

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 818 234 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.12.2014 Patentblatt 2015/01

(51) Int Cl.:
B01F 5/02 (2006.01) **B01F 5/04** (2006.01)
B01F 5/10 (2006.01) **B01F 3/08** (2006.01)
B01F 3/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14172654.7**

(22) Anmeldetag: **17.06.2014**

(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:
• **Herx, Roman**
54533 Gipperath (DE)
• **Schriek, Hans Joachim**
54470 Bernkastel Kues (DE)

(30) Priorität: **26.06.2013 DE 102013212163**

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **Benninghoven GmbH & Co.KG**
Mülheim
54486 Mülheim / Mosel (DE)

(54) Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien

(57) Eine Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien, insbesondere Polymerbitumen, umfasst einen Behälter (2) zum Bevorraten des Mediums (3), eine Förderpumpe (6) zum Fördern zumindest eines Teilvolumens des Mediums (3) und einen mindestens eine Strahldüse (28, 29) aufweisenden, in dem Behälter (2) angeordneten, mit der Förderpumpe (6) in Förderverbin-

dung stehenden Strahlapparat (12, 13), der einen Rührstrahl (48) zum Rühren des Mediums (3) ermöglicht, wobei der aus dem Strahlapparat (12, 13) abzugebende Rührstrahl (48) bezogen auf einen in den Strahlapparat (12, 13) zuzuführenden Treibmediumstrahl ein vergrößertes Volumen aufweist und/oder einen verringerten Impulsverlust auf das zu rührende Medium (3) bewirkt.

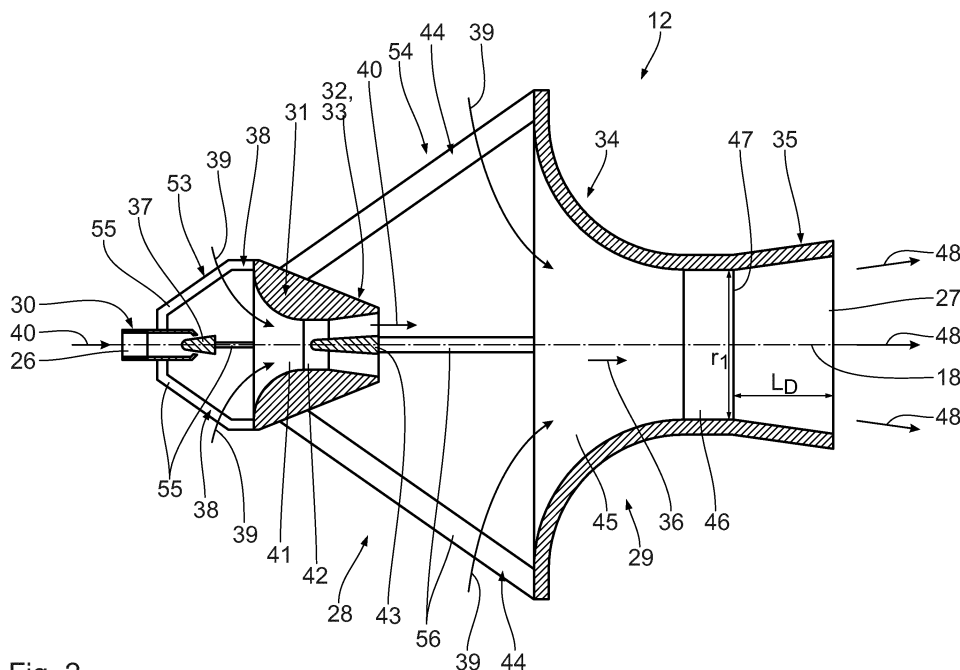


Fig. 2

EP 2 818 234 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien, insbesondere von mittel- bis hochviskosen Medien.

