

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
11 **DE 3238831 A1**

51 Int. Cl. 3:  
**G21F 1/10**  
G 21 C 11/06

21 Aktenzeichen: P 32 38 831.4  
22 Anmeldetag: 20. 10. 82  
43 Offenlegungstag: 26. 4. 84

DE 3238831 A1

71 Anmelder:  
Ries, Walter, Ing.(grad.), 6990 Bad Mergentheim, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Behördeneigentum

54 Neutronenschutzmaterial und Neutronenschutzvorrichtungen aus solchem Material

Es handelt sich um ein Neutronenschutzmaterial aus thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoffen aus hochmolekularen Kohlenwasserstoffverbindungen mit besonders hohem Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalten als Brems- bzw. Abschirmmaterial (Moderator) für energiereiche, schnelle Neutronen. Zur Absorption von energiearmen Neutronen kann der Kunststoff Bor enthalten. Das Neutronenschutzmaterial dient zur Herstellung unter anderem von Folien, Platten, Rohren, Abschirmwänden, Bauelementen, Baukörpern für Strahlenschutzvorrichtungen, -einrichtungen und -anlagen sowie für Neutronenschutzbekleidungen.

DE 3238831 A1

1 Walter Ries  
Bad Mergentheim

München, den 19.10.82

5

A n s p r ü c h e

10 1. Neutronenschutzmaterial, gekennzeichnet durch wenigstens  
einen thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoff aus  
einer hochmolekularen Kohlenwasserstoffverbindung mit  
hohem Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt als Brems- bzw.  
Abschirmmaterial (Moderator) für energiereiche schnelle  
15 Neutronen.

2. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Kunststoff zur Absorption von energie-  
armen (thermischen, langsamen) Neutronen Bor enthält.

20

3. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß es ein Celluloseacetat, Cellulosenitrat,  
Cellulose-Mischester oder Celluloseäther ist.

25 4. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß es ein Casein-Kunststoff ist.

5. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß es ein Polykondensat, Polymerisat oder  
30 Polyaddukt ist.

6. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß es ein Polyolefin, Vinyl-Polymer, Styrol-  
Polymer, Polymethymethacrylat, Polyacetat oder ein Flour-  
35 Kunststoff ist.

- 1 7. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Epoxidharz oder ein vernetzter Polyurethan ist.
- 5 8. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es ein linearer Polyurethan oder ein chlorierter Polyäther ist.
9. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Phenolharz, Harnstoffharz,  
10 Melaminharz, ungesättigter Polyesterharz, Silicon oder ein Polybenzimidazol ist.
10. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Polyamid, Polycarbonat, Polyester,  
15 Polyphenylenoxid, Polysulfon oder ein Polyvinylacetat ist.
11. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
20 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um Gemische aus zwei oder mehreren der Kunststoffe handelt.
12. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
25 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Recycling-Material ist.
13. Neutronenschutzmaterial nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Recycling-Material aus Gemischen aus  
30 zwei oder mehreren der Kunststoffe besteht.
14. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, insbesondere thermoplastisches  
35 Polymerisat als Zuschlagstoff für Betonbaustoffe zur Fertigung von Strahlenschutz-Betonbaukörpern.

- 1 15. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 13 als Ausgangs- oder Recycling-Füllstoff  
für im Preß-, Extrudier- oder Spritzgußverfahren herge-  
stellte Kunststoffkörper.
- 5
16. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 13 als Ausgangs- oder Zusatzstoff für eine  
schütt- oder gießförmige Füllmasse zum Ausfüllen von  
Zwischenräumen, Fugen, Hohlräumen von Strahlenschutzge-  
10 bäuden und -anlagen.
17. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 13 als Ausgangs- oder Zusatzstoff für eine  
schütt- oder gießförmige oder zum Tränken von porösen,  
15 zellenartigen oder dergleichen Hohlräumen aufweisenden  
Neutronenschutz-Baukörpern geeignete Masse zum wenigstens  
teilweisen Ausfüllen der Hohlräume.
18. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
20 Ansprüche 1 bis 13 zur Herstellung von Neutronenschutz-  
bekleidungen.
19. Neutronenschutzmaterial nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 13 als Zuschlagstoff für Preßplatten aus  
25 Holzabfällen.
20. Neutronenschutzvorrichtung nach einem oder mehreren  
der vorstehenden Ansprüche in der Gestalt von Folien,  
Platten, Rohren, Abschirmwänden, Bauelementen, Baukörpern.  
30
21. Neutronenschutzvorrichtung nach Anspruch 20, dadurch  
gekennzeichnet, daß sie aus mehreren Teilvorrichtungen zu-  
sammengesetzt ist, von denen wenigstens eine energiereiche  
Neutronen und wenigstens eine weitere energieärmere  
35 Neutronen abschirmt bzw. absorbiert.

