klemmstreifen / Befestigungsstreifen / Befestigungselementen 15 und unten eine Anordnung wie oben, jedoch mit (zum Beispiel geklebten oder vulkanisierten) Teilelementen 5A und äußerer Deckschicht / Schutzschicht 14 veranschaulicht sind;

- Fig. 13 eine Schnittansicht von zwei weiteren Schutzanordnungen mit mehrschichtigen, reaktiv beschleunigten Teilflächenelementen und lateralen Verdämmungen 8, wobei oben eine Teilflächenbelegung der reaktiven Schicht 11 mittels Teilflächen 5A und einer mittels 8 beabstandeten (und ggf. auch fixierten) flächenhaften vorderen Abdeckung 5 und unten eine Anordnung entsprechend Fig. 12, jedoch mit kürzeren inneren Verdämmungen 8 zum Ermöglichen einer Anpressung von 5 bzw. 5A auf 7 gezeigt sind;
- 10 Fig. 14 einen Aufbau einer Schutzfläche 4 gemäß der Erfindung aus sprengstoffbelegten Feldern 4A mit gleichem oder unterschiedlichem Aufbau und einer äußeren Verdämmung / einem äußerer Befestigungsrahmen 6;
- 15 Fig. 15 ein weiteres Beispiel für den Aufbau einer Schutzfläche 4 aus sprengstoffbelegten Feldern 4A unterschiedlicher Größe oder auch unterschiedlichem Aufbau (zum Beispiel einzeln oder in Gruppen zusammengefasst);
- 20 Fig. 16 Aufbau und Anordnung einer reaktiven Schutzfläche / Schutzebene gemäß der Erfindung mit aus reaktiven Elementen 4 gebildeten Flächen, wobei hier ein einschichtiger Aufbau der reaktiven Schutzfläche 20 aus abgewinkelten Teilelementen 4 gezeigt ist;
- 25 Fig. 17 parallele reaktive Schutzflächen 21 (z. B. entsprechend Fig. 16);
- Fig. 18 eine doppelschichtige, spiegelbildlich angeordnete reaktive Schutzfläche 22 (zum Beispiel entsprechend Fig. 16);
- 30 Fig. 19 Schutzfläche / Schutzebene / Schutzzone mit jalousieartigem Aufbau;
- Fig. 20 Schutzaufbau mit jalousieartiger vorgelagerter reaktiver Schutzfläche 24, gebildet aus den reaktiven Schutzflächen 4 in Kombination mit den ebenfalls reaktiven Flächen 25 und/oder 26 (oben: Teilflächen 4, 25 und

26 mit größerem Abstand zueinander; unten: die Teilflächen 4, 25 und 26 bilden zusammen eine kombinierte Schutzschicht);

Fig. 21 Schutzanordnung mit zwei Schutzflächen 4 mit sprengstoffbelegten
5 Feldern 4A und inerten / sprengstofffreien Feldern 4B in schachbrettartiger, sich ergänzender / überlappender Belegung 27;

Fig. 22 Ansicht einer Schutzanordnung mit zwei Schutzflächen 4 mit
10 sprengstoffbelegten Feldern Streifen 4A und inerten / sprengstofffreien Feldern 4B in streifenförmiger, sich ergänzender Belegung 28;

Fig. 23 zwei Beispiele für den Aufbau einer reaktiven Schutzfläche 4 mit
15 reaktiven Flächenelementen 4A (oben: doppelschichtige, überlappende vordere Verdämmung mittels beschleunigter Teilflächen 29 und vollflächiger Belegung 5; unten: doppelschichtige, überlappende vordere Verdämmung mittels beschleunigter Teilflächen 30 und einer vorderen Deckschicht / Vulkanisationsschicht 31);

Fig. 24 Aufbau aus zwei um 90 Grad versetzten reaktiven Flächen A und B mit
20 streifenartiger, einschichtiger Belegung;

Fig. 25 zwei Beispiele des Aufbaus eines reaktiven Schutzes 4 entsprechend
25 der Erfindung mit einer doppelreaktiven Schutzschicht 11E mit innerer Trennschicht 32 und doppelschichtiger / mehrschichtiger vorderer und hinterer Verdämmung mittels zu beschleunigender teilflächiger Elemente 5A und 30;

Fig. 26 drei Beispiele für Zündhilfen (oben: zündunterstützende pyrotechnische
30 Schicht 33 zwischen 5 und 7; Mitte: zündunterstützende mechanische Anordnung 34 zwischen 5 und 7; unten: zündunterstützendes Element (zum Beispiel Zündpille) 35, eingebettet in 7 (kann auch in 5 integriert sein oder in einer besonderen Zwischenschicht)), wobei bei diesen Beispielen eine stoßübertragende oder auch die Detonationswirkung

- 24 -

vermindernde (streuende) Schicht 36 zwischen Sprengstoff und Beulanordnung 10 vorgesehen ist; und

Fig. 27 drei Beispiele für Schutzflächen mit unterschiedlich positionierten, zusätzlichen Schutzschichten, Wandungen oder Behältern (oben: vorgelagerte, gegenüber der reaktiven Schutzzone beabstandete Schicht 38; Mitte: Aufbau wie oben, jedoch mit einer zusätzlichen Schicht zwischen der reaktiven Schutzzone und dem Ziel 1; unten: doppelschichtige Anordnung zwischen der reaktiven Schicht und dem Ziel 1).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht des Grundaufbaus einer Schutzanordnung entsprechend der Erfindung mit dem zu schützenden Objekt 1 und einer dieser vorgelagerten / vorgeschalteten reaktiven Schutzfläche 4 mit den reaktiven Teilelementen / Teilflächen 4A, die die Sprengstofffelder 7 der Teilfelder 4A enthalten. Die Schicht 4 bzw. die Felder 4A ist / sind durch den Rahmen 6 außen verdämmt. Für die äußere Verdämmung durch 6 gelten die gleichen physikalischen Regeln und konstruktiven/systembedingten Überlegungen wie für die inneren Verdämmungen 8, die im Folgenden erläutert werden. Gleichzeitig bietet sich der Rahmen 6 für die Befestigung der Schutzfläche 4 an der Oberfläche von 1 an. Ein derartiger Rahmen kann auch ein eigenständiges Element darstellen, in das bei der Montage oder bei einer modularen Bauweise eine oder mehrere sprengstoffbelegte Schichten eingebracht / eingeschoben werden können. Damit ist die Möglichkeit gegeben, nur im Bedarfsfall die Schutzanordnung mit Sprengstoff zu bestücken.

