

Ballistische Mehrschichten-Anordnung

Die Erfindung betrifft eine ballistische Mehrschichten-Anordnung zur Abwehr von Projektilen oder anderen hoch beschleunigten Teilen.

Ballistische Platten kommen bei allen Arten von Panzerungen zum Einsatz, sei es an Fahrzeugen, Flugzeugen, Gebäuden oder unmittelbar tragbar an Personen. Nachteilig ist zumeist das sehr hohe Gewicht der Platten die notwendiger Weise dick genug sein müssen um der Beschussklasse zu entsprechen.

Nachteilig ist dies beispielsweise bei Personentransportfahrzeugen, die mit einer Panzerung aus dicken Stahlplatten gegen Beschuss gesichert werden müssen, was die Fahrzeuge durch das hohe Gewicht aber auch langsam und schwerfällig macht.

Beim weiteren Stand der Technik kommen daher auch mehrschichtige Platten zum Einsatz die aber sehr teuer in der Fertigung sind oder nicht die hohen aber geforderten Beschussklassen erreichen. In Fig. 5 ist eine vorbekannte ballistische Platte 9 gezeigt, diese weist an der Beschussseite eine Keramikplatte 91 auf mit der ein Geschoss gebremst und bestenfalls teilweise zerlegt werden soll gefolgt von einer oder mehreren Lagen von Aramid-Fasern 92 abgeschlossen mit einer Stahlplatte 93.

Insbesondere bei modernen Geschossen mit Keramikmetall-Kernen (beispielsweise Wolframcarbid) oder Geschossen mit hoher

Energie werden diese Platten durch zur Abwehr notwendige Schichtdicken zu schwer oder sehr teuer in der Herstellung.

Aufgabe der Erfindung ist es eine ballistische Mehrschichten-Anordnung zur Verfügung zu stellen, die zuverlässig und Material sparend in der Herstellung ist.

Diese Aufgabe wird durch eine ballistische Schicht für eine ballistische Mehrschichten-Anordnung nach den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

Erfindungsgemäß ist nach einem ersten Aspekt der Erfindung vorgeschlagen eine ballistische Schicht für eine ballistische Mehrschichten-Anordnung so auszugestalten, dass diese durch eine Absorptionsschicht gebildet ist, die ganz oder mehrheitlich aus Blähglas besteht. Geeignetes Schaumglas, das gleiche Eigenschaften aufweist ist im Sinne der Erfindung mit umfasst.

Hierdurch ist auf besonders effektive Weise eine Abstopfung des eindringenden Projektils oder Splitters ermöglicht. Die Energie wird durch die Absorptionsschicht in hohem Maße aufgenommen.

Blähglas ist aufgeschäumtes Glas mit kleinen, gas- oder luftgefüllten Poren und kann in verschiedenen Körnungen produziert werden.

Eine sehr kostengünstige und daher vorteilhafte Variante der Erfindung sieht vor, dass das Blähglas in Form von gesintertem Blähglasgranulat vorliegt.

Die Schicht kann im Sinne der Erfindung biegsam als Matte oder Plane oder auch insbesondere mit den weiteren Ausgestaltungen als starre Platte vorgesehen sein.

Als starrer Verbund kann die ballistische Schicht aus Blähglas gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung in Form von gesintertem Blähglasgranulat vorliegen.

Eine besonders vorteilhafte und daher bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Blähglas in Form von Blähglasgranulat vorliegt, das in einer dichten Packung oder Schüttung mittels einer das Blähglasgranulat umgebenden Matrix gehalten ist. Die Granulatperlen liegen dabei dicht aneinander und sind von der Matrix wenigstens teilweise umschlossen.

Bevorzugterweise weist das Blähglasgranulat eine Granulat-Größe von 0,01 mm bis 5 mm auf.

Weiterhin ist bevorzugt, dass das Blähglas oder Blähglasgranulat mehrheitlich aus SiO_2 besteht. Weiterhin bevorzugt als weitere Inhaltsstoffe Na_2O und CaO enthält und ebenso bevorzugt als weitere Inhaltsstoffe in geringem Maße jeweils unter 10 Gewichtsprozent Al_2O_3 und/oder MgO und/oder K_2O enthält.

