



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 321 505 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2003 Patentblatt 2003/26

(51) Int Cl.7: **C10L 7/02, C06D 5/00**

(21) Anmeldenummer: **02027115.1**

(22) Anmeldetag: **04.12.2002**

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

(30) Priorität: **22.12.2001 DE 10163978**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung der angewandten Forschung e.V.
80636 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Teipel, Ulrich, Dr.
76327 Pfinztal (DE)**

• **Förter-Barth, Ulrich
76199 Karlsruhe (DE)**
• **Krause, Horst, Dr.
76327 Pfinztal (DE)**

(74) Vertreter: **Lichti, Heiner, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)**

(54) **Gelförmiger Treibstoff, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines gelförmigen Treibstoffes auf der Basis von Flüssigkeiten aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- oder Explosivstoffen vorgeschlagen. Um für ein strukturviskoses Verhalten des Treibstoffes zu sorgen, werden hydrophobe Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 500 nm die Flüssigkeit homogen eindispersiert, was z. B. mittels Rührern oder Ultraschall geschehen kann.

Aufgrund der Strukturviskosität ist der Treibstoff einerseits im viskosen Zustand leicht handhabbar, andererseits läßt er sich durch Überführen in den flüssigen Zustand gut zerstäuben und kontrolliert verbrennen. Die Erfindung betrifft ferner einen solchermaßen hergestellten strukturviskosen Treibstoff und dessen Verwendung.

EP 1 321 505 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gelförmigen Treibstoffes auf der Basis einer Flüssigkeit aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen, einen solchen Treibstoff und seine Verwendung.

[0002] Gelförmige Treibstoffe sind bekannt und werden vornehmlich für Raketenantriebe in Raumflugkörpern und taktischen Waffen eingesetzt. Die US 6 013 143 A beschreibt einen solchen Treibstoff auf der Basis von tertiären Aminaziden und diesen zugesetzten Oxidatoren. Der Treibstoff soll als Alternative zu den gegenwärtig am verbreitetsten eingesetzten, toxischen Flüssigtreibstoffen auf der Basis von Hydrazin dienen. Dem Treibstoff können Gelierungsmittel in Form von Siliciumdioxid, Tonerde, Kohlenstoff oder Polymeren zugesetzt sein, um ihm einen viskosen, gelartigen Charakter zu verleihen. Durch die gelförmige Konsistenz soll ein Kompromiß hinsichtlich der generellen Nachteile von flüssigen und festen Treibstoffen erreicht werden. Während flüssige Treibstoffe schlecht handhabbar sind und infolge ihrer Flüchtigkeit ein erhebliches sicherheitstechnisches und gesundheitliches Gefährdungspotential darstellen, besteht der Nachteil von Festtreibstoffen vornehmlich in einer mangelnden Kontrollierbarkeit, da ihr Abbrand nach dem Zündvorgang nicht mehr gestoppt werden kann und im Überschuß erzeugtes Druckgas abgeführt werden muß.

[0003] Auch bei gelförmigen Treibstoffen ist eine kontrollierte Verbrennung jedoch nur schwer realisierbar. Einerseits lassen sich solche Treibstoffe nicht oder nur schlecht zerstäuben, so daß eine für einen kontrollierten Abbrand notwendige exakte Dosierung kaum möglich ist. Andererseits bestehen aufgrund der hohen Viskosität erhebliche Probleme bei der Überführung der Treibstoffe von ihrem Bevorratungsort an den Zünder, wobei es zu einem Verstopfen von Leitungen und/oder Fördereinrichtungen, wie Pumpen oder dergleichen, kommen kann. Wird hingegen der Treibsatz als ganzes gezündet, so ergeben sich dieselben Nachteile wie bei Festtreibstoffen.

[0004] Gelänge es nun, einen gelförmigen Treibstoff zu generieren, dessen Fließeigenschaften zwischen gelförmig viskos und praktisch flüssig veränderbar sind, ergäbe sich die Möglichkeit einer kombinatorischen Nutzung der jeweils günstigen Eigenschaften von Fest- und Flüssigtreibstoffen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines gelförmigen Treibstoffes der eingangs genannten Art vorzuschlagen, dessen Viskosität unabhängig von seiner Zusammensetzung veränderbar ist. Sie ist ferner auf einen solchen Treibstoff sowie auf dessen Verwendung gerichtet.

[0006] In verfahrenstechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Herstellung eines strukturviskosen gelförmigen Treibstoffes

auf der Basis einer Flüssigkeit aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen gelöst, indem Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm in die Flüssigkeit im wesentlichen homogen eindispersiert werden.