1 Walter Ries  
Bad Mergentheim

München, den 19.10.1982

5

Neutronenschutzmaterial und Neutronenschutz-  
vorrichtungen aus solchem Material

10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Neutronenschutzmaterial  
und Neutronenschutzvorrichtungen aus solchem Material.

Es ist bekannt, daß Wasserstoff energiereiche, schnelle  
Neutronen wirksam abbremst. Zur Abschirmung von solchen  
15 Neutronen hat man bereits Wasser, Paraffinwachs und Beton  
mit hohem Wassergehalt als wasserstoffhaltige Schutzstoffe  
verwendet. Zur Absorption von energiearmen, langsamen  
Neutronen sind vor allem Borverbindungen bekannt geworden.  
So wurde schon ein Borsilikat vorgeschlagen, daß Paraffin-  
20 wachs und Beton zugesetzt werden kann. Mit einer 20 cm bis  
25 cm dicken Schicht von Paraffin mit 40 % Borsilikat konnten  
bereits die energiearmen und energiereichen Neutronen  
abgebremst und weitgehend absorbiert werden. Die Absorption  
von Gamma-Strahlung erfolgt bekanntlich mit Materialien  
25 hoher Dichte und hoher Kernladungszahl, wie z.B. Blei,  
Stahl, Wolfram, Uran.

Die bekannten Neutronenschutzmaterialien sind zur Anfertigung  
von Neutronenschutzvorrichtungen und deren Teilen in vielen  
30 Fällen nicht geeignet. So ist festes Paraffin bei Zimmer-  
temperatur relativ weich, hat einen niedrigen Schmelzpunkt  
ist nicht geruchsneutral und leicht brennbar. Beton mit  
hohem Wassergehalt ist außerordentlich schwer und raumauf-  
wendig.

35

1-5-

1 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Neutronenschutzmaterial  
 hoher Wirksamkeit anzugeben, aus dem oder unter dessen  
 Verwendung Neutronenschutzvorrichtungen oder Elemente  
 und Teile zum Aufbau solcher Vorrichtungen mit herkömmlichen  
 5 Mitteln leicht herstellbar sind. Die physikalischen,  
 physiologischen und chemischen Eigenschaften sollen den  
 jeweiligen Anforderungen entsprechend leicht anpaßbar  
 bzw. wählbar sein. Dementsprechend sollen die aus dem  
 Neutronenschutzmaterial hergestellten Elemente, Teile  
 10 oder Vorrichtungen bei niedrigen spezifischem Gewicht  
 vor allem gute mechanische Eigenschaften besitzen und  
 sich auf herkömmliche Weise mit gebräuchlichen Werkzeugen  
 bearbeiten und wunschgemäß zu beliebig großen Einheiten  
 miteinander fest verbinden lassen. Zu den je nach Ver-  
 15 wendung wählbaren Eigenschaften, die gegebenenfalls  
 über weite Temperaturbereiche im wesentlichen unver-  
 ändert bestehen bleiben, gehören unter anderem hohe  
 Formbeständigkeit und Abriebfestigkeit, hohe Schlag-  
 zähigkeit, hohe Steifigkeit und Zerreißfestigkeit, hohe  
 20 Elastizität und Flexibilität, Unzerbrechlichkeit, Nicht-  
 brennbarkeit bzw. Schwerentflammbarkeit, Geruchlosigkeit.

