



(11) **EP 2 450 329 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.05.2012 Patentblatt 2012/19**

(51) Int Cl.:  
**C06B 41/00 (2006.01)**      **C06B 43/00 (2006.01)**  
**C06C 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11008768.1**

(22) Anmeldetag: **03.11.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Hahma, Arno**  
**91239 Henfenfeld (DE)**  
• **Karvinen, Eero**  
**40340 Jyväskylä (FI)**

(30) Priorität: **09.11.2010 DE 102010050862**

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**  
**c/o Diehl Stiftung & Co. KG**  
**Stephanstrasse 49**  
**90478 Nürnberg (DE)**

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co.KG**  
**88662 Überlingen (DE)**

(54) **Sprengstoff umfassend eine Tetrazolverbindung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Sprengstoff umfassend ein Komplexsalz, welches 5-Aminotetrazol als Liganden, ein den Liganden potentiell oxidierendes oder

ein energetisches Ion und ein vom Liganden komplexiertes Gegenion umfasst.

**EP 2 450 329 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Sprengstoff umfassend eine Tetrazolverbindung.

**[0002]** Die EP 0 733 520 A1 offenbart einen Gaserzeuger für einen Airbag der eine Tetrazolverbindung, wie 5-Aminotetrazol, Tetrazol, Bitetrazol und Metallsalze dieser Verbindungen sowie ein Oxidationsmittel, wie ein Stickoxid oder ein Metall oder Metalloxid, wie Kupferoxid, umfasst. Eine bevorzugte Zusammensetzung umfasst Aminotetrazol kombiniert mit Kupferoxid, Natriumnitrat, Guanidinnitrat, Glimmer und Kalziumstearat.

**[0003]** Aus der US 7,592,462 B2 ist ein bleifreier Initialsprengstoff der Formel  $[M^I(A)_R(B^X)_S](C^Y)_T$  bekannt. Dabei ist M Kobalt, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel oder Zink. A ist 1,5-Diaminotetrazol ("DAT"). B ist Wasser, 5-Aminotetrazol ("AT"), 5-Aminotetrazolat ("AT-"), 5-Nitrotetrazolat ("NT-"), 3,5-Dinitro-1,2,4-triazolat ("DNT-"), 5-Azido-3-nitro-1,2,4-triazolat ("ANT-"), Azid ("N<sub>3</sub>-") oder Nitrat ("NO<sub>3</sub>-"). C ist AT-, ANT-, DNT-, NO<sub>3</sub>-, N<sub>3</sub>-, NT-, Perchlorat, Tetraazidoborat, Dinitramid, Nitroformat, 5,5'-Diazido-2,2'-azo-1,3,4-triazolat, 5,5'-Dinitro-2,2'-azo-1,3,4-triazolat, 4,4',5,5'-Tetranitro-2,2'-biimidazolot oder 5,5'-Azotetrazolat. R ist dabei 5 oder 6, S ist 0 oder 1, T ist 1 oder 2; X ist 0 oder -1; Y ist -1 oder -2, X+Y ist -2 und R+S ist 6.

**[0004]** Derzeit sind Zünder stets mehrstufig aufgebaut. Sie weisen mindestens zwei, üblicherweise aber drei bis fünf Stufen auf. Jede dieser Stufen muss separat zusammengesetzt und gepresst werden. Dadurch sind die Zahl der Fehlermöglichkeiten bei der Herstellung sowie der Aufwand und die Kosten der Herstellung verhältnismäßig hoch. Es sind bisher jedoch keine Initialsprengstoffe bekannt, deren Zündleistung ausreichen würde, um einen einstufigen Zünder bereitstellen zu können.

**[0005]** Zur Einstellung der Empfindlichkeit von Initialsprengstoffen wird üblicherweise Tetrazen eingesetzt. Tetrazen ist jedoch thermisch sehr instabil. Es zerfällt bereits bei 120°C. Pro Jahr zersetzen sich 2 bis 5% des Tetrazens unter normalen Lagerungsbedingungen eines Sprengstoffs. Dadurch verändern sich die Eigenschaften eines Tetrazen enthaltenden Sprengstoffs. Darüber hinaus setzt der Zusatz von Tetrazen die Zündleistung eines Sprengstoffs herab. Wird zum Ausgleich Bleiazid und/oder Bleitriazinat beigemischt, wird der Sprengstoff thermisch instabil und bleihaltig. Tetrazen ermöglicht daher nicht die Herstellung eines bleifreien Initialsprengstoffs. Auch das ersatzweise eingesetzte Diazol zerfällt bereits bei 150°C. Bei Lagerung zersetzt es sich so, dass eine sichere Einsatzfähigkeit nach 5 bis 10 Jahren nicht mehr gewährleistet werden kann.