[0007] Zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist ferner ein strukturviskoser gelförmiger Treibstoff auf der Basis einer Flüssigkeit aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen mit im wesentlichen homogen eindispersierten Feststoffpartikeln mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm vorgesehen.

[0008] Überraschenderweise wurde gefunden, daß durch Eindispersieren von Feststoffpartikeln mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm, vorzugsweise zwischen 5 und 500 nm, insbesondere zwischen 10 und 300 nm, in die Flüssigkeit ein strukturviskoses Treibstoffsystem erhalten wird, dessen Viskosität durch Eintrag mechanischer Energie, wie Rührenergie, Ultraschall oder dergleichen, in breiten Bereichen von praktisch flüssig bis hochviskos bzw. gelförmig verändert werden kann. Die Viskosität des aus der Ausgangsflüssigkeit und den eindispersierten Nanopartikeln gebildeten Treibstoffs nimmt hierbei infolge Eintrag mechanischer Energie rapide ab, so daß der gelartige Treibstoff bis zu einem dünnflüssigen Zustand, wie er bei herkömmlichen Flüssigtreibstoffen bekannt ist, verflüssigt werden kann. Nach einiger Zeit kann die Viskosität des ruhenden Treibstoffes mangels Agitation wieder zunehmen, bis der Treibstoff seinen ursprünglichen gelartigen Charakter zurückerhält. Im viskosen Zustand kann der Treibstoff festkörperähnliche Materialeigenschaften, wie eine hohe Elastizität, aufweisen.

[0009] Es wird vermutet, daß sich in dem aus der Flüssigkeit und den Nanopartikeln bestehenden Treibstoffsystem im Ruhezustand infolge Wechselwirkungen der genannten Komponenten eine kristallähnliche Orientierung der Moleküle des flüssigen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffs bzw. des organischen Lösungsmittels um die Nanopartikel aufbaut, die dem System eine gelartig viskose Konsistenz verleiht und die mit wachsender Schergeschwindigkeit infolge eines Eintrags mechanischer Energie zerstört wird, wodurch der Treibstoff verflüssigt wird. Diese mit "Strukturviskosität" bezeichnete Eigenschaft, bei der die Viskosität bzw. der Fließwiderstand des Systems mit wachsendem Geschwindigkeitsgradienten abnimmt und gegebenenfalls umgekehrt wieder zunimmt, verleiht dem Treibstoff die jeweils günstigen Eigenschaften bekannter Flüssig- und Festtreibstoffe. Im gelartig viskosen Zustand ist der Treibstoff leicht handhabbar, insbesondere sicher transportier- und lagerfähig. Eine kontrollierte und insbesondere regelbare Verbrennung ist dadurch möglich, indem der Treibstoff mittels mechanischer Energie verflüssigt und der Verbrennung zugeführt wird. Dabei kann der erfindungsgemäße Treibstoff wie auch bekannte Flüssig-

treibstoffe mittels einfacher Pumpen gefördert und, falls gewünscht, auch zerstäubt werden.

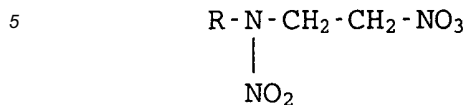
[0010] Bei der Auswahl der Nanopartikel ist darauf zu achten, daß sie eine hinreichende Benetzbarkeit mit der Flüssigkeit aufweisen, um Entmischungen oder gar eine Phasentrennung zu vermeiden. Im Falle vornehmlich hydrophober, flüssiger Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffe sollten daher Feststoffpartikel mit ebenfalls hydrophobem Charakter eingesetzt werden, während bei einem in polaren organischen Lösungsmitteln gelösten Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff Feststoffpartikel mit im wesentlichen hydrophilem Charakter eingesetzt werden sollten.

[0011] Die Feststoffpartikel können insbesondere mittels Rühren und/oder mittels Ultraschall in die Flüssigkeit eindispersiert werden. Untersuchungen haben gezeigt, daß der Anteil von Feststoffpartikeln zwischen 0,5 und 25 Mass.-% bezogen auf die Masse der Flüssigkeit eingestellt werden sollte, um einen strukturellen Treibstoff mit in weiten Bereichen veränderbarer Viskosität zu erhalten.

