



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 571 136 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

(51) Int Cl.7: **C06B 21/00**, C06B 47/14,
F42D 1/10

(21) Anmeldenummer: **05004452.8**

(22) Anmeldetag: **01.03.2005**

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

(72) Erfinder:
• **Kasperski, Johann**
99102 Erfurt-Windischholzhausen (DE)
• **Bischopink, Martin**
57392 Schmallenberg (DE)

(30) Priorität: **02.03.2004 DE 102004010130**

(74) Vertreter: **DTS München**
St.-Anna-Strasse 15
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **Westspreg GmbH**
57413 Finnentrop (DE)

(54) **Hochviskoser Emulsionssprengstoff und Verfahren zu dessen Herstellung sowie Verfahren zum Verbringen desselben**

(57) Die Erfindung betrifft ein **Verfahren zur** handhabungssicheren **Herstellung** von hochviskosem Emulsionssprengstoff (1) mittels des Gassingverfahrens, umfassend die Schritte: Herstellen einer Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10); Fördern der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) durch ein Fördersystem (30) unter Verwendung eines Lubrifikationsmediums

(15), wobei das Lubrifikationsmedium (15) einen Gas-singagenten (16) aufweist; Vermischen der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) mit dem Lubrifikationsmedium (15) am Ende des Fördersystems (30); Nachemulgieren der ausgeförderten Mischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) und Lubrifikationsmedium (15) zum hochviskosen Emulsionssprengstoff.

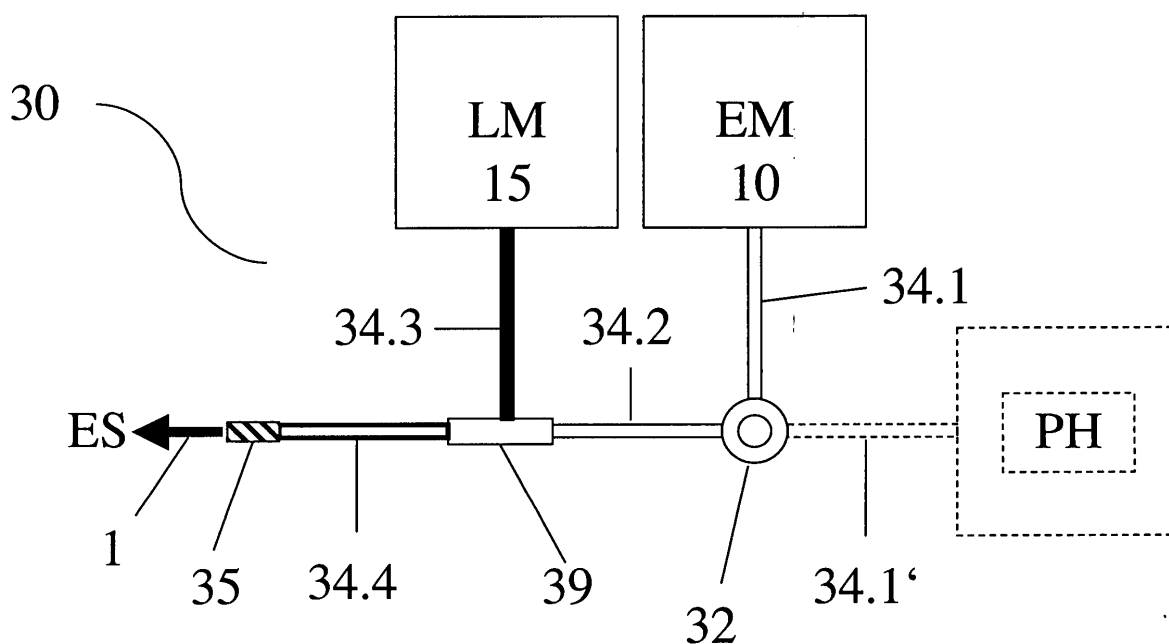


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft hochviskosen Emulsionssprengstoff und ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie ein Verfahren zum Verbringen dieses hochviskosen Emulsionssprengstoffes in Hohlräume, insbesondere Bohrlöcher. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Laden von Bohrlöchern mit dem erfindungsgemäßen hochviskosen Emulsionssprengstoff über Tage und unter Tage sowie zur losen Verwendung in einem Dichtebereich von 0,5 bis 1,3 kg/l.

[0002] Emulsionssprengstoffe gehören zu den explosivstofffreien, wasserhaltigen Nitratsprengstoffen. Basis ist eine Wasser-in-Öl-Emulsion, die durch Emulgieren einer hochkonzentrierten Nitratsalzlösung mit Mineralöl entsteht. Dabei wird die Salzlösung in feinst verteilte Tröpfchen - Größenordnung etwa 10^{-6} m Durchmesser - zerlegt und von einem noch dünneren Ölfilm von etwa 10^{-8} m Dicke umhüllt. Diese feine Emulsionsmatrix ist die wesentliche Voraussetzung für die besonderen Eigenschaften der Emulsionssprengstoffe. Trotz des extrem innigen Kontaktes ist eine Sensibilisierung durch in der Emulsionsmatrix feinst verteilte Gasbläschen als Reaktionszentren zur Ein- und Weiterleitung einer detonativen Umsetzung erforderlich. Emulsionssprengstoffe werden entweder durch das Einbringen von Mikrohohlkugeln oder durch chemisch gebildete Gasbläschen (chemical gassing) durch ein sogenanntes Gassing Agent sensibilisiert.

[0003] Der Emulsionssprengstoff ist erst nach der Sensibilisierung, d. h. der Ausbildung der Gashohlkörper innerhalb der Emulsionsmatrix sensibilisiert und damit detonationsfähig. Er findet Anwendung insbesondere im Übertagebau bei der Gesteinsgewinnung in Steinbrüchen. Hierzu kann der Emulsionssprengstoff entweder "Ort" gemischt oder die Matrix stationär vorgemischt und vor Ort nur noch durch Gasblasen sensibilisiert und per Ladeschlauch in vorgefertigte Bohrlöcher eingefüllt werden. Beim Verbringen in das Bohrloch wird das Gassing Agent hinzugegeben und dadurch findet die Gasbläschenbildung innerhalb der Emulsionsmatrix, d. h. die Sensibilisierung des Sprengstoffes, beim Verpumpen bzw. im Bohrloch statt. Das hierfür eingesetzte Mischladegerät kann die einzelnen nicht sensibilisierten Komponenten gefahrlos zur Sprengstelle transportieren, da in diesem Augenblick noch keine detonationsfähige Mischung vorliegt.