Die reaktive Schutzfläche 4 ist gegenüber der Bedrohung, symbolisiert durch den Pfeil 3, um den Winkel 2 geneigt. Über den Neigungswinkel 2 wurden bereits nähere Angaben gemacht. Die reaktive Mittelschicht 11 der Schutzfläche 4 (vgl. Fig. 2) ist entweder teilweise oder ganzflächig sowohl mit vorderen (der Bedrohung zugewandten) als auch mit hinteren Belegungen 5 bzw. 9 versehen. Die auftreffende Bedrohung 3 zündet das entsprechende / beaufschlagte Sprengstofffeld 7 und beschleunigt die Komponenten 5 und 9. Es ist ein

- 25 -

besonderes Merkmal der vorliegenden Erfindung, dass diese trotz der geringen detonierenden Sprengstoffmengen neben einer einflächigen / einschichtigen hinteren Abdeckung sowohl mehrflächige / mehrschichtige Abdeckungen als auch Schutzkombinationen mit besonderen ballistischen Eigenschaften wie etwa

5 Beulplatten oder Beulanordnungen 10 (vgl. Fig. 4) vorsieht, die dynamisch im Vergleich zu herkömmlichen reaktiven Schutzaufbauten voll wirksam sind.

In Fig. 2 ist der grundsätzliche Aufbau einer reaktiven Schicht 11 mit den vorderen und hinteren Abdeckschichten 11A und 11B als Teil der Schutzschicht 4 mit

10 reaktiven, verdämmten Flächenelementen 4A entsprechend der Erfindung dargestellt. Die mit 11 bezeichnete Schicht umfasst sowohl den Sprengstoff / die Sprengstofffelder 7 mit den Innenverdämmungen 8 (Verdämmung zwischen den Sprengstofffeldern) als auch eventuell vorgesehene vordere und/oder hintere Abdeckungen / Schutzschichten (11A und 11B). Diese dienen zum Beispiel dem

15 Schutz der Schicht 11 oder der Felder 4A bei einer modularen Bauweise, bei der solche Schichten mit den Teilfeldern 4A getrennt handhabbare Komponenten darstellen. Mit eingezeichnet ist die obere äußere Abdeckung / der äußere Rahmen 6, der in diesem Beispiel in die Schicht 11 integriert ist.

20 Die Schichten 11A und 11B sollen keine eigenständigen Belegungen im Sinne der Komponenten 5 oder 9 darstellen, sondern nur als äußere Begrenzungsschichten des Sprengstoffs verstanden werden. Daher werden sie in die Zeichnungen aufgenommen. In besonderen Fällen können den Schichten 11A und 11B besondere Eigenschaften zugewiesen werden, wie zum Beispiel in Fig. 4A

25 dargestellt. Bei modularer Bauweise können sie der mechanischen Stabilität der Schicht 11 dienen. Im Grenzfall können sie auch als minimale Verdämmung der Sprengstofffelder 7 betrachtet werden. Ebenso kann die Grenzschicht 11A und/oder 11B über ihre physikalischen Eigenschaften die Verdämmung des Sprengstofffeldes 7 beeinflussen.

30

Fig. 3 zeigt einen Aufbau entsprechend der Erfindung mit der pyrotechnischen Schicht 11 sowie einer vorderen und einer hinteren beschleunigten, flächenhaften Abdeckung 5 bzw. 9. Der rechte Figurenteil zeigt die Aufsicht A-A. In dieser Ansicht sind die weiteren Verdämmungen 8A dargestellt, die in ihrer Funktionsweise den

- 26 -

Verdämmungen 8 entsprechen, jedoch andere Dimensionierungen oder auch unterschiedliche Eigenschaften (Materialien, Strukturen) aufweisen können. Damit soll veranschaulicht werden, dass das innere verdämmende Gitter oder die inneren verdämmenden Streifen oder sonstige geometrischen Anordnungen grundsätzlich
5 frei und voneinander weitgehend unabhängig gestaltet werden können. Sie müssen lediglich der Forderung nach einer möglichst kleinen Einzelfeldgröße bei optimaler Funktionsfähigkeit genügen.

10 Zur Verringerung einer Energieübertragung durch Stoßwellen in die Nachbarfelder kann es zweckmäßig sein, in die Stege 8 Luftzwischenräume einzubringen.

Fig. 4A bis 4C zeigen drei Beispiele für eine Schutzschicht mit reaktiven Flächenelementen / Schutzschichten 4 bzw. 4A und unterschiedlichen, reaktiv beschleunigten hinteren (rückseitigen, rückwärtigen) Belegungen / Abdeckungen.
15 So besteht im Beispiel von Fig. 4A die rückseitige Abdeckung der reaktiven Schicht 11 aus einer zu beschleunigenden Platte 9. Zwischen 9 und der Sprengstoffebene von 11 befindet sich eine Abdeckschicht 11B. 11B kann derart ausgeführt sein, dass diese Komponente zusammen mit 9 eine Beulanordnung ergibt.

20 Bei der Darstellung in Fig. 4B besteht die rückseitige Abdeckung der sprengstoffbelegten Fläche 7 aus einer bereits bekannten und seit vielen Jahren angewandten Beulplattenanordnung / Beulstruktur 10, bestehend aus der vorderen Platte 9, der hinteren Platte 9A und einer zwischen diesen Platten befindlichen Schicht (Einlage) 9B. Üblicherweise wird die Einlage 9B etwa gleich stark wie die
25 Abdeckbleche ausgeführt. Im vorliegenden Beispiel ist die Schicht 9B jedoch im Verhältnis zu den vorderen und hinteren Komponenten dick gestaltet, um bei der Beschleunigung der Beulanordnung durch den detonierenden Sprengstoff 7 eine größere, dynamisch erzeugte Distanz zwischen den beschleunigten Schichten 9 und 9A zu erhalten. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass die hinteren Teile
30 des durchdringenden Hohlladungsstrahls über einen längeren Zeitraum gestört werden. Im Falle eines durchdringenden Wuchtgeschosses kann die Platte 9B über die Dicke und den Werkstoff angepasst sein, um auch derartige Bedrohungen wirksam abzulenken. Als Anhaltswert für die Dicke der Platte 9B kann

- 27 -

erfahrungsgemäß etwa die 0,5 bis 0,7-fache Stärke des Durchmessers der Bedrohung als Richtwert dienen.