Unter Verwendung des erfindungsgemäßen Neutronenschutz-  
 materials oder der aus diesem Material hergestellten  
 25 Elemente, Teile oder Vorrichtungen soll sich außerdem  
 der Aufbau von Strahlenschutzanlagen oder strahlenge-  
 schützten Räumen aus herkömmlichen Schutzmaterialien,  
 wie vor allem hochwasserhaltiger Beton, beachtlich vereinfachen  
 und der bisher erforderliche Raumaufwand sowie die  
 30 Kosten wesentlich verringern lassen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das  
 Neutronenschutzmaterial aus wenigstens einem thermo-  
 plastischen oder duroplastischen Kunststoff aus einer  
 35 hochmolekularen Kohlenwasserstoffverbindung mit hohem

z-6-

1 Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt als Brems- bzw. Ab-  
 schirmmaterial (Moderator) für energiereiche schnelle  
 Neutronen besteht. Zur zusätzlichen Absorption von  
 energiearmen (thermischen, langsamen) Neutronen besitzen  
 5 die Kunststoffe einen Zusatz von Bor.

Durch herkömmliche Preß-, Extrudier- oder Spritzguß-  
 techniken lassen sich aus den vorstehend genannten Kunst-  
 stoffen Neutronenschutzkörper, wie z.B. Folien, Platten,  
 10 Rohre, Behälter, Abschirmwände, herstellen. Erfindungsgemäß  
 können die Neutronenschutzkörper auch aus porösen,  
 zellartigen und/oder mit sonstigen Hohlräumen versehenen  
 Baukörpern wie z.B. Bauplatten, Bausteinen, Mauer- und  
 Ziegelsteinen, Hohlraumsteinen und dergleichen bestehen,  
 15 wobei die Hohlräume wenigstens teilweise mit dem vor-  
 stehend genannten Kunststoff ausgefüllt sind. Durch die Ein-  
 lagerung bzw. Einbringung des Kunststoffes in den Bau-  
 körper wird dieser erfindungsgemäß zu einem Neutronen-  
 schutzkörper hoher Festigkeit.

20 Zur Erhöhung der Neutronenschutzwirkung von Betonkörpern  
 können in die Betonmasse vor ihrer Abbindung thermo-  
 plastische Polymerisate als Zuschlagstoffe hinzugefügt  
 werden.

25 Weiterhin lassen sich aus dem erfindungsgemäßen Neutronen-  
 schutzmaterial Schutzkleidungen herstellen. Schütt- oder  
 gießfähiges Neutronenschutzmaterial nach der Erfindung  
 kann auch als Füllmasse zum Ausfüllen von besonders ausge-  
 30 sparten Bauzwischenräumen, Fugen, Spalten oder sonstigen  
 Hohlräumen dienen.

Das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial bietet die  
 Möglichkeit der besonders einfachen Herstellung von  
 Neutronenschutzvorrichtungen oder Elementen und Teilen  
 35 zum Aufbau solcher Vorrichtungen für viele Anwendungen im  
 privaten, industriellen und militärischen Bereich, z.B.

7.

1 für transportable und stationäre Neutronenquellen bzw.  
für Geräte und Apparate, die solche Neutronenquellen ver-  
wenden, für sehr reine Stoffe (Reinstmaterialien), die  
vor Neutronenstrahlen zu schützen sind, für sehr  
5 empfindliche Einrichtungen und Anlagen, die durch  
Neutronenabsorption beschädigt werden, für schutzbedürftige  
stationäre oder mobile Einrichtungen im militärischen  
Bereich und an besonders kritischen Stellen von Kern-  
reaktoren sowie als Schutzkleidung für einen wirksamen  
10 biologischen Schutz. In Strahlenschutzräumen, Strahlen-  
schutzbunkern können Innenwände und/oder Außenwände und/  
oder Zwischenwände mit Folien oder Platten aus dem  
erfindungsgemäßen Neutronenschutzmaterial abgedeckt bzw.  
verkleidet sein.

15  
Es ist klar, daß die Folien oder Platten mehrschichtig  
angeordnet sein können. So können Folien oder Platten,  
die vorwiegend als Brems- bzw. <sup>Absorptions</sup> material für  
schnelle Neutronen dienen; mit Folien oder Platten anderer  
20 Zusammensetzung kombiniert verwendet werden, die vor-  
wiegend zur Absorption von langsamen Neutronen dienen.  
Solche Folien und Platten lassen sich auf einfache Weise  
z.B. zu großen Flächeneinheiten verschweißen oder ver-  
kleben.