[0002] Polymerbitumen ist eine Dispersion aus Bitumen und Polymeren. Polymerbitumen ist insbesondere im Bereich des Straßenbaus von großer Bedeutung. Polymerbitumen weist lediglich eine begrenzte Lagerstabilität auf. Bei längerer Lagerung von Polymerbitumen beispielsweise in einem Tank einer Asphaltmischanlage oder in einem Produktlagertank bei einem Polymerbitumenhersteller ist eine Durchmischung des Polymerbitumen-Rohstoffs notwendig. Eine Durchmischung ist auch bei längerer Lagerung von Bitumenemulsion erforderlich. Eine Bitumenemulsion ist eine kolloidale Mischung von Straßenbaubitumen und Wasser. Die Durchmischung von Polymerbitumen oder einer Bitumenemulsion kann durch mechanische Rührwerke erfolgen. Mechanische Rührwerke eignen sich zum Durchmischen von mittelviskosen Medien wie beispielsweise Schlamm, insbesondere Faulschlamm, und Lebensmitteln wie beispielsweise Tomatenmark. Mechanische Rührwerke sind konstruktiv aufwendig und unterliegen einem Verschleiß. Die Organisation und Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an derartigen Rührwerken ist umständlich. Es sind auch Verfahren zur Mischung des gelagerten Polymerbitumens bekannt, bei dem das gelagerte Polymerbitumen im Lagerbehälter durch umpumpen umgewälzt wird. Die bei dem Umpumpen erreichte Durchmischung des gelagerten Polymerbitumens ist entsprechend der Pumpenförderleistung beschränkt. Insbesondere ist eine homogene Mischung des gesamten Lagerbehälterinhalts nicht gewährleistet.

[0003] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien, insbesondere Polymerbitumen, bereit zu stellen, bei der eine homogene Mischung des gelagerten Mediums unaufwändig gewährleistet ist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, einen Strahlapparat in einem Lagerbehälter vorzusehen, der einen Rührstrahl zum Rühren des Mediums bereitstellt, wobei der aus dem Strahlapparat abzugebende Rührstrahl bezogen auf ein in den Strahlapparat zuzuführenden Treibmediumstrahl ein vergrößertes Volumen aufweist und/oder einen verringerten Impulsverlust bewirkt. Der Strahlapparat weist mindestens eine Strahldüse auf. Dies kann insbesondere dadurch erreicht werden, dass der Rührstrahl, insbesondere gegenüber dem Treibmediumstrahl, aufgeweitet ist. Der Rührstrahl ist großvolumig und strömt mit einer vergleichsweise reduzierten Strömungsgeschwindigkeit, also insbesondere mit einem erhöhten Volumenstrom und Massestrom. Erfindungsgemäß wurde also erkannt, dass mittels eines derart gebildeten Rührstrahls eine homogene Mischung des gesamten Behälterinhalts zuverlässig erfolgt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt den Rührstrahl zur

Verfügung, der eine vergleichsweise große Strömungsquerschnittsfläche und eine vergleichsweise reduzierte Strömungsgeschwindigkeit aufweist. Bei laminaren Strömungsbedingungen in dem zu rührenden Medium kann der Rührstrahl bei geringem Impulsverlust eine ausreichende Durchmischung des Mediums bewirken. Insbesondere ist eine Durchmischung gegenüber einem Rührstrahl, der eine vergleichsweise kleine Strömungsquerschnittsfläche und hohe Strömungsgeschwindigkeiten aufweist, verbessert. Bei mittel- bis hochviskosen Medien und üblichen Abmessungen eines Lagerbehälters, insbesondere entlang einer Lagerbehälter-Längsachse gemäß dem Stand der Technik, können turbulente Strömungsbedingungen nicht oder nur sehr aufwändig erzeugt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist geeignet, unter laminaren Strömungsbedingungen innerhalb einer kurzen Mischstrecke hohe, verlustbehaftete Relativgeschwindigkeiten im Wesentlichen verlustfrei abzubauen. Dadurch ist es möglich, lange Mischstrecken, insbesondere mit hohen Relativgeschwindigkeiten, innerhalb des Lagerbehälters zu vermeiden. Insbesondere aufgrund von Reibungsverlusten, die durch die hohe Viskosität bei hohen Geschwindigkeiten des Mediums verursacht sind, sind lange Mischstrecken für eine vollständige, homogene Durchmischung des Mediums problematisch. Das Volumen des Rührstrahls ist gegenüber dem Treibmediumstrahl mindestens verfünffacht und insbesondere verzehnfacht. Insbesondere kann durch eine Hintereinanderschaltung von mehreren Strahldüsen in dem Strahlapparat eine weitere Vervielfachung des Volumen des Rührstrahls gegenüber dem Volumen des Treibmediumstrahls erreicht werden.