Für die folgenden Beispiele werden die Anordnungen, die grundsätzlich zu den Beulplatten oder Beulanordnungen zu zählen sind, also die Komponenten 9, 9A und 9B in einer beulfähigen Anordnung enthalten, in Pos 10 zusammengefasst.

Fig. 4C zeigt eine Erweiterung der in Fig. 4B dargestellten Anordnung. Die rückseitige Abdeckung der sprengstoffbelegten Fläche 11 mit den Einzelfeldern 7 erfolgt hier durch eine reaktiv beschleunigte Platte 9 und einer zu dieser durch eine Zwischenschicht 35 beabstandeten Beulanordnung 10. Der Schicht 35 können unterschiedliche Eigenschaften zugewiesen werden. So kann diese etwa die Wirkungsweise haben, die in Fig. 4B für die Komponente 9B beschrieben ist. Sie kann aber auch aus einem besonderen Material bestehen oder einem polymeren Werkstoff, der sich zur Abwehr von HL-Bedrohungen bereits vielfach bewährte. Weiterhin kann 35 aus einer Struktur wie zum Beispiel einer jalousieartigen oder gewebeartigen Struktur bestehen, um etwa besondere Dämpfungseigenschaften aufzuweisen oder um die nachfolgende Beulanordnung 10 in optimaler Weise derart zu beschleunigen, dass sich ihre Wirksamkeit auf den HL-Strahl ebenfalls über einen besonders langen Zeitraum erstreckt. Bei einer Bedrohung durch Wuchtgeschosse kann eine derart beschleunigte Anordnung 10 eine einer homogenen Platte vergleichbare Wirkung erzielen, indem die Bedrohung die Kombination 10 nicht zu durchdringen vermag und durch die zeitliche Streckung dort abgelenkt und damit die endballistische Leistung entscheidend vermindert wird.

In Fig. 5 bis 7 ist ebenfalls die Wirksamkeit von Anordnungen entsprechend der Erfindung dargestellt. Sie veranschaulichen den großen Anwendungsbereich von reaktiven Strukturen nach der oben beschriebenen Bauweise bei unterschiedlichen reaktiven Schutzanordnungen. Gleichzeitig werden die gravierenden Unterschiede zu bekannten reaktiven Anordnungen sichtbar. Die dargestellten Beispiele können dadurch beliebig erweitert werden, indem der Fachmann zum Beispiel die Aufbauten der unterschiedlichen, in den verschiedenen Figuren gezeigten

Anordnungen in sinnvoller Weise derart einsetzt bzw. kombiniert, sodass optimale Wirkungen erzielt werden können.

Die in Fig. 5 bis 7 beschriebenen Anordnungen können zum Beispiel auch dadurch
5 modifiziert werden, dass auf beiden Seiten der Schicht 11 Belegungen aufgebracht werden, die durch den detonierenden Sprengstoff als Felder ausgestanzt werden. Auch sind die das Sprengstofffeld einseitig, beidseitig oder allseitig überragenden Belegungen oder mehrschichtige, teilflächige oder vollflächige Belegungen sowohl im vorderen als auch im hinteren Bereich gleichermaßen einsetzbar.

10

Fig. 5 zeigt die Interaktion einer Schutzfläche (hier in Anlehnung an das Beispiel von Fig. 4) mit den reaktiven Teilflächen 4A mit durchgehender / vollflächiger, beidseitiger Belegung durch zu beschleunigende Flächen 5 und 9. Durch die Detonation des Sprengstofffeldes 7 werden beide Belegungsflächen beschleunigt
15 (5B bzw. 9C) und touchieren dadurch seitlich den durchdringenden Hohlladungsstrahl 3. Die reaktive Beschleunigung bzw. die Geschwindigkeit der beschleunigten Komponenten wird durch die Pfeile 12 symbolisiert. In Fig. 5 bis 7 sind die Pfeile verschieden groß und sollen damit die unterschiedlichen zu erwartenden Geschwindigkeiten für die verschiedenen Anordnungen verdeutlichen.

20

Fig. 6 zeigt die Interaktion einer Schutzfläche 4 mit segmentierter / teilflächiger Belegung (Teilflächenbelegung) mittels der Flächenelemente 4A der vorderen beschleunigten Flächen durch die Teilflächen 5A sowie einer durchgehenden / vollflächigen rückseitigen Belegung 10. 5C symbolisiert die durch die Detonation
25 des Sprengstofffeldes 7 beschleunigte Teilfläche 5A. Der Pfeil 12 für die erreichte Geschwindigkeit ist im Vergleich zu Fig. 5 erheblich größer, da hier nicht die Belegungsfläche der nicht detonierenden Nachbarelemente mit beschleunigt bzw. mitgezogen werden müssen. Die Erfindung ist zwar grundsätzlich durch die Belegung der reaktiven Fläche 11 mittels der Teilfelder 4A gekennzeichnet, jedoch
30 sind Anordnungen mit beschleunigten Teilflächen 5A (alternativ oder auch in Kombination mit entsprechenden Teilfeldern auf der Rückseite von 11) auf Grund der sehr raschen Beschleunigung und sehr hohen Plattengeschwindigkeit insbesondere gegen Hohlladungen sehr wirkungsvoll.

Fig. 7 zeigt die Interaktion einer Schutzfläche 4 mit durchgängiger, mittels der Detonation des Sprengstoffs durchzustanzenden vorderen, ganzflächigen (vollflächigen, flächenhaften) Belegung 5 und einer segmentierten Belegung (Teilflächenbelegung) der beschleunigten rückwärtigen Teilflächen 9C sowie einer weiteren, flächenübergreifenden Teilfläche 41 (beschleunigte Fläche; 41A). In Fig. 23 ist eine derartige, flächenübergreifende Belegung näher beschrieben.