25  
Das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial läßt sich mit  
bekannten Verfahren leicht in jede beliebige Form bringen.  
So können auch neutronensichere Behälter gefertigt werden,  
die eine hohe Festigkeit besitzen und unzerbrechlich sind.  
30 Zur Abschirmung von strahlenden Flüssigkeiten lassen sich  
aus dem erfindungsgemäßen Neutronenschutzmaterial Kunst-  
stoffrohre extrudieren.

Die Formgebungsvielfalt des erfindungsgemäßen Neutronen-  
schutzmaterials ist durch die bekannten Press-, Extrudier-  
35 und Spritzgußtechniken praktisch unbegrenzt. Dabei lassen



1 sich die jeweils erforderlichen physikalischen Eigenschaften  
 der Neutronenschutzvorrichtungen bzw. ihrer Einzelteile  
 durch die Auswahl eines geeigneten Kunststoffes bzw. durch  
 Änderung seiner Zusammensetzung in bekannter Weise leicht  
 5 einstellen bzw. wählen. Die Erfindung zeigt damit erstmals  
 einen überraschend einfachen und kostensparenden Weg mit  
 der Möglichkeit zur Massenfertigung von Neutronenschutzvor-  
 richtungen und deren Einzelteilen.

10 Das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial als eine  
 hochmolekulare Kohlenwasserstoffverbindung mit möglichst  
 hohem Wasserstoff- und Kohlenstoffanteil kann z.B. ein  
 Polypropylen sein.

15 Ein Mol Polypropylen enthält ungefähr  $18 \cdot 10^{24}$  Kohlenstoff-  
 atome und ungefähr  $36 \cdot 10^{24}$  Wasserstoffatome.

Damit ist Polypropylen ein guter Moderator für energiereiche,  
 schnelle Neutronen.

20 Das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial kann z.B.  
 ein Casein-Kunststoff sein. Es kann auch ein Cellulose-  
 äther oder ein Cellulose-Mischester sein.

25 Ferner kann das Neutronenschutzmaterial ein Polyolefin,  
 Vinyl-Polymer, Styrol-Polymer, Polymethylmethacrylat,  
 Polyacetat oder ein flourhaltiger Kunststoff sein.

Ferner kann das Neutronenschutzmaterial ein Epoxidharz oder  
 ein vernetzter Polymethan sein. Weiterhin kann es auch aus  
 30 einem linearen Polyurethan oder einem chlorierten  
 Polyäther bestehen. Es kann sich aber auch um einen Phenol-  
 harz, Harnstoffharz, Melaminharz, ungesättigten Polyester-  
 harz, Silicon oder ein Polybenzimidazol handeln. Schließ-  
 35 lich kann das Neutronenschutzmaterial ein Polyamid,  
 Polycarbonat, Polyester, Polyphenylenoxid, Polysulfon oder  
 ein Polyvinylacetat sein.

1 Es ist dem Kunststoff-Fachmann ohne weiteres klar, daß das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial auch aus Gemischen der vorstehenden Kunststoffe bestehen kann.

Insbesondere kann es sich aber auch um Kunststoffabfälle  
 5 bzw. Recycling-Material handeln. Als Beispiel werden hier lediglich AL-PVC-Abfallfolien der Pharma-Industrie genannt, die sich zu Füllstoffen für Neutronenschutz-Kunststoffkörper verarbeiten lassen. Der Füllstoffanteil kann bis zu 90% betragen. Als Bindemittel kommen z.B. PVC,  
 10 Polyester, Polyäthylen, Polystyrol oder Polyurethan in Frage. Der Aluminiumanteil in den unter Verwendung von AL-PVC-Abfallfolien hergestellten Kunststoffkörpern, z.B. in Form von Platten, ist für die Verwendung als Neutronenschutzkörper ohne Bedeutung.

15

Das erfindungsgemäße Neutronenschutzmaterial kann aber auch Füllstoff bzw. Zuschlagstoff für Preßplatten aus Holzabfällen sein. Diese Füllstoffe können bei der Heißverpressung auch Binfunktion erhalten.

20

25

30

35