[0005] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht ein vorteilhaftes Betreiben eines Behälters zum Bevorraten eines Mediums. An einem derartigen Behälter ist üblicherweise eine Förderpumpe und/oder eine Dosierpumpe vorhanden. Die Förderpumpe kann zum Umwälzen des Mediums als Umwälzpumpe genutzt werden. Die Dosierpumpe dient für einen nachfolgenden Mischer in einer Asphaltmischanlage. Durch ein getrenntes Betreiben der Förderpumpe als Umwälzpumpe und der Dosierpumpe ist eine Sortenvermischung in den Bitumenleitungen der Asphaltmischanlage ausgeschlossen. Es ist auch denkbar, nur die Förderpumpe oder nur die Dosierpumpe zu verwenden, wobei die verwendete Pumpe dann sowohl zum Umwälzen als auch zum Dosieren genutzt wird. Dadurch kann die Anzahl der erforderlichen Komponenten zum Betreiben des Behälters reduziert werden. Insbesondere ist es möglich die erfindungsgemäße Vorrichtung durch Nachrüsten einer bereits bestehenden Vorrichtung mit dem Strahlapparat zu schaffen. Ein derartiges Nachrüsten ist schnell und unkompliziert möglich. Ein Nachrüsten einer bereits bestehenden Vorrichtung zu der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien ist kostengünstig möglich. Als zähflüssiges Medium im Sinne dieser Anmeldung gilt eine mittel- bis hochviskose Flüssigkeit, deren dynamische Viskosität η mehr als 100 mPas und weniger

als 10.000 mPas beträgt. Dies ist beispielsweise für Polymerbitumen, Bitumenemulsion und Speiseöl der Fall.

[0006] Aus statischen Gründen ist es meist nicht möglich, einen bestehenden Behälter mit einem mechanischen Rührwerk nachzurüsten. Insbesondere sind an einer bereits bestehenden Behälteranlage in der Regel mindestens eine Füll- und eine Dosierpumpe vorhanden. Diese Pumpen können als Förderpumpe zum Fördern zumindest eines Teilvolumens des Mediums zur Erzeugung des Rührstrahls verwendet werden.

[0007] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Strahlapparat eine mit der Förderpumpe verbundene Treibmedium-Eingangsöffnung zum Zuführen von Treibmedium als Treibmediumstrahl in den Strahlapparat und eine Rührmedium-Ausgangsöffnung zum Abgeben des Rührstrahls in den Behälter auf. Die Treibmedium-Eingangsöffnung und die Rührmedium-Ausgangsöffnung sind koaxial zueinander und insbesondere koaxial zu einer Strahlapparat-Längsachse angeordnet. Der Strahlapparat ist kompakt und robust ausgeführt. Insbesondere ist der Strahlapparat kleinbauend ausgeführt und kann dadurch besonders vorteilhaft in dem Behälter integriert und vorteilhaft dort angeordnet sein. Die Treibmedium-Eingangsöffnung weist eine senkrecht zur Strahlapparat-Längsachse orientierte Treibmedium-Querschnittsfläche auf. Die Rührmedium-Ausgangsöffnung weist eine senkrecht zur Strahlapparat-Längsachse orientierte Rührmedium-Querschnittsfläche auf. Insbesondere ist die Treibmedium-Querschnittsfläche kleiner als die Rührmedium-Querschnittsfläche. Insbesondere beträgt die Rührmedium-Querschnittsfläche mindestens das 1,5-fache der Treibmedium-Querschnittsfläche, insbesondere mindestens das Zweifache und insbesondere mindestens das Dreifache.