Die Endgeschwindigkeit der ausgestanzten Teilfläche 5D wird gegenüber dem Beispiel in Fig. 6 etwas geringer sein, da zur Bildung der Fläche Energie aufgebracht werden muss, die der Platte 5 entzogen wird. Dieser Anteil ist jedoch nach aller Erfahrung und auch nach Simulationsberechnungen erheblich geringer als der für die Beschleunigung eines mitbeschleunigten Umfeldes benötigten Energie. Die zum Ausstanzen benötigte Energie kann auch durch eine entsprechende Materialwahl von 9C gesteuert werden, ebenso durch eine Vorfragmentierung, beispielsweise durch linienhafte Versprödungen oder durch mechanische Maßnahmen wie Einfräsungen.

Durch die in Fig. 6 und 7 beschriebenen Anordnungen werden im Vergleich zu flächenhaften Belegungen sehr viel höhere Störplattengeschwindigkeiten erreicht und damit entsprechend höhere Schutzleistungen. Das in Fig. 5 gezeigte Beispiel ist, was die Geschwindigkeiten der beschleunigten Flächen angeht, eher mit herkömmlichen reaktiven Schutzanordnungen zu vergleichen. Allerdings sind die eingesetzte und insbesondere die detonierende Sprengstoffmasse ungleich geringer. Dennoch sind mittels Anordnungen entsprechend der Erfindung vergleichbare Schutzleistungen zu erreichen, weil üblicherweise die mit beschleunigten äußeren Flächenanteilen nicht mit der Bedrohung in Interaktion treten.

In Fig. 8 ist die schematische Schnittansicht einer Schutzfläche 4 mit der reaktiven Schicht 11 und geometrisch gestalteten, verdämmenden, lateralen Trennelementen dargestellt. Beispielhaft aufgezeigt ist eine Anordnung entsprechend Fig. 3 und 4 mit keilförmigen Stegen 8A zur inneren Verdämmung einer durchgehenden vorderen, vollflächigen Belegung 5 und einer hinteren Beulanordnung 10. Es können für 8A beliebige geometrische Formen und auch eine Vielzahl von

Werkstoffen eingesetzt werden; neben Stahl zum Beispiel auch Leichtmetall oder Kunststoff. Ausschlaggebend ist allein die Voraussetzung, dass ein Übergreifen der Detonation auf das oder die Nachbarfelder nicht stattfindet.

- 5 Die Forderung nach der inneren Verdämmung erlaubt es, in bestimmten Grenzen die Wirkung durch die Detonation des Sprengstoffs in beiden Richtungen unterschiedlich zu gestalten. Beim gezeigten Beispiel ist entgegen der Bedrohungsrichtung eine größere Sprengstoffwirkung als in Richtung der Beulblechanordnung bzw. des Ziels zu erwarten.

10

Ausgestaltungen der Zone 11 erlauben nicht nur eine Richtungssteuerung der Sprengstoffwirkung, sondern sie können auch zu einer weiteren Verminderung des einzusetzenden bzw. detonierenden Sprengstoffs beitragen. Dies ist insbesondere in Verbindung von dickeren Sprengstoffschichten von Interesse. Grundsätzlich
15 kann es sich um linienhafte, rechteckige oder auch freie Gestaltungen der Sprengstofffelder 7 handeln.

Fig. 9 zeigt eine Schutzfläche 4 mit der reaktiven Schicht 11 und geometrisch gestalteten, angestellten / schräg stehenden verdämmenden Trennelementen.

- 20 Dargestellt sind Anordnungen entsprechend Fig. 3 und 4A mit (horizontalen oder vertikalen) verdämmenden Stegen 8B.

In Fig. 10 bis 13 werden weitere Ausgestaltungen von Anordnungen entsprechend der Erfindung aufgezeigt. So zeigt Fig. 10 die Schnittansicht von zwei
25 Schutzflächen 4 bzw. 4A mit der reaktiven Schicht 11 und Übergangsschichten zwischen den verdämmenden Komponenten und dem Sprengstoff 7. Das obere Teilbild enthält eine vordere, flächenhafte Übergangsschicht 13 zwischen 5 und 7. Diese Schicht 13 kann entsprechend den physikalischen Erfordernissen des Stoßwellendurchgangs (akustische Impedanz) zwischen 7 und 5 bzw. 9 ausgelegt
30 sein. Das untere Teilbild zeigt eine entsprechende innere, laterale Übergangsschicht 13A zwischen 8 und 7.

Fig. 11 zeigt die Schnittansicht von zwei Schutzanordnungen 4 bzw. 4A mit der reaktiven Schicht 11 und beschleunigten, teilflächigen oder vollflächigen vorderen

- 31 -

Elementen sowie einer rückseitigen zu beschleunigenden Belegung 9 mit einer Übergangsschicht (11B oder 17A) zwischen 7 und 9 (oberes Teilbild). Im unteren Teilbild ist eine Doppelbelegung 17 und 17A des Sprengstofffeldes dargestellt. Zwischen den beiden Sprengstoffflächen 7A und 7B kann sich eine
5 Zwischenschicht 16 als Trennung oder als Reaktionsschicht zum Beispiel im Sinne einer Initiierungshilfe der beiden Sprengstoffkomponenten befinden (vgl. Fig. 25).

Fig. 12 zeigt zwei Beispiele für vordere Teilflächenbelegungen 4A und deren Befestigung / Anordnung über hier doppelbelegten Sprengstofffeldern 7, 7A. Im
10 oberen Teilbild ist die Teilflächenbelegung 5A mit Klemmstreifen / Befestigungsstreifen / Befestigungselement 15 fixiert. Das untere Teilbild zeigt eine vergleichbare Anordnung, jedoch mit (zum Beispiel geklebten oder vulkanisierten) Teilelementen 5A und einer äußeren Deckschicht 14. Bei 14 kann es sich auch um
15 die Wand eines Behälters oder Gehäuses oder ein Trägerelement handeln (vgl. Fig. 27).