[0004] Aufgrund der flüssig-breiigen Konsistenz des Emulsionssprengstoffes kann dieser bei Übertageanwendungen sehr gut in die meist mehr oder weniger geneigt nach unten in das Gebirge gebohrten Bohrlöcher von oben befüllt werden. Sollen jedoch Bohrlöcher befüllt werden, die waagrecht oder (schräg nach oben) gebohrt sind, so besteht die Gefahr, dass dieser Emulsionssprengstoff aufgrund der Schwerkraft und der quasi-flüssigen Konsistenz dazu neigt, aus dem Bohrloch heraus zu fließen. Aus diesem Grund werden insbesondere unter Tage patronierte Sprengstoffe eingesetzt, da hier sehr oft die Anforderung besteht, dass Bohrlöcher waagrecht oder von unten nach oben gebohrt sind und dann befüllt werden müssen.

[0005] Die flüssig-breiige Konsistenz der meisten Emulsionssprengstoffe erlaubt bei Sensibilisierung durch chemische Gasblasenbildung nur eine begrenzte Dichtereduzierung auf etwa 1,1 kg/l, da bei dieser Konsistenz die nicht eingeschlossenen Gasblasen coagulieren oder aus der Matrix entweichen können. Da die Sensibilität der Emulsionssprengstoffe mit abnehmender Dichte ansteigt, ist dies der Hauptgrund, warum Emulsionssprengstoffe mit flüssig breiiger Konsistenz und chemischer Sensibilisierung bei Kleindurchmessern von 40 mm und weniger häufig nicht ausreichend detonationsfähig oder gar kapselempfindlich sind.

[0006] Darüber hinaus besteht bei den herkömmlichen Emulsionssprengstoffen unter Tage öfter das Problem des kritischen Durchmessers. Dieser liegt selbst bei patronierten Emulsionssprengstoffen aufgrund einer gerigen Dichte von ca. 1,1 +/- 0,1 kg/l bei ca. 25 mm. Bei pumpfähigen Emulsionen beträgt der kritische Durchmesser meist 40 mm und mehr. Unter Tage werden aber Sprenglöcher mit meistens geringerem Durchmesser eingesetzt. Darüber hinaus sind insbesondere pumpfähige Emulsionssprengstoffe herkömmlicher Art nach der Sensibilisierung nicht immer kapselempfindlich, so dass Booster eingesetzt werden.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und insbesondere einen Emulsionssprengstoff hoher Viskosität bereit zu stellen, der auch die Anforderungen für die Verwendung unter Tage hinsichtlich kritischem Durchmesser, Zünd- bzw. Kapselempfindlichkeit und Konsistenz erfüllt. Weitere Aufgabe der Erfindung war es, ein Verfahren zum Verbringen dieses Sprengstoffes in Bohrlöcher, insbesondere schräg nach oben verlaufenden Bohrlöchern, bereit zu stellen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, eine Vorrichtung bereit zu stellen, mit der dieser erfindungsgemäße Emulsionssprengstoff hergestellt und/oder in Bohrlöcher verbracht werden kann.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zur handhabungssicheren Herstellung von hochviskosem Emulsionssprengstoff (1) mittels des Gassingverfahrens, umfassend die Schritte: Herstellen einer Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) Fördern der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) durch ein Fördersystem (30) unter Verwendung eines Lubrifikationsmediums (15), wobei das Lubrifikationsmedium (15) einen Gassingagenten (16) aufweist; Vermischen der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) mit dem Lubrifikationsmedium (15) am Ende des Fördersystems (30) bzw. Ladeschlauches; Nachemulgieren der ausgeförderten Mischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) und Lubrifikationsmedium (15) zum hochviskosen Emulsionssprengstoff (1).

[0009] Mittels des Gassingverfahrens hergestellte Emulsionssprengstoffe werden erfindungsgemäß aus einer Emulsionsmatrix hoher Viskosität, und der Vermischung mit einem Gassing Agenten hergestellt. Durch die Vermischung der Emulsionsmatrix mit dem Gassing Agenten werden die erforderlichen Gasbläschen in die Emulsionsmatrix eingebracht, mit der diese dann sensibilisiert wird.

[0010] Die erfindungsgemäße Emulsionsmatrix hoher Viskosität ist bevorzugt aus einem Emulgator, einer Ölphase und einer Oxidizerphase hergestellt. Der Emulgator wird dabei bevorzugt so gewählt, dass die fertige Emulsionsmatrix bei geringer Scherbeanspruchung zunächst eine geringe Neigung zur Nachemulgierung aufweist und bei höherer Scherbeanspruchung nachemulgiert.

[0011] Bevorzugt liegen bei der Emulsionsmatrix hoher Viskosität sämtliche sauerstofffreisetzenden Salze in der restlichen Lösung vor. Typischer Weise liegt die in den Zusammensetzungen verwendete Wassermenge zwischen 1 und 30 Gewichtsprozent. Vorzugsweise liegt die verwendete Menge zwischen 10 und 25 Gewichtsprozent, besonders bevorzugt zwischen 10 und 15 Gewichtsprozent bezogen auf die Emulsionsphase. Die kontinuierlich mit Wasser un- vermischbare organische Phase (Ölphase) der Wasser-in-Öl-Emulsion enthält zwischen 2 und 15 Gewichtsprozent, bevorzugt zwischen 4 und 8 Gewichtsprozent bezogen auf die Emulsionsphase.

[0012] Die Emulgatorkomponente der Zusammensetzung der Emulsionsmatrix hoher Viskosität enthält bevorzugt zwischen 0,5 und 5 Gewichtsprozent der Emulsionsphase. Die Emulgatorkomponente besteht bevorzugt aus einem Emulgator vom PIBSA-Typ und aus einem Sorbitanester in jedem beliebigen Mischungsverhältnis. Es kann auch ein reiner PIBSA-Emulgator eingesetzt werden. Der Massenanteil des Emulgators wird bevorzugt so gewählt, dass einerseits eine möglichst hohe Stabilitätsreserve erreicht wird und andererseits die Nachemulgierung, die mit einer Viskositäts-erhöhung der Emulsion einhergeht, zielgerichtet beeinflusst werden kann. Als Emulgator kann auch ein Gemisch (Blend) bestehend aus reinem Emulgator (Aktive Phase) und Öl eingesetzt werden.

[0013] Besonders bevorzugt liegt in der Emulsionsmatrix hoher Viskosität bei Verwendung eines Emulgators aus zwei Emulgatorkomponenten bereits eine erste, in der Emulsionsmatrix hoher Viskosität bereits aktivierte Phase des Emulgators vor und ein weiterer Überschuss an noch nicht aktivierten Emulgatoren, die erst im Schritt des Nachemul- gierens der ausgeförderten Mischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität und Lubrifikationsmedium zum hochvis- kosen Emulsionssprengstoff nachemulgiert.

[0014] Die Oxidizerphase wird bevorzugt so gewählt, dass die Sauerstoffbilanz des hochviskosen Emulsionsspreng- stoffes bei 0 bis + 2,5 %, bevorzugt bei + 0,5 bis 1,5 % liegt. Der durch die anorganische Phase bedingte Sauerstoff- überschuss des Produkts ermöglicht die Zugabe von weiteren energiereichen Komponenten, wie Metallpulver, vor- zugsweise Al, Mg, Grafit, Ruß, Kohle, etc. oder eine Mischung dieser Komponenten, in Konzentrationen von bevorzugt bis zu 2 %. Hierdurch können der Energiegehalt und weitere thermodynamische Daten des hochviskosen Emulsions- sprengstoffes für unterschiedliche Einsatzfälle optimiert werden.