[0012] Um für bestimmte mechanische Eigenschaften des Treibstoffs und für einen vollständigen und gleichmäßigen Abbrand zu sorgen, ist bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Treibstoffes dafür Sorge zu tragen, daß beim Eindispersieren der Feststoffpartikel keine Luft- oder Gasbläschen in den Treibstoff eingetragen werden. Die Feststoffpartikel werden daher bevorzugt unter Ausschluß von Gasen in die Flüssigkeit eindispersiert, was beispielsweise durch vollständige Befüllung eines geschlossenen Rührkessels geschehen kann.

[0013] Eine bevorzugte Ausführung sieht vor, daß ein Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff auf der Basis von gegebenenfalls Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende funktionelle Gruppen aufweisenden, flüssigen Kohlenwasserstoffen eingesetzt wird. Der Treibstoff auf der Basis flüssiger Kohlenwasserstoffe, die gegebenenfalls Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende funktionelle Gruppen, z.B. Amin-, Amino-, Amido-, Nitro-, Nitrat-, Hydroxy-, Ether-, Estergruppen oder dergleichen enthalten, weist überdies eine gegenüber bekannten Treibstoffen auf der Basis von Hydrazin erheblich geringere Toxizität und folglich eine höhere Umweltverträglichkeit auf. Der Kohlenwasserstoff wird dabei vorzugsweise aus der Gruppe $n\text{-C}_5\text{-C}_9\text{-Alkane}$, Nitromethan (NM), n -Propylnitrat, Isopropylnitrat, Ethylenoxid, Ethylenglykoldinitrat (EGDN), Methyltrimethylolmethantrinitrat (Metrioltrinitrat, MTN), 1,2,4-Butantrioltrinitrat (BTTN), Bis-Dinitropropylacetal (BDNPA), Bis-Dinitropropylformal (BDNPF), 2,4-Dinitroethylbenzol, 2,4,6-Trinitroethylbenzol, Alkylnitrateoethylnitramine (NENAs), Kerosin und Mischungen hieraus gewählt. Als Mischungen bieten sich z.B. Mischungen aus 2,4-Dinitroethylbenzol und 2,4,6-Trinitroethylbenzol (K10) oder aus BDNPA und BDNPF (BDNPA/F) oder beliebige andere Mischungen der vorgenannten Kohlenwasserstoffe an. Mit Alkylnitrateoethylnitraminen (NENAs) sind flüs-

sige Substanzen der allgemeinen chemischen Formel



gemeint, bei denen R = Wasserstoff oder eine beliebige Alkylgruppe sein kann.

[0014] Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführung ist vorgesehen, daß ein in einem organischen Lösungsmittel gelöster, kristalliner Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff eingesetzt wird, wobei vorzugsweise kristalline Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff aus der Gruppe 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT), 1,3,5-Trimamino-2,4,6-trinitrobenzol (TATNB), 3-Nitro-1,2,4-triazol-5-on (NTO), Hexanitrostilben (HNS), Cyclotrimethylentranitramin (Hexogen, RDX), Cyclotetramethylentetranitramin (Oktogen, HMX), 2,4,6,8,10,12-Hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazaisowurtzitan (HNIW, CL20), Pentaerythritoltetranitrat (Nitropenta, PETN), Hexanitrodiphenylamin (Hexyl), Tetranitromethylanilin (Tetryl), Nitroguanidin (NQ), Triaminoguanidinnitrat (TAGN) und Mischungen hieraus gewählt werden. Desgleichen können auch salzartige Vorprodukte von Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen, z.B. Alkylammoniumnitrate, Guanidiniumammoniumnitrate, Triaminoguanidinnitrat, Triethylammoniumnitrat, Triethanolammoniumnitrat etc. oder Oxidatorsalze, wie Ammoniumnitrat (AN), Ammoniumdinitramid (ADN) etc., in einem organischen Lösungsmittel gelöst und mit den Nanopartikeln homogen vermischt werden. Als organische Lösungsmittel kommen insbesondere polare Vertreter, wie Alkohole, Ketone, Carbonsäuren, Dimethylformamid (DMF) und dergleichen, in Frage.