Die Matrix des Blähglasgranulats ist nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung aus Kunststoff oder -harz oder einem Kunststoff/-harz/-gemisch gebildet, die insbesondere schlagzäh ist. Dies ermöglicht eine besonders gute Energieaufnahme vom Geschoss.

Dem folgend ist von Vorteil vorgesehen, dass das Kunststoffgemisch Polyurethan und/oder Polyethylen und/oder Oxidharz und/oder Silikon und/oder einen schlagfesten Kunststoff und/oder einen schlagzähen Kunststoff enthält.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine ballistische Mehrschichten-Anordnung mit einer Beaufschlagungsseite und einer Rückseite, und einer ballistischen Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 9, vorgeschlagen, wobei wenigstens eine der Schichten der ballistischen Mehrschichten-Anordnung durch eine mehrlagige Faserschicht mit Lagen aus Aramid-Fasern oder vergleichbaren Fasern gebildet ist, wobei diese insbesondere in einer Gewebe- oder Mehrschichtgewebe-Form vorliegt.

Von Vorteil ist vorgesehen, dass wenigstens eine der Schichten durch eine Feinstein- oder Naturstein- oder Keramik- oder Keramik-Misch-Platte gebildet ist, insbesondere aus einem Verbundstoff. Hierdurch kann ein Geschoss sehr effektiv durch die notwendige Zerstörungskraft der Platte abgebremst werden, teilweise zerlegt werden und aus der Bahn gebracht werden, was in den folgenden Schichten die Effektivität durch eine verbreiterte Angriffsfläche erhöht.

Leichte oder energiearme Geschosse können durch so eine Schicht ganz abgehalten werden.

Ein Geschoss kann beim Durchtritt durch die Schichten auch sehr effektiv durch eine von Vorteil nach einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehene Splitterschicht abgelenkt werden. Hierzu ist vorgeschlagen, dass die Splitterschicht durch in einer Matrix gebundene Keramik- oder Keramikmetall- oder Feinstein- oder Naturstein-Splitter gebildet ist.

Bevorzugterweise ist wenigstens eine Schicht der ballistischen Mehrschichten-Anordnung durch eine Metall-Platte gebildet.

Von Vorteil kann wenigstens eine Schicht durch eine hochzähe Kunststoff-Schicht gebildet sein, diese kann dabei bevorzugterweise durch die hochzähe Kunststoffstoff-Schicht der Matrix der Absorptionsschicht gebildet sein.

Von Vorteil ist die Anordnung durch eine Kunststoffdeckschicht oder faserverstärkte Kunststoffgeflechtsschicht wenigstens auf einer Seite der Beaufschlagungs- und Rückseite umgeben. Hierdurch wird die Struktur von Bereichen neben einem Einschlag besser erhalten und beispielsweise eine gebrochene Keramik-Platte erhält ihre Funktion in einem Bereich neben einer Einschlagstelle.

Bevorzugt folgt in der Schichtenfolge an die Absorptionsschicht wenigstens auf einer deren Seiten eine Faserschicht.

Bei plattenartiger Ausgestaltung sind neben der Absorptionsplatte von Vorteil wenigstens eine Feinstein-, Naturstein- oder Keramik-Schicht, eine Faserschicht und eine Metallschicht vorgesehen.

Eine besondere Ausgestaltung sieht vor, dass die Schichtenfolge wie folgt gewählt ist:

- eine Umhüllungsschicht,
- eine Keramik/Feinstein/Naturstein/schicht, insbesondere gefolgt von einer Metall- schicht,
- eine Faserschicht und Absorptionsschicht Abfolge,
- eine Metallschicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen oder deren mögliche Unterkombinationen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen weiter erläutert. Im Einzelnen zeigt die schematische Darstellung in:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ballistische Mehrschichten-Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Absorptionsschicht und beaufschlagungsseitig vor gelagerten Faserschicht,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ballistische Mehrschichten-Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Absorptionsschicht und beaufschlagungsseitig dahinter angeordneten Faserschicht,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der Absorptionsschicht mit Blähglasgranulat und der dieses umhüllenden Matrix,
- Fig. 4 eine schematische beispielhafte Abbildung eines Querschnitts durch ein Blähglasgranulat,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer ballistischen Platte nach dem Stand der Technik,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer beispielhaften ballistischen Mehrschichten-Anordnung mit einer er-

findungsgemäßen Absorptionsschicht nach einer ersten Variante,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer beispielhaften ballistischen Mehrschichten-Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Absorptionsschicht nach einer zweiten Variante,