**[0006]** Als Ersatz für Tetrazen ist ein Bleisalz von bis-Tetrazolyltriazolat bekannt. Die Verwendung von Bleisalzen sollte jedoch generell aus Umweltschutzgründen und wegen der Gefährdung der Gesundheit der an der Produktion beteiligten Personen vermieden werden.

**[0007]** Zur Einstellung der Empfindlichkeit eines Sprengstoffs werden oft Gemische mit so vielen Kompo-

ponenten eingesetzt, dass nicht vorherzusagen ist, wie sich ein solches Gemisch bei längerer Lagerung verändert und wie sich dadurch die Zündeigenschaften des Sprengstoffs ändern.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Sprengstoff bereitzustellen, der als Initialsprengstoff verwendet werden kann und der insbesondere eine ausreichende Zündleistung bereitstellen kann, um einen einstufigen Zünderaufbau zu ermöglichen. Bei dem Sprengstoff sollen weder Tetrazen noch kompliziert zusammengesetzte Gemische zum Erreichen der erforderlichen Empfindlichkeit und Zündleistung erforderlich sein. Darüber hinaus soll der Sprengstoff lagerstabiler sein als bisher bekannte, insbesondere Tetrazen enthaltende, Sprengstoffe. Weiterhin soll eine Verwendung des Sprengstoffs angegeben werden.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 8 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 7 und 9 bis 14.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist ein Sprengstoff umfassend ein Komplexsalz, welches 5-Aminotetrazol als Liganden, ein den Liganden potentiell oxidierendes oder ein energetisches Ion und ein vom Liganden komplexiertes Gegenion umfasst, vorgesehen. Bei einem den Liganden potentiell oxidierenden Ion handelt es sich um ein Ion, dass dazu in der Lage ist, den Liganden in einer Redoxreaktion zu oxidieren.

**[0011]** Die Erfinder des erfindungsgemäßen Sprengstoffs haben festgestellt, dass das genannte Komplexsalz eine sehr hohe Leistung zeigt. Der erfindungsgemäße Sprengstoff kann sowohl als Initialsprengstoff als auch als Sekundärsprengstoff eingesetzt werden. Er ist hochenergetisch und energetischer als viele herkömmliche Initialsprengstoffe und Sekundärsprengstoffe. Die Dichte des Komplexsalzes kann 2000 kg/m<sup>3</sup> und der Detonationsdruck des erfindungsgemäßen Sprengstoffs in Einzelfällen sogar den Detonationsdruck von Hexogen übersteigen.

**[0012]** Die Zündleistung des erfindungsgemäßen Sprengstoffs ist verhältnismäßig hoch. Sie ist höher als die Zündleistung von Bleiazid und ermöglicht die Bereitstellung eines einstufigen bleifreien Zünders. Aufgrund der hohen Zündleistung kann mit dem Sprengstoff sogar ein miniaturisierter einstufiger Zünder bereitgestellt werden. Der erfindungsgemäße Sprengstoff weist außerdem einen außerordentlich kleinen kritischen Durchmesser auf. Der kritische Durchmesser ist der minimale Durchmesser eines Sprengstoffs, bei dem dieser noch detoniert.

**[0013]** Weiterhin ist der erfindungsgemäße Sprengstoff neutral, d. h. weder sauer noch basisch. Daher verträgt er sich sowohl mit sauren als auch mit basischen Verbindungen, insbesondere Sekundärsprengstoffen, d. h. es kommt nicht zu Zersetzungsreaktionen mit anderen Sprengstoffen während der Lagerung. Das Komplexsalz ist darüber hinaus äußerst schwerlöslich. Auch dadurch wird eine ungewollte Zersetzungsreaktion mit anderen

Sprengstoffen vermieden.

**[0014]** Durch die gute Verträglichkeit kann der erfindungsgemäße Sprengstoff, insbesondere im Vergleich zu Tetrazen, mit einer großen Zahl herkömmlicher Sprengstoffe, insbesondere Sekundärsprengstoffe, gemischt oder in Kontakt gebracht werden, ohne dass es zu einer Zersetzungsreaktion kommt. Bei der Gestaltung von Sprengsätzen ergibt sich dadurch eine größere Gestaltungsfreiheit im Hinblick auf deren Zusammensetzung.