Fig. 13 zeigt die Schnittansicht von zwei weiteren Beispielen mit mehrschichtigen, reaktiv beschleunigten Teilflächelementen und lateralen Verdämmungen 8. Im oberen Teilbild erfolgt eine Teilflächenbelegung der reaktiven Schicht 11 mittels
20 Teilflächen 5A und einer mittels 8 beabstandeten (und gegebenenfalls auch fixierten), flächenhaften vorderen Abdeckung 5. Das untere Teilbild zeigt eine Anordnung entsprechend Fig. 12, jedoch mit kürzeren inneren Verdämmungen 8 zur Ermöglichung einer Anpressung von 5 bzw. 5A auf 7.

25 Aus den beschriebenen geometrischen Eigenschaften von Schutzflächen gemäß der Erfindung folgt, dass der Gestaltung von derartigen reaktiven Schutzflächen nahezu keine Grenzen gesetzt sind. Der Schutz kann jeder Oberflächenform angepasst werden. Auch ist die Ausgestaltung einer Schutzfläche mit unterschiedlichen Teilelementen möglich.

30

Fig. 14 und 15 zeigen zwei reaktive Schutzflächen mit unterschiedlichen Teilflächenfeldern. Fig. 14 zeigt ein Beispiel für den Aufbau einer Schutzschicht 4 aus sprengstoffbelegten Feldern 4A mit gleichem oder unterschiedlichem Aufbau und einer äußeren Verdämmung / einem Befestigungsrahmen 6.

Fig. 15 zeigt ein weiteres Beispiel für den Aufbau einer Schutzschicht 4 aus sprengstoffbelegten Feldern 4A unterschiedlicher Größe oder auch unterschiedlichem Aufbau (zum Beispiel einzeln oder in Gruppen zusammengefasst).

Bei Schutzflächen entsprechend der Erfindung wird dem zu schützenden Objekt grundsätzlich eine reaktive Schutzanordnung vorgeschaltet, die im Auftreffbereich der Bedrohung gegenüber deren Richtung angestellt ist. Der Winkelbereich dieser Neigung/Anstellung liegt, wie bereits erläutert, bevorzugt zwischen 30° und 45°. Er kann jedoch je nach Feldgröße zwischen 20° und 70° ausgelegt werden. Der zu wählende Winkel oder Winkelbereich ergibt sich aus den zu erwartenden Geschwindigkeiten der beschleunigten Elemente und der von einem Flächenelement abzudeckenden Fläche des zu schützenden Objekts.

Diese reaktive Schutzanordnung kann sich als ebene Struktur über die gesamte Zieloberfläche erstrecken, etwa in Form der in Fig. 14 und 15 gezeigten Schutzfläche 4, oder aus mehreren einzelnen Schutzflächen 4 zusammengesetzt sein. Fig. 16 bis 20 zeigen hierfür Beispiele.

So ist in Fig. 16 ein Beispiel für den Aufbau einer Anordnung einer reaktiven Schutzfläche / Schutzebene entsprechend der Erfindung mittels einer aus reaktiven Elementen 4 gebildeten Fläche dargestellt. Es handelt sich hier um einen einflächigen Aufbau 20 aus abgewinkelten Teilelementen 4.

Fig. 17 zeigt ein Beispiel entsprechend Fig. 16, jedoch mit parallelen, reaktiven Schutzflächen 21. Es ist eine Vielzahl weiterer Anordnungen und Kombinationen aus derartigen Teilflächen 4 denkbar, die eine optimale Anpassung an das zu schützende Objekt gestatten. So zeigt Fig. 18 ein weiteres Beispiel für den Aufbau und die Anordnung einer reaktiven Schutzfläche, gebildet aus einem doppelschichtigen Aufbau aus spiegelbildlich angeordneten reaktiven Schutzflächen 22 (zum Beispiel entsprechend Fig. 16).

In Fig. 19 hat die Schutzfläche / Schutzebene / Schutzzone mit den einzelnen reaktiven Schutzkomponenten 4 einen jalousieartigen Aufbau 23. Damit lässt sich eine vollständige Abdeckung der Zielfläche ohne inerte Schwachstellen realisieren, veranschaulicht durch die beiden die auftreffende Bedrohung symbolisierenden Pfeile (vgl. auch Fig. 20).

In Fig. 20 sind zwei weitere Beispiele dargestellt. Es handelt sich um Schutzaufbauten mit jalousieartigen, vorgelagerten reaktiven Schutzflächen 24, gebildet aus den reaktiven Schutzflächen 4 in Kombination mit den ebenfalls reaktiven Flächen 25 und/oder 26 zur Erzielung eines sicheren Überdeckungsgrades und damit einer sicheren Leistungsabschöpfung unabhängig vom Auftreffort der Bedrohung. Im oberen Teilbild haben die Teilflächen 4, 25 und 26 einen größeren Abstand zueinander, beim unteren Teilbild bilden die Teilflächen 4, 25 und 26 zusammen einen kombinierten Schutzaufbau.

15

Es ist ein besonderer Vorzug der reaktiven Teilflächen, dass sie auf optimale Weise bei mehrschichtigen Anordnungen kombiniert werden können. Dadurch ist auch der Einsatz von reaktiven Schutzflächen mit besonders geringem Sprengstoffgehalt bzw. einer geringen Sprengstoffbelegung möglich. So zeigt Fig. 21 die schematische Ansicht einer Schutzanordnung mit zwei Schutzschichten 4 mit sprengstoffbelegten Feldern 4A und inerten / sprengstofffreien Feldern 4B in schachbrettartiger, sich ergänzender / überlappender Belegung 27. Auf diese Weise wird eine volle Abdeckung der Fläche mit sprengstoffbelegten Flächen erreicht, wobei die reaktiven Felder von inerten Feldern umgeben sind.

25

Ein weiteres Beispiel zeigt Fig. 22. Es handelt sich hier um eine Schutzanordnung mit zwei Schutzschichten 4 mit sprengstoffbelegten Streifen 4A und inerten / sprengstofffreien Streifen 4B in streifenförmiger, sich ergänzender Belegung 28.