[0015] Durch die Verwendung eines Lubrifikationsmediums bei der Förderung der Emulsionsmatrix hoher Viskosität durch das Fördersystem wird eine besonders schonende Förderung der noch nicht sensibilisierten Emulsionsmatrix hoher Viskosität durch das Fördersystem ermöglicht. Aufgrund des eingestellten, laminaren Strömungsprofils inner- halb des Fördersystemes und der speziellen Zuführung des Lubrifikationsmediums mit dem darin enthaltenen Gassing Agent bevorzugt in Form eines konzentrischen, die Emulsion umgebenden Gleitfilmes, findet keine Vorab-Vermischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität und Lubrifikationsmediums bzw. Gassing Agent statt, so dass eine Sensibilisie- rung der Emulsionsmatrix hoher Viskosität innerhalb des technischen (Förder-)Systems ausgeschlossen ist. Die im System vorliegenden Komponenten Emulsionsmatrix und umgebender Lubrifikationsfilm bilden für sich genommen keinen sensibilisierten Sprengstoff, der detonationsfähig wäre. Diese Neuerung in der verfahrensgemäßen Sicher- heitskonzeption, die Bildung von Sprengstoff in allen Teilbereichen des technischen (Förder-)Systems zu vermeiden, war bei den bisherigen Emulsionssprengstoffen des Standes der Technik deshalb nicht möglich, da die Emulsionsma- trix sich bereits innerhalb des Fördersystems mit dem Gassing Agent vermischt hat und es damit zu einer (teilweisen) und allmählichen Sensibilisierung der Matrix bzw. zur Ausbildung einer detonationsfähigen Sprengstoffes beim Pum- pen bzw. Transport durch den Ladeschlauch gekommen war. Überraschend ist in der vorliegenden Erfindung gefunden worden, dass bei der Verwendung einer Emulsionsmatrix hoher Viskosität und einer entsprechenden Förderung eine Vermischung nicht im Fördersystem stattfindet, obwohl das Lubrifikationsmedium bereits den Gassing Agenten um- fasst ist.

[0016] Erst am Ende des Fördersystems wird nun die Emulsionsmatrix hoher Viskosität mit dem sie umgebenden Lubrifikationsmedium und damit mit dem Gassing Agenten vermischt. Damit wird erst am Ende des Fördersystems, d. h. am Austritt des Sprengstoffes aus dem Schlauchsystem die Emulsionsmatrix sensibilisiert und damit detonati- onsfähiger Sprengstoff hergestellt.

[0017] Nach der Vermischung der Emulsionsmatrix mit dem Lubrifikationsmedium bzw. dem Gassing Agenten, be- vorzugt in einem Statikmischer, kommt es zu einer Nachemulgierung der ausgeförderten Mischung von Emulsions- matrix und Lubrifikationsmedium und damit zur Herstellung des hochviskosen Emulsionssprengstoff gemäß der vor- liegenden Erfindung. Dadurch findet nochmals eine entscheidende Erhöhung der Viskosität des Emulsionssprengstof- fes bei bzw. nach der Sensibilisierung statt.

[0018] Auf diese Weise wurde ein Emulsionssprengstoff bzw. ein Verfahren zu dessen Herstellung bereitgestellt, der aufgrund der hochviskosen Eigenschaft nun gegen die Schwerkraft auch in ein Bohrloch ladbar ist, das schräg oder sogar senkrecht nach oben gebohrt wurde. Aufgrund der hohen Viskosität des auf die beschriebene Weise hergestellten Sprengstoffes fließt dieser nicht mehr aus dem Bohrloch sondern verbleibt dort gegen die Schwerkraft.

[0019] In einem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung wird beim Fördern der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) zwischen dieser und dem Lubrifikationsmedium (15) keine turbulente, sondern eine weitgehend laminare Strömung aufrechterhalten, insbesondere eine laminare Strömung mit einer Reynoldszahl von weniger als 2300, bevorzugt von weniger als 2000, besonders bevorzugt von weniger als 1500.

[0020] Durch die Wahl der Emulsionsmatrix hoher Viskosität kann nun innerhalb des Fördersystems zwischen dieser und dem Lubrifikationsmedium eine laminare Strömung aufrecht erhalten werden. Eine laminare Strömung in diesem Sinne bedeutet, dass insbesondere keine Scherkräfte zwischen dem Lubrifikationsmedium und der Emulsionsmatrix auftreten und damit auch keine Vermischungen. Es treten somit keine Verwirbelungen oder Vermischungen auf. Auf diese Weise ist es möglich, den Gassing Agent bis zur Vermischung der Emulsionsmatrix am Ende des Fördersystems zu transportieren, ohne dass vorher schon eine Vermischung bzw. eine Reaktion des Gassing Agenten mit der Emulsionsmatrix stattfinden kann. Da der Gassing Agent im Schmiermittel bzw. Lubrifikationsmedium erst am Schlauchende mit der Matrix vermischt wird, entsteht die endgültige Zusammensetzung, insbesondere die gewünschte endgültige Viskosität, des Sprengstoffes erst hinter dem Statikmischer, d. h. nachdem die Komponenten aus dem Schlauch ausgetreten sind.

[0021] Bei dem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung weist die Emulsionsmatrix (10) eine Viskosität von mehr als 60.000 mPas, bevorzugt mehr als 80.000 mPas, besonders bevorzugt mehr als 100.000 mPas auf.

[0022] Die Viskosität einer herkömmlichen Emulsionsmatrix beträgt bis zu 50.000 mPas (gemessen nach dem Verfahren Brookfield, Spindel 7, 10 rpm, 20° C). Die erfindungsgemäße Emulsionsmatrix weist nun eine viel höhere Viskosität auf. Dies war im Stand der Technik bisher deshalb vermieden worden, weil dadurch eine Vermischung mit dem Gassing Agent nicht mehr effektiv dargestellt werden konnte. Überraschend wurde erfindungsgemäß gefunden, dass auch bei einer Emulsionsmatrix mit einer weit höheren Viskosität, besonders bevorzugt von über 100.000 mPas eine Vermischung mit dem Gassing Agenten sehr wohl zur erforderlichen Vermischung und Nachemulgierung bzw. Sensibilisierung des Endprodukts führen kann. Aus diesem Grund wurde entgegen den Vorurteilen aus dem Stand der Technik erfindungsgemäß eine Emulsionsmatrix hoher Viskosität gewählt.

[0023] Durch die hohe Viskosität der Emulsionsmatrix kann damit bei der Förderung der Emulsionsmatrix zusammen mit dem Gassing Agenten enthaltenden Lubrifikationsmedium innerhalb des Fördersystems die laminare Strömung sehr gut aufrecht erhalten werden.