**[0015]** Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Sprengstoffs besteht darin, dass dieser sehr einfach und aus wässriger Lösung durch Ausfällen hergestellt werden kann. Dadurch sind die Investitionskosten für Produktionsanlagen gering.

**[0016]** Im Gegensatz zu anderen Initialsprengstoffen ist der erfindungsgemäße Sprengstoff, sofern er kein Silber enthaltendes Komplexsalz enthält, nicht lichtempfindlich. Er kann daher ohne größere Vorsichtsmaßnahmen gehandhabt werden. Dadurch ist dessen Herstellung einfach. Darüber hinaus ist die Lagerfähigkeit von den erfindungsgemäßen Sprengstoff enthaltenden Wirkmitteln hoch.

**[0017]** Weiterhin hat sich der erfindungsgemäße Sprengstoff als laserempfindlich erwiesen. Dadurch eignet er sich für den Bau sogenannter Laserzünder, d. h. Zünder, bei denen der Initialsprengstoff durch einen Laserstrahl gezündet wird.

**[0018]** Darüber hinaus haben die Erfinder festgestellt, dass die Eigenschaften eines Sprengsatzes, der den erfindungsgemäßen Sprengstoff enthält, durch die Wahl der Sprengstoffmenge, die Wahl des Gegenions und die Wahl des den Liganden potentiell oxidierenden oder des energetischen Ions eingestellt werden können. Auch die Empfindlichkeit des erfindungsgemäßen Sprengstoffs kann durch die Wahl des Gegenions und die Wahl des den Liganden potentiell oxidierenden oder des energetischen Ions eingestellt werden. Dadurch kann die Empfindlichkeit, insbesondere auch die Laserempfindlichkeit, an die vorgesehene Anwendung angepasst werden. Ein Zusatz von Kaliumchlorat, einem anderen Chlorat oder Perchlorat, wie er bei herkömmlichen Sprengsätzen zur Einstellung der Empfindlichkeit üblich ist, ist nicht erforderlich.

**[0019]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem Sprengstoff um einen, insbesondere einstufigen, Initialsprengstoff. Da der erfindungsgemäße Sprengstoff laserempfindlich ist, eignet er sich besonders gut als ein durch einen Laserstrahl zu zündender Sprengstoff.

**[0020]** Bei dem Gegenion kann es sich um ein Na-, K-, Ca-, Mg-, Sr-, Ba-, La-, Cu-, Ni-, Fe-, Zn-, Co-, Mn-, Cd-, In-, Al-, Cr-, Ag-, Yb-, Y-, Gd-, Hydrazin-, Guanidin- oder Ammoniak-Ion handeln.

**[0021]** Das den Liganden potentiell oxidierende oder das energetische Ion kann ein Perchlorat-, Chlorat-, Bromat-, Jodat-, Perjodat-, Persulphat-, Trinitromethanat-, Dinitromethanat-, Chromat-, Dichromat-, Nitrat-, Dinitramin-, Permanganat-, Nitrotetrazolat-, Nitriminotetra-

lat-, Bistetrazolat-, Bistetrazolyltriazonat-, Bistetrazolylamin-, Azotetrazolat- oder Azid-Ion sein.

**[0022]** Besonders vorteilhaft ist ein Sprengstoff, der ein Gemisch aus mindestens zwei unterschiedlichen Sprengstoffen umfasst, wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe einer der bisher genannten erfindungsgemäßen Sprengstoffe ist. Durch das Mischen dieser unterschiedlichen Sprengstoffe lässt sich die Empfindlichkeit und die Leistung von Zünd- und Anzündsätzen ohne den Zusatz von Fremdstoffen einfach einstellen. Vorteilhaft ist es dabei, wenn jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein solches Komplexsalz ist, wie es für den erfindungsgemäßen Sprengstoff spezifiziert wurde. Dann ändert sich die Gesamtzusammensetzung des Gemischs durch mit der Zeit darin stattfindende Ionenaustauschreaktionen nicht. Dadurch bleiben die Eigenschaften des Gemischs, wie Empfindlichkeit und Zündleistung, auch bei langer Lagerung konstant. Dadurch ist die Zuverlässigkeit des Sprengstoffs gegenüber einem Sprengstoffgemisch aus ganz verschiedenen Stoffen erheblich erhöht.