[0008] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Strahlapparat mindestens eine Saugmedium-Eingangsöffnung zum Einsaugen von Saugmedium in den Strahlapparat auf. Dadurch ist es möglich, besonders vorteilhaft eine Vermischung des Mediums in dem Behälter zu verbessern. Die Saugmedium-Eingangsöffnung ist insbesondere direkt mit dem im Behälter befindlichen Medium verbunden. Das bedeutet, dass die Saugmedium-Eingangsöffnung dem den Strahlapparat umgebenden Medium zugewandt ist. Insbesondere ist die Saugmedium-Eingangsöffnung in einer Außenwand des Strahlapparats vorgesehen. Die Saugmedium-Eingangsöffnung erstreckt sich insbesondere entlang eines Umfangs um die Strahlapparat-Längsachse an einer äußeren Mantelfläche des Strahlapparats. Insbesondere sind mehrere Saugmedium-Eingangsöffnungen beispielsweise entlang eines äußeren Umfangs des Strahlapparats vorgesehen, um das Einsaugen von Saugmedium und damit das Vermischen des Mediums zu verbessern.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist der Strahlapparat einen Treibdüsen-Abschnitt zum Einspeisen von Treibmedium in den Strahlapparat, einen Saugdüsen-Abschnitt zum Einsaugen von Saugmedium in

den Strahlapparat, einen Mischdüsen-Abschnitt zum Mischen von Treibmedium und Saugmedium und einen Diffusor zum Ausströmen des Rührstrahls in den Behälter auf. Entlang einer Strahlapparat-Längsachse sind ausgehend von der Treibmedium-Eingangsöffnung der Treibdüsen-Abschnitt, der Mischdüsen-Abschnitt und der Diffusor hintereinander angeordnet. Bei einer derartigen Strahlapparatausführung sind die Strömungsverhältnisse und das Vermischen des Mediums im Behälter insgesamt verbessert. Der Diffusor erzeugt insbesondere einen Unterdruck im Ansaugbereich, insbesondere in der Mischkammer, sodass die Saugleistung der Mischkammer zusätzlich verbessert ist.

[0010] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist in dem Treibdüsen-Abschnitt ein Treibkeil vorgesehen, der zur Erzeugung eines Treibdüsen-Strömungsquerschnitts dient. Der Treibdüsen-Strömungsquerschnitt ist insbesondere ringförmig ausgeführt und bewirkt dadurch, dass erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten an einem äußeren Umfang des Treibdüsen-Strömungsquerschnitts vorliegen. Dadurch ist insbesondere ein Vermischen mit dem Saugmedium verbessert. Insbesondere ist der Treibkeil koaxial zur Strahlapparat-Längsachse angeordnet. Der Treibkeil weist insbesondere eine rotationssymmetrische, insbesondere eine kegel- oder kegelstumpfförmige Geometrie auf. Insbesondere weist der Treibkeil entlang der Strahlapparat-Längsachse eine veränderliche, von der Treibmedium-Eingangsöffnung zur Rührmedium-Ausgangsöffnung gerichtet eine ansteigende Querschnittsfläche auf.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Mischdüsen-Abschnitt eine Mischkammer und eine entlang der Strahlapparat-Längsachse nachfolgende Mischstrecke aufweist. Wobei ein Mischkammer-Strömungsquerschnitt entlang der Strahlapparat-Längsachse zur Rührmedium-Ausgangsöffnung hin abnimmt und wobei ein Mischstrecken-Strömungsquerschnitt entlang der Strahlapparat-Längsachse im Wesentlichen konstant ist. Dadurch ist gewährleistet, dass innerhalb des Mischdüsen-Abschnitts über die vorgelagerte Mischkammer aufgrund des abnehmenden Mischkammer-Strömungsquerschnitts eine Saugwirkung auf das Treibmedium und auf das zuvor über Saugmedium-Eingangsöffnungen eingesaugte Saugmedium ausgeübt wird. Anschließend werden die über die Mischkammer der Mischstrecke zugeführten Medienströme innerhalb der Mischstrecke miteinander vermischt und an den Diffusor weitergegeben.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Verhältnis von Mischstrecken-Strömungsquerschnitt zu Treibdüsen-Strömungsquerschnitt im Bereich von 4 bis 15, insbesondere im Bereich von 6 bis 12 und beträgt insbesondere etwa 9. Ein derartiges Verhältnis ermöglicht eine besonders vorteilhafte Aufweitung des Rührstrahls gegenüber dem Treibmediumstrahl.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Diffusor einen aufweitenden Diffusor-Strömungsquerschnitt auf. Das bedeutet, dass der Diffusor-Strömungsquerschnitt entlang der Strahlapparat-Längs-