30

Da die reaktiv belegten Teilfelder 4A der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu herkömmlichen reaktiven Panzerungen außerordentlich klein sein können, wächst die Bedeutung von Randtreffern oder randnahen Treffern. Es ist daher je nach Einsatzspektrum von Vorteil, die zu beschleunigenden Bleche oder Flächen in ihrer Gestaltung auch auf randnahe Treffer oder sogar auf Treffer im Randbereich

abzustimmen. Dies erfolgt auf besonders einfache Weise dadurch, dass sowohl beschleunigte Komponenten in der Größe von Einzelfeldern zum Einsatz kommen können als auch Belegungen mit größerer Fläche. Diese sollen jedoch so bemessen sein, dass sie keine wesentliche Verminderung der Geschwindigkeit bewirken.

Fig. 23 zeigt zwei Beispiele für den Aufbau einer reaktiven Schutzschicht 4 mit reaktiven Flächenelementen 4A mit übergreifenden Abdeckungen der jeweiligen Sprengstofffelder. Im oberen Teilbild ist eine doppelschichtige, überlappende vordere Verdämmung mittels beschleunigter Teilflächen 29 und vollflächiger Belegung 5 dargestellt. Beim unteren Teilbild handelt es sich um eine doppelschichtige, überlappende vordere Verdämmung mittels beschleunigter Teilflächen 30 und einer vorderen Deckschicht / Vulkanisationsschicht 31 sowie einer das Feld 4A deutlich überragenden hinteren Teilfläche 9E.

Fig. 24 zeigt weitere kennzeichnende Beispiele für die Ausgestaltung von Anordnungen entsprechend der Erfindung. Dargestellt ist die schematische Schnittansicht von zwei Beispielen für den Aufbau eines reaktiven Schutzes 4 mit einer doppelreaktiven Schutzschicht (in Analogie zu 11 mit 11E bezeichnet) und einer im Verhältnis zu einer reinen Trennschicht (vgl. Fig. 11) relativ dicken inneren Trennschicht 32 (oberes Teilbild) bzw. einer besonders stark ausgebildeten Trennschicht 32 (unteres Teilbild) und doppelschichtiger / mehrschichtiger vorderer und hinterer Verdämmung mittels zu beschleunigender, teilflächiger Elemente 5A und 30, die beide die Fläche des Sprengstoffs 7 überragen.

Derart massive Komponenten zwischen den Sprengstoffflächen 7 und 7A dienen einer noch besseren Verdämmung des Sprengstoffs. Denn massive Begrenzungen verdämmen den detonierenden Sprengstoff effizienter als die Eigenverdämmung des Sprengstoffs selbst. Durch derartige Anordnungen können sehr dünne Sprengstofffelder in der Größenordnung von etwa 1,5 bis 3 mm realisiert werden, wobei immer noch eine sichere Durchzündung erfolgt.

Aus anwendungsspezifischen Gründen und im Hinblick auf eine möglichst sichere Handhabung ist der Einsatz träger Sprengstoffe von Vorteil. Deren Zündung durch

die auftreffende Bedrohung muss jedoch sichergestellt sein. Die Unterstützung der Zündung kann zum Beispiel über unterschiedliche Hilfsmittel erfolgen, die in Fig. 25 dargestellt sind. Gezeigt werden drei Beispiele für Zündhilfen. Beim oberen Teilbild ist eine zündunterstützende pyrotechnische Schicht 33 zwischen 5 und 7 vorgesehen. Beim mittleren Teilbild besteht die zündunterstützende Einrichtung aus einer mechanischen Anordnung 34 zwischen 5 und 7. Beim unteren Teilbild ist das zündunterstützende Element (zum Beispiel die Zündpille) 35 in den Sprengstoff 7 eingebettet. Derartige Zündelemente können aber auch in 5 integriert sein oder sich in einer besonderen, eigenständigen Zwischenschicht befinden. Die Zündelemente können zum Beispiel zur Verbesserung der Handhabungssicherheit modular, d.h. zu- und abmontierbar ausgebildet sein. Ebenfalls gezeigt ist bei diesen Beispielen eine stoßwellenübertragende oder auch die Detonationswirkung vermindern (streuende) Schicht 36, die im Gegensatz zu dem in Fig. 4C gezeigten Beispiel vom Sprengstoff beabstandet angeordnet ist.

Fig. 26 zeigt einen Aufbau aus zwei um 90° versetzten reaktiven Flächen A und B mit streifenförmigen, einschichtigen Belegungen. Die Felder zur Aufnahme des Sprengstoffs sind hier ganz oder teilweise in die Platten eingefräst. An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass die Sprengstofffelder nicht quadratisch ausgeführt sein müssen, sondern jede beliebige Kontur aufweisen können. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass eine ausreichend große Teilfläche durch das entsprechende Sprengstofffeld beschleunigt wird.

Zur Charakterisierung der Erfindung wurden bisher Beispiele für Anordnungen gezeigt, die ohne Berücksichtigung der tragenden Elemente, der Befestigungselemente und weiterer Komponenten wie zum Beispiel Gehäuse oder sonstige Wandungen ausgelegt sind. Es kann aber für das Gesamtsystem vorteilhaft sein, wenn derartige Elemente zur gesamten Schutzwirkung beitragen.

Fig. 27 zeigt drei Beispiele für Schutzaufbauten mit unterschiedlich positionierten, zusätzlichen Schutzschichten, Wandungen oder Behältern. Das obere Teilbild zeigt eine vorgelagerte, gegenüber der reaktiven Schutzzone beabstandete Schicht 38. Im mittleren Teilbild ist ein Aufbau wie oben dargestellt, jedoch mit einer zusätzlichen Schicht 39 zwischen der reaktiven Schutzzone und dem Ziel 1. Eine