**[0023]** Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung eines Komplexsalzes, welches 5-Aminotetrazol als Liganden, ein den Liganden potentiell oxidierendes oder ein energetisches Ion und ein vom Liganden komplexiertes Gegenion umfasst, als Sprengstoff. Das Gegenion kann dabei ein Na-, K-, Ca-, Mg-, Sr-, Ba-, La-, Cu-, Ni-, Fe-, Zn-, Co-, Mn-, Cd-, In-, Al-, Cr-, Ag-, Yb-, Y-, Gd-, Hydrazin-, Guanidin- oder Ammoniak-Ion sein. Bei dem den Liganden potentiell oxidierenden oder dem energetischen Ion kann es sich um ein Perchlorat-, Chlorat-, Bromat-, Jodat-, Perjodat-, Persulphat-, Trinitromethanat-, Dinitromethanat-, Chromat-, Dichromat-, Nitrat-, Dinitramin-, Permanganat-, Nitrotetrazolat-, Nitriminotetrazolat-, Bistetrazolat-, Bistetrazolyltriazonat-, Bistetrazolylamin-, Azotetrazolat- oder Azid-Ion handeln. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines Gemischs als Sprengstoff, wobei das Gemisch mindestens zwei unterschiedliche Sprengstoffe umfasst, wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein erfindungsgemäßer Sprengstoff ist. Vorzugsweise ist jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein solches Komplexsalz, wie es für den erfindungsgemäßen Sprengstoff spezifiziert wurde. Der Sprengstoff kann ein, insbesondere einstufiger, Initialsprengstoff sein. Bevorzugt ist der Sprengstoff ein Sprengstoff zum Zünden durch einen Laserstrahl.

**[0024]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert.

1. Allgemeine Arbeitsvorschrift zur Herstellung des Sprengstoffs

**[0025]** Der Komplexbilder (= Ligand) 5-Aminotetrazol wird in kaltem Wasser aufgeschlämmt und die Konzentration, wenn nicht anders angegeben, auf 1 mol/l eingestellt. Das zu komplexierende Metallsalz mit den Komplexbilder potentiell oxidierendem Anion, wie zum Beispiel Nitrat oder Perchlorat, wird als Lösung, wenn nicht

anders angegeben mit einer Konzentration von 0,4 mol/l, auf einmal zugegeben. Die resultierende Lösung wird für fünf Minuten gekocht und danach bei Raumtemperatur mindestens vier Stunden stehen gelassen. Die dabei entstandenen Kristalle werden filtriert, mit einer kleinen Menge destilliertem Wasser und anschließend zwei Mal mit Ethanol gewaschen und bei 30°C getrocknet.

## 2. Herstellung von Sprengstoffen

### 2.1 Herstellung von Kupfer(II)hexa(5-aminotetrazol)perchlorat

**[0026]** Es wurde nach der allgemeinen Arbeitsvorschrift vorgegangen. Dabei wurden 1,67 g (16,7 mmol) 5-Aminotetrazolmonohydrat in 5 ml Wasser und 1,0 g (2,7 mmol) Kupfer(II)perchlorathexahydrat in 5 ml Wasser eingesetzt. Die aus dem Vermischen der Lösungen resultierende Lösung ist anfänglich blau und nach Abschluss der Komplexbildung dunkelgrün. Die Lösung wird im Wärmeschrank bei 40 bis 50°C durch Verdunsten solange eingeengt bis das Komplexsalz auskristallisiert. Die Ausbeute ist quantitativ. Der Stoff verpufft bei 240°C. Bei Untersuchung der Laserempfindlichkeit zeigte sich, dass der Sprengstoff gegenüber 630 nm-Strahlung sehr laserempfindlich ist und mittels Laserstrahlung von 630 nm Wellenlängen zur Detonation gebracht werden kann.