achse zu der Rührmedium-Ausgangsöffnung hin sich vergrößert. Insbesondere ist der Diffusor-Strömungsquerschnitt kegel- oder kegelstumpfförmig ausgeführt. Es ist auch möglich, dass der Diffusor-Strömungsquerschnitt kein Vollquerschnitt sondern ein Hohl-Querschnitt ist, insbesondere dann, wenn im Bereich des Diffusors ein Treibkeil vorgesehen ist.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Diffusor-Länge in Abhängigkeit eines Radius einer Diffusor-Eintrittsöffnung festgelegt ist. Insbesondere beträgt die entlang der Strahlapparat-Längsachse orientierte Diffusor-Länge mindestens 80 % und höchstens 230 % des Radius, insbesondere mindestens 100 % und höchstens 200 % des Radius und insbesondere beträgt die Diffusor-Länge das 1,6-fache des Radius der Diffusor-Eintrittsöffnung.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Strahlapparat keine beweglichen Teile auf. Insbesondere gegenüber mechanischen Rührwerken ist die Vorrichtung dahingehend vereinfacht, dass bewegliche und mechanische Teile entfallen. Der Verschleiß der gesamten Vorrichtung und der erforderliche Aufwand für Wartungs- und/oder Reparaturarbeiten ist reduziert. Aufgrund der entfallenden Wartungsarbeiten ist insbesondere auch die Unfallgefahr reduziert. Insbesondere ist es nicht erforderlich, außen am Behälter Aufstiegsleitern anzubringen, über die die Zugänglichkeit zur Wartung von Rührwerken in dem Behälter ermöglicht ist. Dadurch, dass den Behälter durchdringende Antriebswellen nicht erforderlich sind, ist der Energieverlust beim Durchmischen des Mediums in dem Behälter reduziert. Bei einer üblichen Temperaturdifferenz von etwa 150 K zwischen dem gelagerten Medium und der Umgebung sind bei einem Rührwerk Wärmeverluste über einen Laternenflansch nicht vermeidbar. Ein derartiger Wärmeverlust tritt bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht auf. Insbesondere ist der bei Rührwerken auftretende Wärmeverlust größer als eine Antriebsleistung der Förderpumpe bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung, insbesondere bei kurzen Rührintervallen und/oder bei langen Ruhezeiten, wie dies insbesondere bei der Polymerbitumenlagerung üblich ist. Das bedeutet, dass trotz der zusätzlichen Antriebsleistung für die Förderpumpe die erfindungsgemäße Vorrichtung gegenüber einem Lagerbehälter mit mechanischem Rührwerk einen reduzierten Energieverbrauch aufweist. Die Energiebilanz ist positiv. Insbesondere bei lösemittelhaltigen Medien kann die Lagertemperatur über dem Flammpunkt des jeweiligen Mediums liegen. Die Gefahr einer Funkenbildung, die bei mechanischen Rührwerken durch Lagerreibung oder durch Materialbruch möglich ist, ist bei der vorliegenden Vorrichtung ausgeschlossen. Die Medienmischung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt derart, dass die Oberfläche des Mediums unabhängig vom Füllstand in dem Behälter weitgehend glatt ist. Dadurch ist der Kontakt des Mediums mit Verdrängungsluft reduziert. Die Gefahr einer Oxidation ist verringert. Insbesondere gegenüber mechanischen Rührwerken, die beispielsweise