[0024] In einem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung besteht der Emulgator aus mindestens zwei Emulgatorkomponenten, die bei unterschiedlicher Scherbeanspruchung emulgieren. Der in der Emulsionsmatrix hoher Viskosität vorliegende Emulgator ist zur Herstellung dieser Matrix bereits aktiviert worden, d. h. zur Herstellung der Matrix teilweise emulgiert. Dadurch wird der Emulsionsmatrix diese Viskosität erst verliehen. Bevorzugt liegt in dieser vorgemischten Emulsionsmatrix hoher Viskosität eine zweite Phase an Emulgator (ein Emulgatorüberschuss) vor, der erst nach Ausbringen der Emulsionsmatrix durch eine Vermischung am Ende nachemulgiert und so die Emulsionsmatrix hoher Dichte durch Aktivierung dieser zweiten Phase im Emulgator eine nochmals entscheidend höhere Viskosität verleiht. Der endgültig erhaltene Sprengstoff weist dann eine Viskosität über 200.000 mPas auf, bevorzugt 250.000 bis 350.000 mPas und höher. Die Emulsionsmatrix hoher Viskosität weist eine Viskosität von mehr als 60.000 mPas, bevorzugt mehr als 80.000 mPas, besonders bevorzugt mehr als 100.000 mPas auf. Durch den Einsatz eines Emulgators aus mindestens zwei Komponenten ist es damit möglich, die Emulsionsmatrix selbst in einem hohen Viskositätsbereich herzustellen, und diese dann bei Vermischung zum endgültigen Emulsionssprengstoff nochmals entscheidend in ihrer Viskosität zu erhöhen.

[0025] Bei einem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung umfasst das Lubrifikationsmedium (15) eine Mischung von Wasser und Gassingagent (16).

[0026] Dadurch, dass das Lubrifikationsmedium neben dem Gassing Agent auch noch Wasser enthält, können die Lubrifikationseigenschaften des Lubrifikationsmediums verbessert werden.

[0027] Bei einem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung wird ein hochviskoser Emulsionssprengstoff erhalten, der eine Dichte von mindestens 0,5 kg/l bis 1,2 kg/l, bevorzugt 0,9 kg/l aufweist.

[0028] Durch das beschriebene Herstellungsverfahren ist es möglich, die Dichte des erhaltenen Emulsionssprengstoffes durch die Wahl von verschiedenen Parametern einzustellen. Neben der Zusammensetzung der Emulsionsmatrix kann insbesondere die Art und Weise der Vermischung am Ende zu einer Änderung der Dichte beitragen. Durch eine besonders intensive Vermischung ist es damit möglich, niedrige Dichten zu erzeugen. Besonders bevorzugt werden Dichten von 0,6 bis 1,5 kg/l besonders bevorzugt von 0,8 bis 1,15 kg/l eingestellt.

[0029] Während die Viskosität des erhaltenen Emulsionssprengstoffes vor allen Dingen durch die Scherkräfte, die herrschende Temperatur und den anhaltenden Druck bestimmt wird, wird die Dichte durch die Zusammensetzung der

Emulsionsmatrix (Anteil von SN (Natriumnitrat) in der Lösung), Temperatur und Druck sowie den Umfang der Gasbläschenbildung bestimmt.

[0030] Bei einem besonders bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung umfasst das Fördersystem (30) zum Fördern der Emulsionsmatrix (10) als Fördermittel (32) eine Exzentrerschneckenpumpe.

[0031] Um so schonender die Förderung der Emulsionsmatrix in dem Fördersystem unter Einsatz des Lubrifikationsmediums erfolgen kann, um so zuverlässiger kann die laminare Strömung zwischen Matrix und Lubrifikationsmittel aufrechterhalten werden. Besonders vorteilhaft wird die laminare Strömung auch durch die hohe Viskosität der Emulsionsmatrix verbunden mit moderaten Strömungsgeschwindigkeiten sichergestellt. Diese Parameter führen zu kleinster Reynoldszahl und somit zur Bildung laminarer Strömung. Die (mechanisch) schonende Förderung wird dadurch im Wesentlichen durch die Pumpen- und Injektortechnik, aber auch die statischen Mischelemente im Vergleich zu theoretisch denkbaren dynamischen Mischern gefördert. Bevorzugt wurde gemäß der Erfindung gefunden, dass ein besonders schonender Fördervorgang unter Einsatz von Exzentrerschneckenpumpen durchgeführt werden kann. Eine Exzentrerschneckenpumpe ist dabei insbesondere eine Verdrängerpumpe einfacher Bauart. Sie arbeitet ohne Ventile und besitzt nur zwei Förderelemente, die rotierende Exzentrerschnecke und den statischen Gehäuseeinsatz. Der metallische Rotor dreht sich exzentrisch in einem Stator aus elastischem Material. Dabei wird das Medium kontinuierlich, d. h. annähernd pulsationsfrei, in axialer Richtung gefördert. Der Förderstrom ist in etwa proportional zur Drehzahl.

[0032] Bei einem weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung umfasst das Fördersystem (30) zum Fördern der Emulsionsmatrix (10) eine Förderleitung (34) mit einem Innendurchmesser von weniger als 25 mm, bevorzugt von weniger als 22 mm, besonders bevorzugt von weniger als 19 mm.

[0033] Durch die Wahl des Innendurchmessers von weniger als 25 mm wird nochmals die Sicherheit des Herstellungsverfahrens erhöht, da durch eine entsprechend geringe Wahl des Innendurchmessers der Durchmesser unterschritten wird, bei dem selbst der fertig sensibilisierte Sprengstoff durchdetonieren könnte. Wird nun ein entsprechend geringer Innendurchmesser in dem Fördersystem verwendet, so kann nicht einmal theoretisch ein sensibilisierter Sprengstoff in diesen Abmessungen zur Detonation kommen.

[0034] Beim weiteren bevorzugten Verfahren der vorliegenden Erfindung werden die Emulsionsmatrix (10) und das Lubrifikationsmedium (15) mittels eines statischen Mischers (35) zum hochviskosen Emulsionssprengstoff (1) vermischt.

[0035] Durch die Verwendung eines statischen Mischers, besonders bevorzugt durch eine Reihe von bevorzugt verschiedenen statischen Mixern werden die Emulsionsmatrix und das Lubrifikationsmedium miteinander vermischt, so dass es zur optimalen Gassingbildung als auch bevorzugt zur Nachemulgierung des Sprengstoffes kommt. Bisher war im Stand der Technik davon ausgegangen worden, dass die Verwendung eines statischen Mischers nicht ausreichen würde, um eine entsprechende ausreichende Vermischung zwischen dem Gassing Agenten und der Emulsionsmatrix herzustellen. Es ist besonders bevorzugt, mehrere statische Mischer je nach Einsatzgebiet hintereinander einzusetzen.