### 2.2 Herstellung von Nickelhexa(5-aminotetrazol)perchlorat

**[0027]** Es wurde nach der allgemeinen Arbeitsvorschrift vorgegangen. Dabei wurden 1,67 g (16,7 mmol) 5-Aminotetrazolmonohydrat in 5 ml Wasser und 1,0 g (2,7 mmol) Nickelperchlorathexahydrat in 5 ml Wasser eingesetzt. Die aus dem Vermischen der Lösungen resultierende Lösung ist anfänglich grün und nach Abschluss der Komplexbildung dunkelviolett. Die Lösung wird im Wärmeschrank bei 40 bis 50°C durch Verdunstung solange eingeengt bis sie sirupös ist und anschließend bei Raumtemperatur auskristallisieren gelassen. Die Ausbeute ist quantitativ. Der Stoff detoniert heftig mit schrillum Knall bei 280°C. Er ist sehr laserempfindlich gegenüber 532 nm-Strahlung und weniger laserempfindlich gegenüber 630 nm-Strahlung. Der Stoff kann sowohl mittels Laserstrahlung von 532 nm als auch mittels Laserstrahlung von 630 nm Wellenlängen zur Detonation gebracht werden.

## Patentansprüche

1. Sprengstoff umfassend ein Komplexsalz, welches 5-Aminotetrazol als Liganden, ein den Liganden potentiell oxidierendes oder ein energetisches Ion und ein vom Liganden komplexiertes Gegenion umfasst.
2. Sprengstoff nach Anspruch 1,

wobei der Sprengstoff ein, insbesondere einstufiger, Initialsprengstoff ist.

3. Sprengstoff nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Sprengstoff ein durch einen Laserstrahl zu zündender Sprengstoff ist.
4. Sprengstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gegenion ein Na-, K-, Ca-, Mg-, Sr-, Ba-, La-, Cu-, Ni-, Fe-, Zn-, Co-, Mn-, Cd-, In-, Al-, Cr-, Ag-, Yb-, Y-, Gd-, Hydrazin-, Guanidin- oder Ammoniak-Ion ist.
5. Sprengstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das den Liganden potentiell oxidierende oder das energetische Ion ein Perchlorat-, Chlorat-, Bromat-, Jodat-, Perjodat-, Persulphat-, Trinitromethanat-, Dinitromethanat-, Chromat-, Dichromat-, Nitrat-, Dinitramin-, Permanganat-, Nitrotetrazolat-, Nitriminotetrazolat-, Bistetrazolat-, Bistetrazolyltriazolat-, Bistetrazolyllamin-, Azotetrazolat- oder Azid-Ion ist.
6. Sprengstoff umfassend ein Gemisch aus mindestens zwei unterschiedlichen Sprengstoffen, wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein Sprengstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist.
7. Sprengstoff nach Anspruch 6, wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein wie in den Ansprüchen 1 bis 5 spezifiziertes Komplexsalz ist.
8. Verwendung eines Komplexsalzes, welches 5-Aminotetrazol als Liganden, ein den Liganden potentiell oxidierendes oder ein energetisches Ion und ein vom Liganden komplexiertes Gegenion umfasst, als Sprengstoff.
9. Verwendung nach Anspruch 8, wobei das Gegenion ein Na-, K-, Ca-, Mg-, Sr-, Ba-, La-, Cu-, Ni-, Fe-, Zn-, Co-, Mn-, Cd-, In-, Al-, Cr-, Ag-, Yb-, Y-, Gd-, Hydrazin-, Guanidin- oder Ammoniak-Ion ist.
10. Verwendung nach Anspruch 8 oder 9, wobei das den Liganden potentiell oxidierende oder das energetische Ion ein Perchlorat-, Chlorat-, Bromat-, Jodat-, Perjodat-, Persulphat-, Trinitromethanat-, Dinitromethanat-, Chromat-, Dichromat-, Nitrat-, Dinitramin-, Permanganat-, Nitrotetrazolat-, Nitriminotetrazolat-, Bistetrazolat-, Bistetrazolyltriazolat-, Bistetrazolyllamin-, Azotetrazolat- oder Azid-Ion ist.

11. Verwendung eines Gemischs als Sprengstoff,  
wobei das Gemisch mindestens zwei unterschiedliche Sprengstoffe umfasst, wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein Sprengstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ist. 5
12. Verwendung nach Anspruch 11,  
wobei jeder der unterschiedlichen Sprengstoffe ein wie in den Ansprüchen 1 bis 5 spezifiziertes Complexsalz ist. 10
13. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 12,  
wobei der Sprengstoff ein, insbesondere einstufiger, Initialsprengstoff ist. 15
14. Verwendung nach einem der Ansprüche 8 bis 13,  
wobei der Sprengstoff ein Sprengstoff zum Zünden durch einen Laserstrahl ist. 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

## EP 2 450 329 A2

### IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

#### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0733520 A1 [0002]
- US 7592462 B2 [0003]