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer beispielhaften ballistischen Mehrschichten-Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Absorptionsschicht nach einer dritten Variante,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer beispielhaften ballistischen Mehrschichten-Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Absorptionsschicht nach einer vierten Variante mit einer Splitterschicht, und

Fig. 10 eine schematische Darstellung einer beispielhaften ballistischen Mehrschichten-Anordnung nach einer fünften Variante mit einer mehrfachen erfindungsgemäßen Absorptionsschicht-Abfolge.

Die in den Figuren gleichen Bezugsziffern bezeichnen gleiche oder gleich wirkende Elemente.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen ballistischen Mehrschichten-Anordnung 1 gezeigt. Dabei ist von der Projektil Beaufschlagungsseite A her gesehen nach einer Aramid-Faserschicht 4 in Mehrschichtgewebe-Form eine Absorptionsschicht 2 angeordnet. In Fig. 2 ist eine al-

ternative Anordnung in gegensätzlicher Reihenfolge von Absorptionsschicht 2 und Faserschicht 4 gezeigt.

Die Schichten untereinander sind in allen Beispielen entweder mechanisch oder mit geeigneten Klebern miteinander verbunden.

Die Absorptionsschicht 2 besteht aus Blähglas 21 in Form von Blähglasgranulat 22 das in einer dichten *Packung* mittels einer das Blähglasgranulat umgebenden Matrix 24 gehalten ist, siehe Fig. 3. Die Matrix 24 ist einem schlagzähen Kunststoffgemisch gebildet. Gute Ergebnisse wurden mit schlagzähen Polyurethan-Gemischen gemacht.

Blähglas 21 ist sehr leicht, rund und bruchkornfrei, hoch wärmedämmend, schalldämmend, druckstabil, nicht brennbar, säurebeständig und schädlingssicher.

Im Beispiel besteht die Zusammensetzung des Blähglasgranulats 22 aus:

SiO₂ 71 ± 2 Massen-%
Na₂O 13 ± 1,5 Massen-%
CaO 8 ± 2 Massen-%
Al₂O₃ 2 ± 1,3 Massen-%
MgO 2 ± 1 Massen-%
K₂O 1 ± 0,2 Massen-%

sowie

Fe₂O₃ 0,5 ± 0,2 Massen-%
Spurenelemente < 0,5 Massen-%.

Das Granulat 22 selber kann geschlossen- oder offenporig sein bei einer Granulat-Größe von 0,01 mm bis 5 mm. Das aufgeschäumte Blähglasgranulat 22 hat, wie exemplarisch in Fig. 4

in einem Querschnitt dargestellt, eine Bläschengröße 23 von 0,001 - 0,5 mm.

Die Schichtdicke der Absorptionsschicht kann je nach Konfiguration der aufzunehmenden Energie zwischen Schichtdicke 0,5 - 50 mm betragen.

Die Faserschichten 4 (41, 42, 43) sind in den Beispielen mehrlagige Mehrschichtgewebe aus Aramid-Fasern. Es können aber auch vergleichbare Fasern verwendet werden.

Es ist denkbar die Anordnung nach Fig. 1 oder 2 elastisch zu gestalten und die Matrix der Absorptionsschicht entsprechend zu wählen, sodass die Herstellung der ballistischen Mehrschichten-Anordnung als Matte oder Plane möglich ist. So sind sichere Zelte als auch Vorhänge und dergleichen ermöglicht.

In Fig. 6 ist ein beispielhafter Aufbau einer ballistischen Mehrschichten-Anordnung 1 als Platte mit einer Absorptionsschicht 2 gezeigt.

Die Schichtenfolge von der Beaufschlagungsseite A her gesehen ist wie folgt. Außen ist zuerst eine Kunststoffdeckschicht 8 vorgesehen. Diese dient dem Abschluss gegen die Außenseite und dem Schutz dass zertrümmerte Teile der danach folgenden sehr harten ersten Keramik-Schicht 5 nach einem Treffer durch ein Projektil nicht herausfallen und die Struktur auch bei Rissen der Keramik-Schicht 5 zusammengehalten wird, falls ein weiterer Treffer in der Umgebung eines Einschlags erfolgt.