[0036] Besonders bevorzugt ist der statische Mischer (35) im Mundstück am Ende einer Förderleitung (34.4) des Fördersystems (32) vorgesehen.

[0037] Bei der Ausbildung des statischen Mischers im Mundstück am Ende der Förderleitung ist es möglich, verschiedene Mundstücke wechselweise einzusetzen, um eine Anpassung insbesondere der Viskosität des Emulsionssprengstoffes an dem jeweiligen Anwendungsfall vorzunehmen. Bevorzugt können die freien Querschnitte bzw. die Länge der integrierten Mischstrecke variiert werden, um Strömungsgeschwindigkeit, Mischgüte und Endviskosität der Emulsion zu beeinflussen. Bevorzugt wird auch die Geometrie des Mundstückes variiert, um einen Richtungsstrahl, einen Seitenstrahl, etc. einzustellen und stets eine optimale Füllung der Bohrlöcher zu gewährleisten. Gleichzeitig sind unterschiedliche Aufnahmesysteme für Zünder oder Booster verschiedenster Art innerhalb des Mundstücks realisierbar, so dass zusammen mit dem Emulsionssprengstoff gleich passende Zündmittel zur Initiierung sicher in das Bohrloch tiefste eingebracht werden können. Bevorzugt sind die Mundstücke so konzipiert, dass mittels eines Schnellwechselsystems ein Austausch innerhalb kürzester Zeit möglich ist.

[0038] Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem gelöst durch ein Verfahren zum Verbringen eines hochviskosen Emulsionssprengstoffes (1) in einen Hohlraum (5), insbesondere ein Bohrloch, umfassend die Schritte Fördern einer nicht sensibilisierten Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) durch ein Leitungssystem (33), Injizieren eines Lubrifikationsmediums (15) in das Leitungssystem, wobei das Lubrifikationsmedium (15) einen Gassingagenten (16) enthält und zwischen der Emulsionsmatrix und der Innenwand des Leitungssystems einen Schmierfilm bildet, Durchmischen der Emulsionsmatrix (10) mit dem Gassingagenten (16) am Übergang vom Leitungssystem in den zu befüllenden Hohlraum (5).

[0039] Durch dieses erfindungsgemäße Verfahren zum Verbringen eines hochviskosen Emulsionssprengstoffes ist es möglich, den Emulsionssprengstoff in einen Hohlraum, insbesondere ein Bohrloch zu verbringen, ohne dass vor Austritt des Sprengstoffes in das Bohrloch fertig gemischter Sprengstoff vorliegt. Der hochviskose Emulsionssprengstoffes wird erst nach dem Austritt aus dem Fördersystem, d. h. am Schlauchende gebildet. Besonders bevorzugt wird das Leitungssystem, insbesondere ein Schlauch, in das Bohrloch eingeführt und während des Befüllvorgangs entspre-

chend dem Füllstand des Bohrloches langsam wieder herausgezogen bzw. durch den Rückstoss herausgedrückt. Auf diese Weise kann das Bohrloch optimal mit hochviskosem Emulsionssprengstoff befüllt werden, auch wenn das Bohrloch schräg nach oben ausgerichtet ist.

[0040] Bei einem weiteren bevorzugten Verfahren zum Verbringen eines hochviskosen Emulsionssprengstoffes laut der vorliegenden Erfindung wird der Schmierfilm bzw. Lubrifikationsfilm derart ausgebildet, dass es nicht zu einer Vermischung des den Gassingagenten (16) enthaltenden Lubrifikationsmediums (15) und der Emulsionsmatrix (10) innerhalb des Leitungssystems (33) kommt.

[0041] Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch einen Emulsionssprengstoff, der nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

[0042] Der so erhaltene Emulsionssprengstoff zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass er eine Viskosität von mehr als 200.000 mPas, bevorzugt mehr als 250.000 mPas, besonders bevorzugt mehr als 300.000 mPas aufweist und damit eine extrem hohe Viskosität hat. Diese hohe Viskosität ermöglicht es dem Sprengstoff, in die Hohlräume einmal verpumpt dort auch haften zu bleiben und nicht wie der herkömmliche verpumpte Sprengstoff gegen die Schwerkraft wieder abzufließen. Da die erreichte hohe Viskosität erfindungsgemäß bevorzugt auch mit einer entsprechend niedrigen Dichte kombiniert werden kann, ist der so erhaltene Sprengstoff ideal geeignet, um unter Tage bzw. im Tunnelbau zum Einsatz zu kommen.

[0043] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ebenfalls gelöst durch ein Fördersystem (30) für hochviskose, emulsionsbasierte Sprengstoffe (1) umfassend ein Leitungssystem (33) mit einer Emulsionsmatrixzuführung und einer Lubrifikationsmediumszuführung, wobei die Lubrifikationsmediumszuführung über einen Injektor (36) mit der Emulsionsmatrixzuführung verbunden ist, und am oder nahe am Ende des Fördersystems (30) ein statischer Mischer (35) vorgesehen ist.

[0044] Besonders bevorzugt ist bei dem erfindungsgemäßen Fördersystem eine Zuführung für Gasing Agent über den Injektor verbunden. Auf diese Weise kann der Gasing Agent in das Leitungssystem eingebracht werden und um die zu fördernde Emulsionsmatrix herum zusammen mit dem Lubrifikationsmedium einen Gleitfilm bilden.

[0045] Besonders bevorzugt ist die Zuführung für das Lubrifikationsmedium und die Zuführung für den Gasing Agent zumindestens teilweise identisch, ganz besonders bevorzugt identisch.

[0046] Die Erfindung soll anhand der folgenden Figuren beispielhaft erläutert werden. Hierbei wird in den Figuren gezeigt:

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fördersystems bzw. Mischgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung und

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Ausschnitts des Fördersystems im Bereich des Endes der Förderleitung.

[0047] In Fig. 1 wird schematisch ein Fördersystem bzw. Mischgerät 30 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Das Fördersystem 30 besteht aus Behältern zur Aufnahme von Mischladekomponenten nämlich der Emulsionsmatrix EM10, den Lubrifikationsmedium LM15 sowie optional einer Komponente zum Einstellen des pH-Wertes. Der Vorratsbehälter der Emulsionsmatrix EM10 ist über eine erste Förderleitung 34.1 mit dem Fördermittel bzw. der Pumpe 32 verbunden. Optional kann ein Mittel zum Einstellen des pH-Wertes innerhalb der Emulsionsmatrix EM10 über eine Förderleitung 34.1' ebenfalls mit der Pumpe 32 verbunden sein (gestrichelt dargestellt). Über eine Förderleitung 34.2 ist die Pumpe 32 dann mit einem Injektor 39 verbunden. Auf diesen Injektor 39 wird auch das bevorratete Lubrifikationsmedium LM15 über eine Förderleitung 34.3 verbunden. Der Injektor 39 ist dann über eine Förderleitung 34.4, insbesondere einen Schlauch 34.4 mit einem statischen Mischer 35 verbunden.