- 36 -

derartige Einrichtung zwischen der reaktiven Fläche 4 und der Zieloberfläche kann dazu beitragen, dass der gestörte Strahl einer Hohlladung beim Durchdringen der Platte 39 weitere laterale Kräfte erfährt und dadurch noch effizienter seitlich abgelenkt wird. Dadurch kann zum Beispiel bei gleicher Schutzleistung die Strecke
 5 S zwischen reaktiver Zone und Ziel verkürzt werden. Das untere Teilbild zeigt eine weitere Auslegungsmöglichkeit mit einer möglichst geringen Zieltiefe. Dargestellt ist eine doppelschichtige Anordnung mit den Komponenten 39 und 40 zwischen der reaktiven Ebene 4 und dem Ziel 1. Die endballistischen Eigenschaften der Platte 40 können mit Hilfe bereits vorliegender Ergebnisse mit inerten Zielen gegen die
 10 unterschiedlichen Bedrohungen abgeschätzt werden und die Platte 40 entsprechend ausgelegt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | | |
|----|----|--|
| | 1 | zu schützendes Objekt / Ziel |
| 15 | 2 | Winkel zwischen Bedrohungsrichtung und reaktiver Schutzanordnung |
| | 3 | Bedrohung / Bedrohungsrichtung |
| | 4 | Schutzanordnung / Schutzfläche, gebildet aus den Einzelfeldern 4A |
| | 4A | reaktives Schutzfeld / reaktives Teilfeld / reaktive Teilfläche |
| | 4B | inerte Teilfläche |
| 20 | 5 | vordere Abdeckung / Schutzplatte / Trägerplatte bzw. vordere, bedrohungsseitige reaktiv beschleunigte Platte |
| | 5A | vordere Teilflächenbelegung (entsprechend 5) |
| | 5B | reaktiv beschleunigte Platte 5 |
| | 5C | reaktiv beschleunigte Platte 5A |
| 25 | 5D | durch die Detonation ausgestanzte Teilfläche von 5 |
| | 5E | reaktiv beschleunigte (den Steg 8) teilweise überdeckende Teilfläche |
| | 6 | Außenverdümmung / Randschicht / äußere Begrenzung von 4 bzw. 4A |
| | 7 | Sprengstofffeld / pyrotechnisches Element / pyrotechnische Zone |
| | 7A | vorderes Sprengstofffeld / vorderes pyrotechnisches Element (bei |
| 30 | | Doppelbelegung) |
| | 7B | hinteres Sprengstofffeld / hinteres pyrotechnisches Element (bei |
| | | Doppelbelegung) |
| | 8 | Innenverdümmung zwischen den Sprengstofffeldern / Trennschicht |
| | 8A | geometrisch gestaltete Innenverdümmung zwischen den Sprengstofffeldern |

- 37 -

- 8B abgewinkelte / angestellte horizontale (oder vertikale) Innenverdümmung
- 9 hintere, reaktiv beschleunigte Abdeckung bzw. Platte von 4 bzw. 4A
- 9A zweite hintere reaktiv beschleunigte Platte von 4 bzw. 4A
- 9B Schicht zwischen 9 und 9A
- 5 9C reaktiv zu beschleunigendes Element / zu beschleunigende Platte 9
- 9D beschleunigtes Element 9C
- 9E Sprengstofffeld mit die inneren Verdümmungen überlappender Teilfläche
- 10 Beulplatte / Beulkombination / Beulanordnung (gebildet aus 9, 9A und 9B)
- 11 Mittelschicht / reaktive Zone / reaktive Fläche / reaktives Flächenelement
- 10 11A vordere Abdeckung / vordere Deckschicht von 11
- 11B hintere Abdeckung / hintere Deckschicht von 11
- 11C reaktiv beschleunigtes Element 11C
- 11D reaktiv beschleunigtes Element 11C
- 11E doppelreaktive Schicht
- 15 12 Geschwindigkeitspfeil
- 13 Zwischenschicht zwischen 5 und 7
- 13A seitliche Begrenzungsschicht von 7 in Verbindung mit 8
- 14 äußere Deckschicht / Vulkanisationsschicht / Sprengstoffabdeckung
- 15 Haltestreifen / Befestigungselement / Klemmelement / kraft- oder
- 20 formschlüssige Halterung
- 16 Trennschicht / Zwischenschicht zwischen 7A und 7B
- 16A reaktiv beschleunigte Komponente von 4A / reaktiv beschleunigte Teilfläche
- 17 Zwischenschicht zwischen 7 und 16A
- 18 Abstand zwischen 5 und 5A
- 25 19 Rahmen / Außenbegrenzung der Schutzfläche 4
- 20 reaktive Schutzzone mit abgewinkelten Einzelfeldern 4A
- 21 reaktive Schutzzone, gebildet aus zwei parallelen Schutzelementen
entsprechend 20
- 22 reaktive Schutzzone mit zwei gespiegelten Schutzelementen entsprechend
- 30 20
- 23 reaktive Jalousie, gebildet aus den Elementen 4 bzw. 4A
- 24 reaktive Jalousie, gebildet aus unterschiedlichen Elementen 4 bzw. 4A
- 25 vorderes reaktives Jalousieelement, gebildet aus Elementen entsprechend
4A

- 38 -

- 26 hinteres reaktives Jalousieelement, gebildet aus Elementen entsprechend 4A
- 27 schachbrettartige Belegung der Flächen 4 mit Sprengstofffeldern 4A und inerten Feldern
- 5 28 streifenförmige Anordnung von Sprengstofffeldern entsprechend 4
- 29 vordere / bedrohungsseitige Teilabdeckung
- 30 reaktiv beschleunigtes hinteres Teilflächenelement (Sprengstofffeld 7 überlappend)
- 31 äußere Abdeckung / Abdeckfolie
- 10 32 Trennplatte / Trägerplatte
- 33 flächenhafte Zündhilfe
- 34 mechanische Zündhilfe
- 35 örtliche / pillenartige Zündhilfe
- 36 Schicht zwischen 7 und 10
- 15 37 Schutzzone entsprechend der Erfindung mit (hier drei) sprengstoffbelegten Streifenelementen
- 37A zweites reaktives Element, um 90° gegenüber 37 gedreht
- 38 Vorblech / vordere Gehäusewand / Vorziel
- 39 vor 1 positioniertes Schutzelement / hintere Gehäusewand
- 20 39A jalousieartige Ablenkschicht / Schockminderungsschicht
- 40 Schicht
- 41 zweite, rückseitige reaktiv beschleunigte (überlappende) Teilfläche