Die Keramik-Schicht 5 kann dabei im Sinne der Erfindung auch aus anderen Stoffen, wie Feinstein oder Naturstein oder einer

Keramik-Mischung oder auch einer Keramik-Metall-Mischung in Plattenform gebildet sein.

Wichtig ist, dass die „Keramik“-Schicht 5 hart ist. Dies kann klassische Keramik leisten aber auch Ersatzstoffe wie sehr harte Natursteine (Granit etc.) oder auch Feinstein, ein sehr hartes hochgebranntes Steingut.

Auf die Keramik-Schicht 5 folgt eine Faserschicht 4 aus Aramid-Gewebe. Auf diese folgt die Absorptionsschicht 2 die die Energie des Geschosses oder Splitters aufzunehmen vermag. In der Absorptionsschicht wird sehr viel Energie vom Geschoss aufgenommen und im weiteren Weg auf eine viel breitere Basis verteilt, sodass hernach eine Metallplatte 7 als Abschluss ausreichen kann.

Sollten noch höhere Energien eingetragen werden oder die Schichtdicken zur Gewichtsreduzierung dünner gewählt werden ist nach Fig. 7 auch eine Variante möglich, in der vor der Stahlplatte 7 nach einer ersten Faserschicht 41 noch unmittelbar davor eine zweite 42 vorgesehen ist.

In Fig. 8 ist gegenüber der Fig. 7 eine weitere Abwandlung gezeigt in der nach der Keramik-Schicht 5 eine erste Stahlplatte 71 eingebaut ist. Dies stabilisiert die Keramik-Schicht zusätzlich in der unmittelbaren Umgebung eines Einschlags. Dies kann bei mehrfachem Projektileintrag vorteilhaft sein. Im gezeigten Beispiel ist an der Rückseite B wieder eine Stahlplatte 72 vorgesehen. Diese kann bereits durch eine Fahrzeug-Außenwand in leichter Panzerung oder durch eine normale Außenwandung ausgebildet sein.

Eine weitere Abwandlung ist in Fig. 9 gezeigt. Nach der Keramik-Schicht 5 folgt in diesem Fall eine Splitterschicht 6 welche in einer Matrix 62 gebundene Keramik- oder Keramikmetall- oder Feinstein- oder Naturstein-Splitter 61 enthält. Dabei kommt es weniger auf die Schichtenfolge als eher auf die Präsenz einer Splitterschicht an, die sehr harte ein Geschoss oder einen harten Geschosskern (Wolframcarbid beispielsweise) ablenkende Splitter in loser Schüttung in einer Matrix gebunden enthält.

Im Beispiel nach Fig. 10 ist eine Anordnung mit zwei aufeinanderfolgenden Absorptionsschichten 2a und 2b gezeigt, getrennt voneinander durch eine Faserschicht 42. Im Beispiel sind dabei beide Absorptionsschichten 2a und 2b benachbart zu einer weiteren Faserschicht 41 und 43 sowie darauffolgend mit einer Stahlplatte 71 und 72 versehen.

Die Schichten wie sie in den oben gezeigten Beispielen können auch in einer anderen Reihenfolge unter teilweiser Auslassung oder mehrfacher Reihung erfolgen.

Sehr von Vorteil beim Einsatz der erfindungsgemäßen Absorptionsschichten ist auch, dass diese eine hervorragende Wärmeisolierung als Eigenschaft inne haben. Somit könnten Fahrzeuge als auch Bauten oder Zelte gegen die Außenwelt gegen Wärme oder Kälte isoliert werden, ohne, dass eine weitere Schicht oder sonstige Maßnahmen notwendig wären.

Ebenfalls ist der Aufbau der erfindungsgemäßen Absorptionsschicht Schall isolierend. Auch diese Eigenschaft ist bei der vorgeschlagenen Anwendung vorteilhaft.