[0048] Es wird nun Emulsionsmatrix 10 über die Förderleitung 34.1 der Pumpe 32 zugeführt. Bei der Pumpe 32 handelt es sich bevorzugt um einen Exzentrerschneckenpumpe. Optional kann hier - wenn nicht bereits vorher geschehen - der pH-Wert der Emulsionsmatrix 10 eingestellt werden. Dies geschieht durch Zugabe einer pH-regulierenden Komponente wie beispielsweise Essig- oder Zitronensäure oder einer anderen Säure, die sich zur pH-Wert Absenkung der Emulsionsmatrix eignet. Die so modifizierte Emulsionsmatrix EM10 wird durch die Pumpe 32 über die Förderleitung 34.2 zum Injektor 39 gefördert. In diesem Augenblick liegt eine unsensibilisierte Emulsionsmatrix EM10 mit eingestellten pH-Wert vor. Über den Injektor 39 wird nun aus dem Vorratsbehälter LM15 Lubrifikationsmedium über die Zuführleitung 34.3 in den Förderstrom der Emulsionsmatrix EM10 injiziert. Das Lubrifikationsmedium LM15 umfasst den für die Sensibilisierung des Sprengstoffs erforderlichen Gassing Agenten. Durch das Injizieren des Lubrifikationsmediums über den Injektor 39 wird ein konzentrischer, die Emulsionsmatrix umgebender Gleitfilm bestehend aus dem Lubrifikationsmedium LM15 gebildet, der dann in der Zuführleitung 34.4 die Emulsionsmatrix umgibt, ohne dass eine Vermischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität 10 und Lubrifikationsmedium bzw. Gassing Agent 15 stattfindet. Auf diese Weise wird eine Sensibilisierung des Sprengstoffs in der Förderleitung 34.4 unterbunden. Im Mischer 35 wird dann der bis dahin als ringförmiger Begleitfilm vorliegende Anteil an Lubrifikationsmedium mit dem Gassing Agenten

mit der Emulsionsmatrix EM10 vermischt, so dass hinter dem Mischer 35 hochviskoser Emulsionssprengstoff ES1 austritt. Durch die Verwendung des Mixers 35 wird eine Nachemulgierung des als Überschuss in der Emulsionsmatrix noch vorhandenen Emulgators bewirkt, so dass die Viskosität des Emulgators nochmals bis zu 100% und mehr erhöht wird. Der dann vorliegende Emulsionssprengstoff ES1 ist hochviskos bei geringer Dichte, die durch die Art der Vermischung und die Sensibilisierung durch das Gassingmittel bei gewählter Temperatur und Druck einstellbar ist.

[0049] Durch diese Anordnung eines Mischgeräts ist ein Fördersystem 30 bereitgestellt worden, das bis zum Austritt der Mischung aus dem statischen Mischer 35 keinen sensibilisierten Sprengstoff umfasst. Auch bei Abschalten des Fördersystems bildet sich selbst in der Zuführleitung 34.4 kein sensibilisierter Sprengstoff. Auf diese Weise ist ein besonders sicheres Mischgerät bzw. Fördersystem 30 bereitgestellt worden.

[0050] In Fig. 2 ist nochmals im Detail ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung für die Strecke hinter dem Injektor 39 (nicht abgebildet) dargestellt. In der Zuführleitung 34.4 wird die Emulsionsmatrix 10 von Lubrikationsmedium 15, das den Gassing Agenten beinhaltet, ringförmig umschlossen. In der Querschnittsdarstellung in der Fig. 2 ist dies durch die schwarze Farbe im Randbereich der Zuführleitung 34.4 dargestellt. Der beispielhaft dargestellte statische Mischer 35 besteht aus zwei Abschnitten 35.1 und 35.2. Während im Abschnitt 35.1 eine leichte Vormischung durch eine entsprechende Geometrie im Randbereich des Schlauches vorgesehen ist, wird im Abschnitt 35.2 durch entsprechende Kanalsysteme eine Vermischung der Emulsionsmatrix 10 mit dem Lubrikationsmedium 15 ermöglicht.

[0051] Die vom Lubrikationsmedium 15 umgebenden Emulsionsmatrix 10 wird über die Zuführleitung 34.4 in den statischen Mischerabschnitt 35.1 gefördert, wo es zu einer Vorvermischung des Lubrikationsmediums 15 mit der Emulsionsmatrix 10 kommt. Im Mischerabschnitt 35.2 kommt es dann zum Auftreten von Scherkräften auf dieses Vorgemisch, wodurch eine intensive Durchmischung der beiden Komponenten bewirkt wird. Auf diese Art und Weise kommt es einerseits zur Sensibilisierung des Sprengstoffes durch Vermischung der Emulsionsmatrix mit dem Gasing Agenten und gleichzeitig zu einer Nachemulgierung der Emulsionsmatrix unter Aktivierung der zweiten Phase des Emulgators, der noch unverbraucht, d. h. nicht aktiviert, in der Emulsionsmatrix vorliegt. Durch die Verwendung dieses Emulgatorüberschusses in der Emulsionsmatrix kann auf diese Weise eine Nachemulgierung durchgeführt werden, die zu einer erhöhten Viskosität des im Ende erzeugten Emulsionssprengstoffes 1 führt. Dieser wird auch erst nach Austritt aus dem Mischabschnitt 35.2 endgültig sensibilisiert und damit detonationsfähig.

[0052] Auf diese Weise ist ein neuartiges Mischgerät aufgefunden worden, das einen noch sichereren Umgang bei Verpumpung und Förderung von Emulsionssprengstoff zulässt und zu einem deutlich höherviskosen Sprengstoff führt. Dieser ist gleichzeitig bei entsprechend geringer Dichte sprengkapselempfindlich und damit nach dem Erreichen der Enddichte besonders gut detonationsfähig.

[0053] Die Erfindung soll anhand folgender Beispiele veranschaulicht werden:

Beispiele

1) Vergleichssprengungen des erfindungsgemäßen hohen viskosen Emulsionssprengstoffes zu ANC-Sprengstoff

[0054] In einem untertägigen Steinsalzbetrieb werden Vergleichssprengungen zwischen einem ANC-Sprengstoff und einem erfindungsgemäßen Emulsionssprengstoff durchgeführt.

[0055] Der ANC-Sprengstoff besteht aus porösem Ammoniumnitrat mit einem Gewichtsanteil von 94,3 % und einem Mineralöl mit einem Gewichtsanteil von 5,7 %. Die Sprengstoffdichte liegt bei 0,78 kg/l.

[0056] Der Emulsionssprengstoff besteht aus 93,5 % Oxidizerlösung und einer Brennstoffphase aus Mineralöl und Emulgator von 6,5 Gewichtsprozent. Die Dichte der Emulsionsmatrix liegt bei 1,44 kg/l, die des sensibilisierten Sprengstoffes zwischen 0,8 und 1,15 kg/l.