an der Oberfläche des Mediums arbeiten und einen Wellengang verursachen, ist die Gefahr der Oxidation reduziert. Insbesondere ist die Inertisierung von Verdrängungsluft und/oder die druckstoßfeste Ausführung des Behälters nicht erforderlich. Die erfindungsgemäße Vorrichtung, insbesondere die Strahldüse und die dafür erforderlichen Verbindungsleitungen können vorteilhaft insbesondere in einem unteren Bereich des Behälters, der insbesondere vertikal orientiert aufgestellt ist, angeordnet sein. Insbesondere sind im oberen Bereich des Behälters keine zusätzlichen Komponenten vorgesehen. In- und Aufbauten zur Begehung des oberen Bereichs des Behälters wie beispielsweise ein oberes Mannloch, innere und äußere Leitern, eine Rundbühne und/oder ein Laternenflansch können entfallen. Die Ausführung eines derartigen Behälters ist vereinfacht und insbesondere kostengünstig. Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung ein vorteilhaftes, energieeffizientes Betreiben der Lagerung und Durchmischung des Mediums. Es ist möglich, über die Strahldüse ein Durchmischen und insbesondere Erwärmen des in dem Behälter bevorrateten Mediums zu ermöglichen, auch wenn nicht das gesamte Medienvolumen in flüssiger Form vorliegt. Ein Vermischen kann lokal im Bereich des Strahlapparats beginnen und über eine Wärmezufuhr zu einem verbesserten Wärmeeintrag in dem Bereich der Strahldüse führen. Dadurch ist die Heizkapazität vorteilhaft ausgenutzt. Der Wärmeaustausch ist durch das Mischen mittels des Strahlapparats verbessert. Insbesondere ist es nicht erforderlich, ein Vermischen erst dann zu starten, wenn das gelagerte Medium vollständig in flüssiger Form vorliegt, wie dies bei einem mechanischen Rührwerk erforderlich wäre.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Strahlapparat wartungsfrei. Insbesondere ist die gesamte Vorrichtung im Wesentlichen wartungsfrei, wobei lediglich die Förderpumpe gegebenenfalls einer Wartung bedarf, die Förderpumpe ist aber insbesondere außerhalb des Behälters und insbesondere von außen zugänglich angeordnet. Insbesondere dann, wenn das zu lagernde Fluid ohne abrasive Bestandteile ausgeführt ist, ist die Standzeit des Strahlapparats im Wesentlichen unbegrenzt. Es hat sich gezeigt, dass Zahnradpumpen- und Drehschieberpumpen besonders geeignete Bauformen für die Realisierung der Förderpumpe sind. Insbesondere ist dadurch eine Erhöhung der Standzeit der Förderpumpe ermöglicht. Zahnrad- und Drehscheibepumpen können beispielsweise einen Wirkungsgrad von 70 % aufweisen und ermöglichen die Erzeugung eines Treibmediumstrahls mit einem Volumenstrom von 40 m³/h bei einem Druck von 3 bar. Ausgehend von einer Antriebsleistung von etwa 5 kW können somit etwa 50 bis 100 m³ des Mediums in dem Behälter zuverlässig und homogen durchmischt werden.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der Strahlapparat eine erste Strahldüse und eine zweite Strahldüse auf, die entlang der Strahlapparat-Längsachse hintereinander angeordnet sind. Die ers-

te Strahldüse ist also der zweiten Strahldüse entlang der Strömungsrichtung des Mediums in dem Strahlapparat vorgeschaltet. Die erste Strahldüse weist einen ersten Treibdüsen-Abschnitt, einen ersten Saugdüsen-Abschnitt, einen ersten Mischdüsen-Abschnitt und einen ersten Diffusor auf. Die zweite Strahldüse weist einen zweiten Treibdüsen-Abschnitt, einen zweiten Saugdüsen-Abschnitt, einen zweiten Mischdüsen-Abschnitt und einen zweiten Diffusor auf. Eine derartige Kaskadierung von zwei Strahldüsen in ein und demselben Strahlapparat ermöglicht das Erzeugen eines besonders effektiven Rührstrahls. Dabei wird ausgenutzt, dass der Rührstrahl der ersten Strahldüse als Treibmediumstrahl für die zweite Strahldüse genutzt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der erste Diffusor und der zweite Treibdüsen-Abschnitt eine integrale, insbesondere einstückige, Baukomponente sind. Insbesondere sind der erste Diffusor und der zweite Treibdüsen-Abschnitt ein und dieselbe, also die identische Komponente. Die Anzahl der Komponenten für den Strahlapparat ist dadurch reduziert. Insbesondere ist ein derartiger Strahlapparat besonders kompakt und robust ausgeführt. Die Baulänge des Strahlapparats ist reduziert. Insbesondere ist die Baulänge entlang der Strahlapparat-Längsachse reduziert. Durch die Hintereinanderschaltung von zwei Strahldüsen in dem Strahlapparat multipliziert sich die maximal erreichbare Volumenvergrößerung für den Rührstrahl. Insbesondere beträgt das Volumen des Rührstrahls das zehnfache gegenüber dem Volumen des Treibmediumstrahls. Es ist möglich, eine weitere, also eine dritte, Strahldüse in dem Strahlapparat zu integrieren, um eine weitere Volumenvergrößerung des Rührstrahls zu bewirken.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Strahlapparat mit der Strahlapparat-Längsachse parallel zu einer Behälter-Längsachse orientiert. Dadurch ist die Vermischung des Mediums in dem Behälter verbessert. Insbesondere ist der Behälter mit der Behälter-Längsachse vertikal orientiert gegenüber dem Untergrund aufgestellt.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn mehrere Strahlapparate in dem Behälter angeordnet sind. Die Durchmischung ist dadurch zusätzlich verbessert. Es ist möglich, mehrere Strahlapparate in einer Ebene senkrecht zur Behälter-Längsachse, insbesondere entlang einer Innenwand des Behälters anzuordnen. Es ist auch denkbar, mehrere Strahlapparate entlang der Behälter-Längsachse hintereinander anzuordnen.