Bezugszeichenliste

1	ballistische Mehrschichten-Anordnung
A	Beaufschlagungsseite
B	Rückseite
2	Absorptionsschicht
2a, 2b	Absorptionsschicht
21	Blähglas
22	Blähglasgranulat
23	Bläschen
24	Matrix
4	Faserschicht
41	Faserschicht
42, 43	Faserschicht
5	Keramik-Platte
6	Splitterschicht
61	Splitter
62	Matrix
7	Metall-Platte
71, 72	Metall-Platte
8	Kunststoffdeckschicht
9	Ballistische Platte (Stand der Technik)
91	Keramik-Platte
92	Faserschicht
93	Stahlplatte

Patentansprüche

1. Ballistische Schicht für eine ballistische Mehrschichten-Anordnung (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass diese durch eine Absorptionsschicht (2, 2a, 2b) gebildet ist, die ganz oder mehrheitlich aus Blähglas (21) besteht.
2. Ballistische Schicht nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blähglas (21) in Form von gesintertem Blähglasgranulat (22) vorliegt.
3. Ballistische Schicht nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blähglas (21) in Form von Blähglasgranulat (22) vorliegt, das in einer dichten Packung oder Schüttung mittels einer das Blähglasgranulat umgebenden Matrix (24) gehalten ist.
4. Ballistische Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blähglasgranulat (22) eine Granulat-Größe von 0,01 mm bis 5 mm aufweist.
5. Ballistische Schicht einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blähglas (21) oder Blähglasgranulat (22) mehrheitlich aus SiO₂ besteht.

6. Ballistische Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Blähglas (21) oder Blähglasgranulat (22) als weitere Inhaltsstoffe Na_2O und CaO enthält.

7. Ballistische Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Blähglas (21) oder Blähglasgranulat (22) als weitere Inhaltsstoffe in geringem Maße jeweils unter 10 Gewichtsprozent Al_2O_3 und/oder MgO und/oder K_2O enthält.

8. Ballistische Schicht nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix (24) aus Kunststoff oder -harz oder einem Kunststoff/-harz/-gemisch gebildet ist, die insbesondere schlagzäh ist.

9. Ballistische Schicht nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffgemisch Polyurethan und/oder Polyethylen und/oder Epoxdharz und/oder Silikon und/oder einen schlagfesten Kunststoff und/oder einen schlagzähen Kunststoff enthält.

10. Ballistische Mehrschichten-Anordnung (1) mit einer Beaufschlagungsseite (A) und einer Rückseite (B), und einer ballistischen Schicht (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Schichten durch eine mehrlagige Faserschicht (4, 41, 42, 43) mit Lagen aus Aramid-Fasern oder

vergleichbaren Fasern gebildet ist, wobei diese insbesondere in einer Gewebe- oder Mehrschichtgewebe-Form vorliegt.

11. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Schichten durch eine Feinstein- oder Naturstein- oder Keramik- oder Keramik-Misch-Platte (5) gebildet ist, insbesondere aus einem Verbundstoff.

12. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schicht durch eine Splitterschicht (6) gebildet ist die in einer Matrix (62) gebundene Keramik- oder Keramikmetall- oder Feinstein- oder Naturstein-Splitter (61) enthält.

13. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schicht durch eine Metall-Platte (7, 71, 72) gebildet ist.

14. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schicht durch eine hochzähe Kunststoff-Schicht gebildet ist.

15. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

dass die hochzähe Kunststoffstoff-Schicht die Matrix (24) der Absorptionsschicht (2) bildet.

16. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass diese durch eine Kunststoffdeckschicht (8) oder faserverstärkte Kunststoffgeflechtsschicht wenigstens auf einer Seiten der Beaufschlagungs- (A) und Rückseite (B) umgeben ist.

17. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Schichtenfolge an die Absorptionsschicht (2) wenigstens auf einer deren Seiten eine Faserschicht (4) folgt.

18. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anordnung biegsam als Matte oder Plane ausgestaltet ist.

19. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anordnung als starre Platte ausgestaltet ist.

20. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 17 oder 19,
dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens eine Feinstein- oder Naturstein- oder Keramik-Schicht, eine Faserschicht und eine Metallschicht vorgesehen sind.

21. Ballistische Mehrschichten-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 19 oder 19 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schichtenfolge wie folgt gewählt ist:

- eine Umhüllungsschicht,
- eine Keramikschicht, insbesondere gefolgt von einer Metallschicht,
- eine Faserschicht und Absorptionsschicht Abfolge,
- eine Metallschicht.