[0057] Bei gleichem Wirkungsgrad des jeweiligen Sprengstoffes in den Abschlüssen können beim Einsatz des Emulsionssprengstoffes bis zu 27 % der Sprengbohrlöcher eingespart und der spezifische Sprengstoffaufwand bis zu 15 % reduziert werden, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

	ANC-Sprengstoff	Emulsionssprengstoff
Bohrlochanzahl	70	51
Sprengstoffmenge gesamt	322,2 kg	266,7 kg
Haufwerk	541 t	541 t
Spezifischer Sprengstoffaufwand	596 g/t	493 g/t

Toxische Schwadenbestandteile		
NO _x	1,4 l/kg	0,6 l/kg
CO	6,5 l/kg	1,9 l/kg

[0058] Auch im Bereich der toxischen Schwadenbestandteile schneidet der Emulsionssprengstoff deutlich besser ab.

2) Schwadenmessungen der toxischen Bestandteile in einer Sprengkammer mit definiertem Volumen, Vergleich von ANC-Sprengstoff zu einem Emulsionssprengstoff

[0059] In einem definierten Volumen einer Sprengkammer wurden mit den aus Beispiel 1 beschriebenen Sprengstoffen Schwadenmessungen der toxischen Bestandteile durchgeführt. Die Sprengstoffe wurden in Stahlrohre von 35 mm Innendurchmesser und 600 mm Länge gefüllt. Die Zündung erfolgte jeweils mit einer 100g-Patrone eines kapselempfindlichen Emulsionssprengstoffes und einem Momentzünder. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle dargestellt:

	Schwadenbestände (l/kg)				Detonationsgeschwindigkeit(m/s)	Dichte(kg/l)
	NO _x	NO ₂	NO	CO		
Emulsions-sprengstoff	1,0	0,0	1,0	5,4	4490	0,96
ANC-Spreng-Stoff	3,1	0,1	3,0	12,7	3600	0,77

[0060] Die Anteile an toxischen Bestandteilen sind in allen Fällen - Mittelwert aus 5 Versuchen - bei dem Emulsionssprengstoff geringer.

Bezugszeichenliste

[0061]

- 1 hochviskoser Emulsionssprengstoff
- 5 zu füllender Hohlraum/ Bohrloch
- 10 Emulsionsmatrix hoher Viskosität
- 15 Lubrifikationsmedium
- 16 Gassingagent
- 30 Fördersystem/Mischgerät
- 32 Fördermittel/ Exzentrerschnecke
- 34 Förderleitung/ Schlauch
- 35 statischer Mischer
- 39 Injektor

Patentansprüche

1. Verfahren zur handhabungssicheren Herstellung von hochviskosem Emulsionssprengstoff (1) mittels des Gassingverfahrens, umfassend die Schritte

Herstellen einer Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10);

Fördern der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) durch ein Fördersystem (30) unter Verwendung eines Lubrifikationsmediums (15), wobei das Lubrifikationsmedium (15) einen Gassingagenten (16) aufweist;

Vermischen der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) mit dem Lubrifikationsmedium (15) am Ende des Fördersystems (30);

Nachemulgieren der geförderten Mischung von Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) und Lubrifikationsmedium (15) zum hochviskosen Emulsionssprengstoff (1).

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche wobei
beim Fördern der Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) zwischen dieser und dem Lubrifikationsmedium (15) eine
laminare Strömung aufrechterhalten wird, insbesondere eine laminare Strömung mit einer Reynoldszahl von we-
niger als 2300, bevorzugt von weniger als 1500,
5 besonders bevorzugt von weniger als 1000.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
10 die Emulsionsmatrix (10) eine Viskosität von mehr als 60.000 mPas, bevorzugt mehr als 80.000 mPas, besonders
bevorzugt mehr als 100.000 mPas aufweist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
15 die Emulsionsmatrix (10) aus einem Emulgator, einer Ölphase und einer Oxidizerphase hergestellt ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4
dadurch gekennzeichnet, dass
der Emulgator aus mindestens zwei Komponenten besteht, die bei unterschiedlicher Scherbeanspruchung emul-
gieren.
20
6. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
25 die Oxidizerphase so gewählt wird, dass die Sauerstoffbilanz des hochviskosen Emulsionssprengstoff (1) bei 0
bis + 2,5 %, bevorzugt bei + 0,5 bis + 1,5 % liegt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
30 das Lubrifikationsmedium (15) eine Mischung von Wasser und Gassingagent (16) umfasst.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
35 der erhaltene hochviskose Emulsionssprengstoff (1) eine Dichte von 0,5 kg/l bis 1,2 kg/l, bevorzugt 0,9 kg/l, auf-
weist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
40 das Fördersystem (30) zum Fördern der Emulsionsmatrix (10) als Fördermittel (32) eine Exzentrerschneckenpumpe
umfasst.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
45 das Fördersystem (30) zum Fördern der Emulsionsmatrix (10) eine Förderleitung (34) mit einem Innendurchmesser
von weniger als 25 mm, bevorzugt von weniger als 22 mm, besonders bevorzugt von weniger als 19 mm umfasst.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche
wobei
50 die Emulsionsmatrix (10) und das Lubrifikationsmedium (15) mittels eines statischen Mischers (35) zum hochvis-
kosen Emulsionssprengstoff (1) vermischt werden.
12. Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch wobei
55 der statische Mischer (35) im Mundstück am Ende einer Förderleitung (34) des Fördersystems (32) vorgesehen ist.
13. Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch wobei
das Mundstück eine Geometrie aufweist, die einen Strahl als Richtungs- und Seitenstrahl derart definiert, dass
ein Hohlraum durch den hochviskosen Emulsionssprengstoff (1) optimal gefüllt wird.
14. **Verfahren zum Verbringen** eines hochviskosen Emulsionssprengstoffes (1) in einen Hohlraum (5), insbesondere
ein Bohrloch, umfassend die Schritte

Fördern einer nicht sensibilisierten Emulsionsmatrix hoher Viskosität (10) durch ein Leitungssystem (33) Injizieren eines Lubrifikationsmediums (15) in das Leitungssystem, wobei das Lubrifikationsmedium (15) einen Gassingagenten (16) enthält und zwischen der Emulsionsmatrix und der Innenwand des Leitungssystems einen Schmierfilm bildet;

Durchmischen der Emulsionsmatrix (10) mit dem Gassingagenten (16) am Übergang vom Leitungssystem (33) in den zu befüllenden Hohlraum (5).

15. Verfahren zum Verbringen eines hochviskosen Emulsionssprengstoffes (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass
der Schmierfilm derart ausgebildet wird, dass es nicht zu einer Vermischung des den Gassingagenten (16) enthaltenden Lubrifikationsmediums (15) und der Emulsionsmatrix (10) innerhalb des Leitungssystems (33) kommt.

16. Emulsionssprengstoff
dadurch gekennzeichnet, dass
er nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche hergestellt ist.