[0020] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, zusätzliche Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittdarstellung eines Strahlapparats der erfindungsgemäßen Vor-

richtung.

[0021] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung 1 dient zum Lagern von zähflüssigen Medien, insbesondere von mittel- bis hochviskosen Medien wie beispielsweise Polymerbitumen. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Behälter 2, in dem das Medium 3 bevorratet ist. Über einen Füllanschluss 4 kann das Medium 3 einer Zuführleitung 5 zugeführt werden. Eine Förderpumpe 6 fördert das in der Zuführleitung 5 befindliche Medium 3 zu dem Behälter 2. Ein erstes betätigbares Sperrventil 7 dient zum Trennen des Füllanschlusses 4 von der Zuführleitung 5, insbesondere dann, wenn gerade kein Nachfüllen des Behälters 2 erforderlich ist.

[0022] Der Füllpumpe 6 ist entlang einer Förderrichtung 8 ein weiteres, zweites Sperrventil 9 angeordnet. Hinter dem zweiten Sperrventil 9 ist ein Temperaturfühler 10 vorgesehen, der zur Temperaturmessung des in der Zuführleitung 5 befindlichen Mediums 3 dient. Weiterhin ist eine Probenentnahmestelle 11 vorgesehen, um eine Probe des Mediums 3 in der Zuführleitung 5 zu entnehmen. Eine derartige Probe kann anschließend einer weitergehenden Untersuchung unterzogen werden. Eine derartige Untersuchung dient zur Analyse beispielsweise der Zusammensetzung des Mediums. Die Zuführleitung 5 führt entlang der Förderrichtung 8 von der Förderpumpe 6 zu dem Behälter 2. Innerhalb des Behälters 2 sind ein erster Strahlapparat 12 und ein zweiter Strahlapparat 13 angeordnet und jeweils unabhängig voneinander mit der Zuführleitung 5 verbunden. Dazu weist die Zuführleitung 5 eine erste Weiche 14 auf, die insbesondere außerhalb des Behälters 2 angeordnet ist. Ein drittes Sperrventil 15 ist entlang der Förderrichtung 8 vor der ersten Weiche 14 angeordnet. Mit dem dritten Sperrventil 15 kann die Förderverbindung von der Förderpumpe 6 zu den beiden Strahlapparaten 12, 13 unterbrochen werden. Sofern das dritte Sperrventil 15 eine Förderung des Mediums 3 zulässt, ist zumindest der erste Strahlapparat 12 in Förderverbindung mit der Förderpumpe 6. Der zweite Strahlapparat 13 kann über ein viertes Sperrventil 16, das entlang der Förderrichtung 8 der ersten Weiche 14 nachgeordnet ist, separat geschaltet werden. Es ist also möglich, dass entweder beide Strahlapparate 12, 13, nur der erste Strahlapparat 12 oder keiner der Strahlapparate 12, 13 mit der Förderpumpe 6 in Förderverbindung stehen.