[0015] Die Feststoffpartikel werden vorzugsweise aus der Gruppe Metalle, Metalloxide, Metallhydroxide und Mischungen hieraus gewählt, wobei vorzugsweise Aluminium (Al), Silicium (Si), Titan (Ti), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Zirkonium (Zr) und/oder Oxide und/oder Hydroxide hiervon eingesetzt werden. So kommen z.B. Nanopartikel aus Al, ZrO_2 , TiO_2 , SiO_2 , Fe-, Ni-, Zn-, Mn-, Cu-Oxiden und/oder -Hydroxiden in Frage. Je nach eingesetzter Flüssigkeit ist es von Vorteil, ein geeignetes Hydrophobierungsmittel oder Hydrophilierungsmittel zuzusetzen, um eine vollständige Benetzung der Partikel mit der jeweils verwendeten Flüssigkeit sicherzustellen. So müssen z.B. im Falle des Einsatzes polarer Flüssigkeiten und Nanopartikel aus Siliciumdioxid diese hydrophobiert werden, was durch Oberflächenmodifikation, d.h. durch oberflächiges Einführen polarer funktioneller Gruppen, z.B. Hydroxygruppen, geschehen kann.

[0016] Zur Modifikation bzw. Optimierung der rheologischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Treibstoffes für den jeweiligen Verwendungszweck können

der Flüssigkeit bzw. dem fertigen Treibstoff ferner oberflächenaktive Additive, wie Tenside, Emulgatoren oder dergleichen, zugesetzt werden, welche die Wechselwirkung zwischen der flüssigen Komponente und den Nanopartikeln beeinflussen.

[0017] Zur Erhöhung der Leistung bzw. des spezifischen Impulses ist in Weiterbildung vorgesehen, daß dem Treibstoff weitere Explosivstoffe und/oder Oxidatoren zugesetzt werden, wobei diese dem Treibstoff entweder unmittelbar zugesetzt oder getrennt von dem Treibstoff bevorratet und erst bei der Verbrennung desselben einer Brennkammer zugesetzt werden können. Grundsätzlich kommen hierfür beliebige bekannte Vertreter von Oxidatoren, wie Ammoniumnitrat (AN), Ammoniumdinitramid (ADN), Ammoniumperchlorat (APC), Kaliperchlorate, -nitrate etc., und von Explosivstoffen in Frage.

[0018] Die weiteren Explosivstoffe bzw. Energieträger und/oder Oxidatoren können sowohl in feinpartikulärer als auch in flüssiger Form eingesetzt werden, wobei in letztgenanntem Fall vorgesehen sein kann, daß die flüssigen Explosivstoffe und/oder Oxidatoren ihrerseits vergelt werden, indem sie mit Feststoffpartikeln mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm, vorzugsweise zwischen 5 und 500 nm, insbesondere zwischen 10 und 300 nm, homogen vermischt werden und die Mischung dem Treibstoff zugesetzt wird. Es besteht auch die Möglichkeit, den auf diese Weise erhaltenen gelförmigen Oxidator bzw. Explosivstoff getrennt von dem gelförmigen Treibstoff bereitzuhalten und beide Komponenten erst in einer Brennkammer zum Zünden des Gemischs zusammenzuführen, wodurch die Menge von Oxidator bzw. Explosivstoff und Treibstoff in Abhängigkeit der erforderlichen Leistung gesteuert werden kann.

[0019] Wie bereits erwähnt, ist der erfindungsgemäße Treibstoff insbesondere als Raketentreibstoff, z.B. für Raumflugkörper oder strategische bzw. taktische Waffen geeignet. Er eignet sich ferner für Gasgeneratoren, insbesondere für Airbags, oder für Sprengstoffsysteme, wie Sprengladungen, Sprengkapseln etc.

[0020] Nachstehend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Beispiel 1

[0021] Zur diskontinuierlichen Herstellung eines strukturviskosen gelförmigen Treibstoffes werden 73,6 g Nitromethan (NM) und 6,4 g hydrophobisiertes Siliciumdioxid (SiO_2) mit einem Partikeldurchmesser zwischen 50 und 300 nm in einen geschlossenen Rührbehälter überführt und 30 min gerührt. Als Rührwerk wird ein Propellerrührer eingesetzt, der für eine axiale Vermischung der Komponenten bei moderaten Scherkräften sorgt. Die Drehzahl des Rührwerks wird auf $n = 300 \text{ min}^{-1}$ eingestellt. Nach homogener Vermischung werden dem Treibstoff 20 g feinpartikuläres Ammoniumdinitramid (ADN) zugesetzt, um unter Aufrechterhaltung der rheo-

logischen Eigenschaften des Treibstoffes seinen spezifischen Impuls zu erhöhen. Nach nochmaligem 30minütigen Rühren wird der fertige Treibstoff erhalten.