17. Emulsionssprengstoff nach Anspruch 16
dadurch gekennzeichnet, dass
er eine Viskosität von mehr als 200.000 mPas, bevorzugt mehr als 250.000 mPas, besonders bevorzugt von mehr als 300.000 mPas aufweist.

18. Fördersystem (30) für hochviskose emulsionsbasierte Sprengstoffe (1) umfassend ein Leitungssystem (33) mit einer Emulsionsmatrixzuführung und einer Lubrifikationsmediumszuführung,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Lubrifikationsmediumszuführung über einen Injektor (39) mit der Emulsionsmatrixzuführung verbunden ist und am oder nahe am Ende des Fördersystems (30) ein statischer Mischer (35) vorgesehen ist.

19. Fördersystem (30) nach Anspruch 18
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Zuführung für Gassing Agent (16) über den Injektor (39) verbunden ist.

20. Fördersystem nach Anspruch 19
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zuführung für den Gassing Agent (16) und die Lubrifikationsmediumszuführung zumindest teilweise identisch sind.

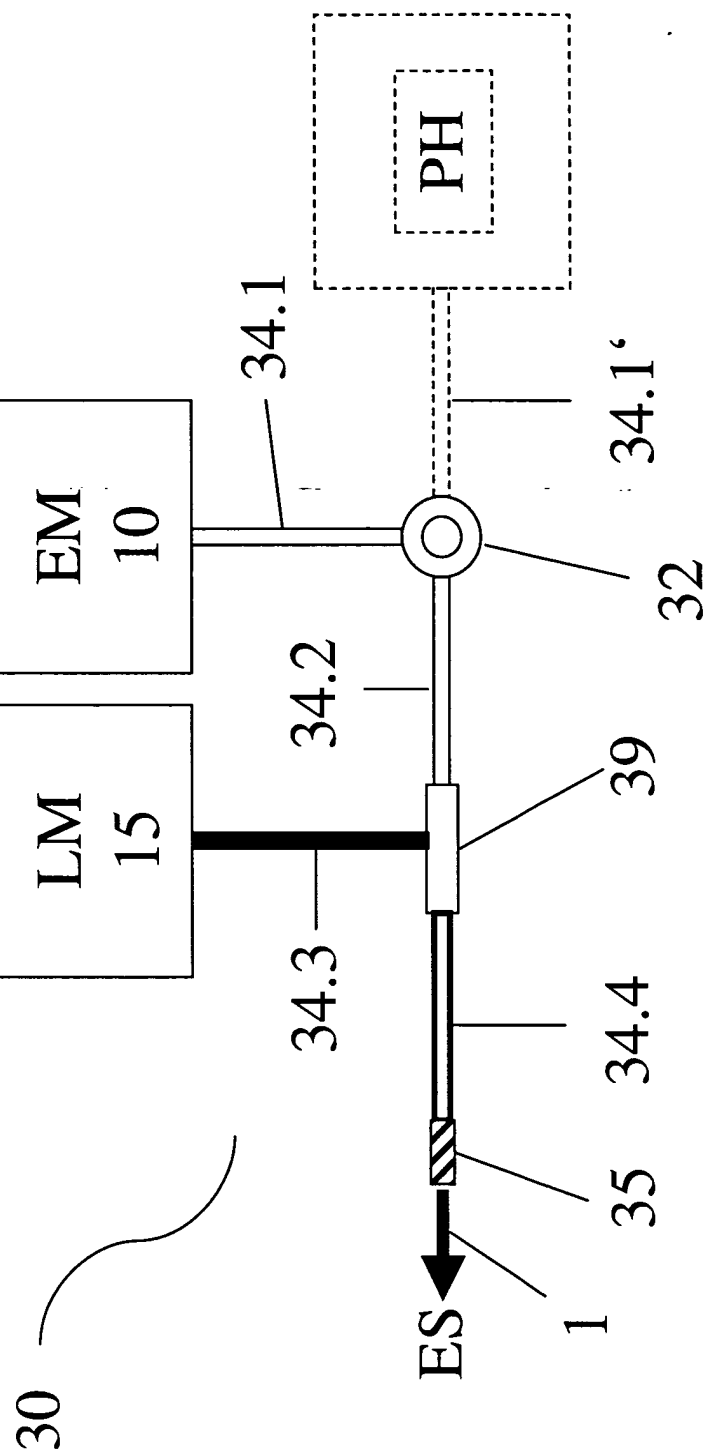


Fig. 1

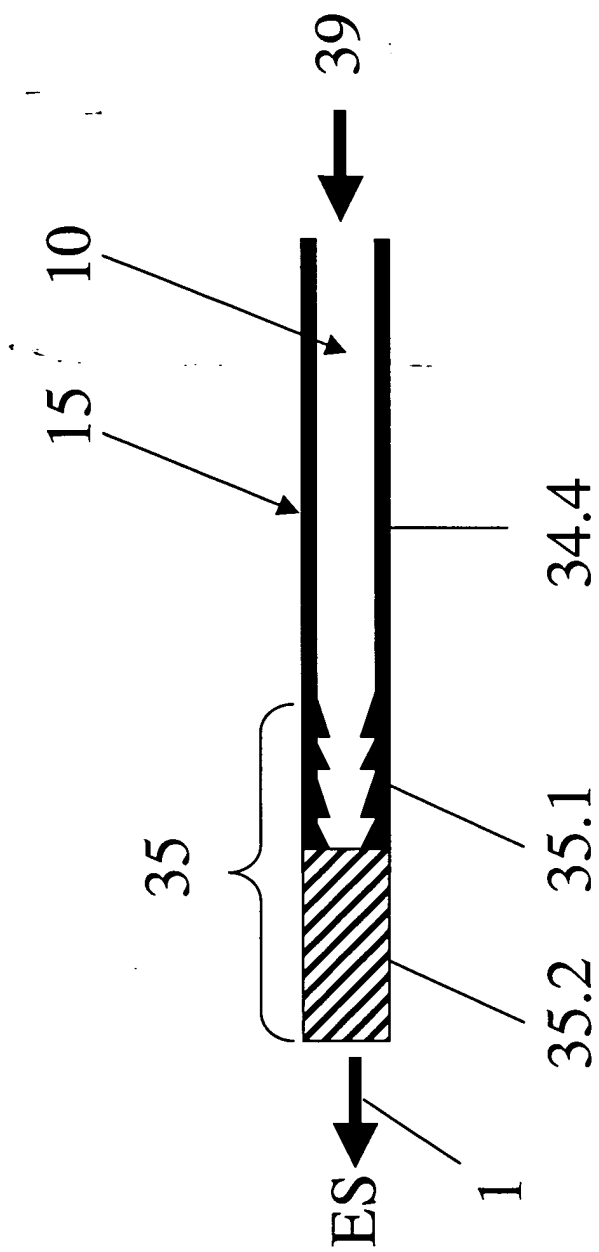


Fig. 2