PATENTANSPRÜCHE

1. Reaktive Schutzanordnung zum Schutz von ortsfesten oder beweglichen
5 Objekten (1) gegen Bedrohungen (3) durch Hohlladungen, projektilbildende
Ladungen oder Wuchtgeschosse, die an einer der Bedrohung (3)
zugewandten Seite des zu schützenden Objekts (1) beabstandet angebracht
bzw. anbringbar ist, mit wenigstens einer gegenüber der Bedrohungsrichtung
in einem Neigungswinkel (2) angeordneten Schutzfläche (4), wobei
10 die Schutzfläche (4) eine der Bedrohung (3) zugewandte vordere Abdeckung
(5), eine der Bedrohung (3) abgewandte und zur vorderen Abdeckung (5)
beabstandete hintere Abdeckung (9, 10) sowie wenigstens eine ortsfeste
oder bewegliche reaktive Mittelschicht (11) zwischen der vorderen
Abdeckung (5) und der hinteren Abdeckung (9, 10) aufweist, wobei die
15 wenigstens eine reaktive Mittelschicht (11) wenigstens zwei reaktive
Teilflächen (4A) mit jeweils wenigstens einem Sprengstofffeld (7) aufweist
und wobei die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen reaktiven
Mittelschicht (11) allseitig verdämmt sind.
- 20 2. Schutzanordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht
(11) mittels Trennschichten (8) lateral verdämmt sind.
- 25 3. Schutzanordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die hintere Abdeckung (9, 10) eine Beulanordnung (10) aufweist.
4. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine reaktive Mittelschicht (11) einseitig oder beidseitig mit
einer Deckschicht (11A, 11B) versehen ist.

- 40 -

5. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht
(11) wenigstens zwei Lagen mit lateral allseitig verdämmten
5 Sprengstofffeldern (7A, 7B) aufweisen.
6. Schutzanordnung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen den Sprengstofffeldern (7A, 7B) von zwei Lagen der reaktiven
10 Teilflächen (4A) eine Zwischenschicht (16) angeordnet ist.
7. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Flächenbelegung der wenigstens einen Schutzfläche (4) mit
15 verdämmten reaktiven Teilflächen (4A) etwa 50% bis etwa 100% beträgt.
8. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Neigungswinkel (2) zwischen der wenigstens einen Schutzfläche (4) und
20 der Bedrohungsrichtung im Bereich von etwa 30° bis etwa 70° liegt.
9. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Schutzdicke eines Sprengstofffeldes (7, 7A, 7B) in Bedrohungsrichtung
25 im Bereich von etwa 10 mm bis etwa 14 mm liegt.
10. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen der reaktiven Mittelschicht (11) und der hinteren Abdeckung (9, 10)
30 eine Zwischenschicht (36) angeordnet ist.
11. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- 41 -

die verdämmenden Trennschichten (8) der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht (11) geometrisch geformte oder geneigte Trennelemente (8A, 8B) aufweisen.

- 5 12. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen einer reaktiven Teilfläche (4A) und einer diese lateral verdämmenden Trennschicht (8) zumindest teilweise eine Grenzschicht (13) zur Beeinflussung der Grenzschichtreflexionen angeordnet ist.
- 10 13. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen Schutzfläche (4) im Wesentlichen schachbrettartig oder streifenförmig angeordnet sind.
- 15 14. Schutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
die Schutzanordnung wenigstens zwei in Bedrohungsrichtung hintereinander angeordnete Schutzflächen (4) mit streifenförmig angeordneten reaktiven
20 Teilflächen (4A) aufweist, wobei die Streifen der reaktiven Teilflächen einer hinteren Schutzfläche gegenüber den Streifen der reaktiven Teilflächen einer vorderen Schutzfläche versetzt angeordnet sind.
- 25 15. Schutzanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
die Schutzanordnung wenigstens zwei in Bedrohungsrichtung hintereinander angeordnete Schutzflächen (4) mit schachbrettartig angeordneten reaktiven
Teilflächen (4A) aufweist, wobei die reaktiven Teilflächen einer hinteren Schutzfläche im Wesentlichen gegenüber den reaktiven Teilflächen einer
30 vorderen Schutzfläche versetzt angeordnet sind.
16. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere Schutzflächen (4) jalousieartig angeordnet sind.

17. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere Schutzflächen (4) in einem Winkel zueinander angeordnet sind.
- 5
18. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen der wenigstens einen Schutzfläche (4) und dem zu schützenden
Objekt (1) eine Zusatzschicht (39, 40) zum Stören einer die wenigstens eine
10 Schutzfläche (4) durchdringenden (Rest-)Bedrohung (3) mit oder ohne
Abstand zu dem zu schützenden Objekt (1) und/oder zu der wenigstens einen
Schutzfläche (4) angeordnet ist.
19. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine Schutzfläche (4) beweglich angeordnet ist.
20. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen Mittelschicht (11)
austauschbar sind.
21. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die reaktiven Teilflächen (4A) der wenigstens einen Mittelschicht (11) drehbar
bzw. in ihrer Neigung verstellbar sind.
22. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die reaktiven Teilflächen (4A) und/oder die Sprengstofffelder (7)
pyrotechnisch miteinander verknüpft sind.
23. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- 43 -

die wenigstens eine Schutzfläche (4) eine Umhüllung oder ein Gehäuse aufweist.

24. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Sprengstofffelder (7) mit einer pyrotechnischen oder mechanischen Zündhilfe versehen sind.

25. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die vordere und/oder die hintere Abdeckung (5, 9, 10) an ihren der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht (11) zugewandten Seiten zumindest teilweise thermisch und/oder mechanisch behandelt sind.

26. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die vordere Abdeckung (5) im Wesentlichen aus einem Material besteht, das auf Grund seiner Dicke und/oder seiner mechanischen Eigenschaften bei der Detonation des Sprengstoffs im Wesentlichen entsprechend der Größe der reaktiven Teilfläche (4A) ausgestanzt wird.

27. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine Schutzfläche (4) eine modulare Einheit bildet.

28. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine Schutzfläche (4) auf ihrer Vorderseite und/oder ihrer Rückseite eine Abdeckschicht (31) aufweist.

29. Schutzanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- 44 -

die vordere und/oder die hintere Abdeckung (5, 9, 10) mit der wenigstens einen reaktiven Mittelschicht (11) mittels einer Schraubverbindung, einer Klebeverbindung und/oder einer Vulkanisation verbunden sind.