Beispiel 2

[0022] Ein strukturviskoser gelförmiger Treibstoff wird gemäß Beispiel 1 aus 71,8 g NM und 6,2 g hydrophobiertem SiO_2 mit einem mittleren Partikeldurchmesser von etwa 25 nm hergestellt. Anschließend werden als Oxidator 22 g Ammoniumperchlorat (APC) in feinpartikulärer Form zugesetzt und die Mischung 30 min homogenisiert.

Beispiel 3

[0023] Zur Herstellung eines strukturviskosen gelförmigen Treibstoffes werden 75,5 g NM und 6,5 g hydrophobisiertes SiO_2 mit einem mittleren Partikeldurchmesser von etwa 200 nm in einen geschlossenen Rührbehälter mit einem Propellerrührwerk überführt und bei einer Drehzahl von $n = 300 \text{ min}^{-1}$ 30 min gerührt. Zur Herstellung eines gelförmigen Oxidators für den derart erhaltenen Treibstoff werden in einem zweiten Rührbehälter 14,3 g Wasserstoffperoxid (H_2O_2), 2,7 g Wasser (H_2O) und 1 g hydrophobisiertes SiO_2 mit einem mittleren Partikeldurchmesser von etwa 200 nm homogen vermischt. Der Treibstoff und der Oxidator werden getrennt voneinander bevorratet und erst in einer Brennkammer zum Zünden des Gemischs zusammengeführt, um die Oxidatormenge in Abhängigkeit der erforderlichen Leistung steuern zu können.

Beispiel 4

[0024] Ein strukturviskoser gelförmiger Treibstoff wird gemäß Beispiel 3 aus 81,0 g NM und 7,0 g hydrophobiertem SiO_2 mit einem mittleren Partikeldurchmesser von etwa 25 nm hergestellt. Zur Herstellung eines gelförmigen Oxidators für den derart erhaltenen Treibstoff werden 11,0 g Salpetersäure (HNO_3) und 1 g hydrophobisiertes SiO_2 gemäß Beispiel 3 homogen vermischt und getrennt von diesem bevorratet und dem Treibstoff während der Verbrennung bedarfsweise zugesetzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines strukturviskosen gelförmigen Treibstoffes auf der Basis einer Flüssigkeit aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen, indem Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm in die Flüssigkeit im wesentlichen homogen eindispersiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

- zeichnet, daß** Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 5 und 500 nm eingesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 10 und 300 nm eingesetzt werden. 5
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feststoffpartikel mittels Rührern in die Flüssigkeit eindispersiert werden. 10
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feststoffpartikel mittels Ultraschall in die Flüssigkeit eindispersiert werden. 15
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anteil von Feststoffpartikeln zwischen 0,5 und 25 Mass.-% bezogen auf die Masse der Flüssigkeit eingestellt wird. 20
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feststoffpartikel unter Ausschluß von Gasen in die Flüssigkeit eindispersiert werden. 25
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff auf der Basis von gegebenenfalls Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende funktionelle Gruppen aufweisenden, flüssigen Kohlenwasserstoffen eingesetzt wird. 30
 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kohlenwasserstoff aus der Gruppe n-C₅-C₉-Alkane, Nitromethan (NM), n-Propylnitrat, Isopropylnitrat, Ethylenoxid, Ethylenglykoldinitrat (EGDN), Methyltrimethylolmethantrinitrat (Methioltrinitrat, MTN), 1,2,4-Butantrioltrinitrat (BTTN), Bis-Dinitropropylacetal (BDNPA), Bis-Dinitropropylformal (BDNPF), 2,4-Dinitroethylbenzol, 2,4,6-Trinitroethylbenzol, Alkylnitroethylnitramine (NENAs), Kerosin und Mischungen hieraus gewählt wird. 35
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein in einem organischen Lösungsmittel gelöster, kristalliner Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff eingesetzt wird. 40
 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der kristalline Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff aus der Gruppe 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT), 1,3,5-Trimamino-2,4,6-trinitrobenzol (TATNB), 3-Nitro-1,2,4-triazol-5-on (NTO), Hexanitrostilben (HNS), Cyclotrimethylentrinitramin (Hexogen, RDX), Cyclotetramethylentetranitramin (Oktogen, HMX), 2,4,6,8,10,12-Hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazaisowurtzitan (HNIW, CL20), Pentaerythritoltetranitrat (Nitropenta, PETN), Hexanitrodiphenylamin (Hexyl), Tetranitromethylanilin (Tetryl), Nitroguanidin (NQ), Triaminoguanidinnitrat (TAGN) und Mischungen hieraus gewählt wird. 45
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feststoffpartikel aus der Gruppe Metalle, Metalloxide, Metallhydroxide und Mischungen hieraus gewählt werden. 50
 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Feststoffpartikel Aluminium, Silicium, Titan, Mangan, Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Zirkonium und/oder Oxide und/oder Hydroxide hiervon eingesetzt werden. 55
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Flüssigkeit oberflächenaktive Additive zugesetzt werden.
 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** als oberflächenaktive Additive Tenside und/oder Emulgatoren eingesetzt werden.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Treibstoff weitere Explosivstoffe und/oder Oxidatoren zugesetzt werden.
 17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** feste Explosivstoffe und/oder Oxidatoren in feinputikulärer Form eingesetzt werden.
 18. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** flüssige Explosivstoffe und/oder Oxidatoren eingesetzt werden.
 19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Explosivstoffe und/oder Oxidatoren mit Feststoffpartikeln mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm homogen vermischt werden und die Mischung dem Treibstoff zugesetzt wird.
 20. Strukturviskoser gelförmiger Treibstoff auf der Basis einer Flüssigkeit aus flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten, festen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoffen mit im wesentlichen homogen eindispersierten Feststoffpartikeln mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 800 nm.
 21. Treibstoff nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Partikeldurchmesser der Feststoffpartikel zwischen 5 und 500 nm beträgt.

22. Treibstoff nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Partikeldurchmesser der Feststoffpartikel zwischen 10 und 300 nm beträgt.
23. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** er einen Anteil von Feststoffpartikeln zwischen 0,5 und 25 Mass.-% bezogen auf die Masse der Flüssigkeit enthält. 5
24. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit wenigstens einen gegebenenfalls Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende funktionelle Gruppen aufweisenden, flüssigen Kohlenwasserstoff enthält oder gänzlich hieraus besteht. 10
25. Treibstoff nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** er wenigstens einen Kohlenwasserstoff aus der Gruppe n-C₅-C₉-Alkane, Nitromethan (NM), n-Propylnitrat, Isopropylnitrat, Ethylenoxid, Ethylenglykoldinitrat (EGDN), Methyltrimethylolmethantrinitrat (Metrioltrinitrat, MTN), 1,2,4-Butantrinitrat (BTTN), Bis-Dinitropropylacetal (BDNPA), Bis-Dinitropropylformal (BDNPF), 2,4-Dinitroethylbenzol, 2,4,6-Trinitroethylbenzol, Alkylnitroethylnitramine (NENAs) und Kerosin enthält. 15 20 25
26. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeit wenigstens einen in einem organischen Lösungsmittel gelösten, kristallinen Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff enthält oder gänzlich hieraus besteht. 30
27. Treibstoff nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** er wenigstens einen gelösten Brenn-, Treib- und/oder Explosivstoff aus der Gruppe 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT), 1,3,5-Trimamino-2,4,6-trinitrobenzol (TATNB), 3-Nitro-1,2,4-triazol-5-on (NTO), Hexanitrostilben (HNS), Cyclotrimethylentrinitramin (Hexogen, RDX), Cyclotetramethylentetranitramin (Oktogen, HMX), 2,4,6,8,10,12-Hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazaisowurtzitan (HNIW, CL20), Pentaerythritoltetranitrat (Nitropenta, PETN), Hexanitrodiphenylamin (Hexyl), Tetranitromethylanilin (Tetryl), Nitroguanidin (NQ) und Triaminoguanidinnitrat (TAGN) enthält. 35 40 45
28. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, daß** er Feststoffpartikel aus der Gruppe Metalle, Metalloxide, Metallhydroxide oder Mischungen hieraus enthält. 50
29. Treibstoff nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feststoffpartikel aus Aluminium, Silicium, Titan, Mangan, Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Zirkonium und/oder Oxiden und/oder Hydroxiden hiervon bestehen. 55
30. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, daß** er oberflächenaktive Additive, insbesondere Tenside und/oder Emulgatoren, enthält.
31. Treibstoff nach einem der Ansprüche 20 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, daß** er weitere Explosivstoffe und/oder Oxidatoren in feinpartikulärer oder flüssiger Form enthält.
32. Verwendung eines Treibstoffes nach einem der Ansprüche 20 bis 31 als Raketentreibstoff.
33. Verwendung eines Treibstoffes nach einem der Ansprüche 20 bis 31 für Gasgeneratoren, insbesondere für Airbags.
34. Verwendung eines Treibstoffes nach einem der Ansprüche 20 bis 31 für Sprengstoffsysteme.