[0023] Der Behälter 2 weist eine Behälter-Längsachse 17 auf. Der Behälter 2 ist mit der Behälter-Längsachse 17 vertikal orientiert aufgestellt. Die erste Strahlapparat 12 weist eine Strahlapparat-Längsachse 18 auf, die vertikal orientiert ist. Der zweite Strahlapparat 13 weist eine Strahlapparat-Längsachse 19 auf, die vertikal orientiert ist. Die Behälter-Längsachse 17 und die Strahlapparat-Längsachsen 18, 19 sind parallel zueinander orientiert. Entlang der Behälter-Längsachse 17 ist der erste Strahlapparat 12 vor dem zweiten Strahlapparat 13 angeordnet.

[0024] Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel in

Fig. 1 ist der Füllstand des Mediums 3 derart, dass der erste Strahlapparat 12 vom Medium 3 umgeben ist. Der zweite Strahlapparat 13 ist in einem Höhenbereich des Behälters 2 angeordnet, der oberhalb des Füllstands liegt. In dieser Anordnung ist der zweite Strahlapparat 13 inaktiv, d.h. der zweite Strahlapparat 13 dient nicht zum Umpumpen des Mediums 3. Das Medium 3 wird ausschließlich von dem ersten Strahlapparat 12 umgewälzt.

[0025] An dem Behälter 2 ist ein Füllstandssensor 49 vorgesehen, der zur Überwachung des aktuellen Füllstands mit Medium 3 in dem Behälter 2 dient. In Abhängigkeit des Füllstands, kann der Füllstandssensor 49 ein Signal an eine Steuereinheit 50 übermitteln, die dann beispielsweise die Förderpumpe 6 und/oder mindestens eines der Sperrventile 15, 16 zur Versorgung der Strahlapparate 12, 13 steuert. Dazu steht die Steuereinheit 50 mit der Förderpumpe 6 und den Sperrventilen 15, 16 in Signalverbindung. Die Steuereinheit 50 steht auch mit dem Füllstandssensor 49 in Signalverbindung.

[0026] Gemäß dem gezeigten Zustand in Fig. 1 ist das vierte Sperrventil 16 derart geschaltet, dass der zweite Strahlapparat 13 von der Zuführleitung 5 getrennt ist. Dagegen ist der erste Strahlapparat 12 mit der Förderpumpe 6 in Förderverbindung. Die Steuereinheit 50 kann auch bewirken, dass das erste Sperrventil 7 geöffnet und über den Füllanschluss 4 und die Zuführleitung 5 Medium 3 in den Behälter 2 nachgefüllt wird. Es ist insbesondere denkbar, dass die Füllstandsüberwachung geregelt derart erfolgt, dass ein vorgegebener Mindestfüllstand im Behälter 2 nicht unterschritten wird. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, dass die Regelung zum Nachfüllen des Behälters 2 mit Medium 3 bei Erreichen und/oder Unterschreiten eines kritischen Mindestfüllstands ausgelöst wird.

[0027] Weiterhin ist in dem Behälter 2 ein Strömungssensor 51 vorgesehen. Der Strömungssensor 51 ist in dem Behälter 2 ortsfest angebracht und beispielsweise fest mit einer Innenwand des Behälters 2 verbunden, insbesondere daran angeschweißt. Der Strömungssensor 51 ist benachbart zu dem ersten Strahlapparat 12 entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 angeordnet. Der Strömungssensor 51 erfasst die Strömung des Mediums 3 innerhalb des Behälters 2. Der Strömungssensor 51 kann auch an einer anderen Stelle in dem Behälter 2 angeordnet sein, um die Strömungsverhältnisse innerhalb des Behälters 2 zu erfassen. Der Strömungssensor 51 ist mit der Steuereinheit 50 in Signalverbindung. Der Strömungssensor 51 übermittelt an die Steuereinheit 50 ein Signal, das zur Steuerung und insbesondere zur Regelung der Drehzahl der Förderpumpe 6 verwendet wird. Dazu kann entlang der Signalverbindung zwischen der Steuereinheit 50 und der Förderpumpe 6 ein Frequenzumrichter 52 vorgesehen sein. In die Antriebsleistung der Förderpumpe 6 geht die Drehzahl der Förderpumpe 6 mit der dritten Potenz ein. Eine Reduzierung der Drehzahl der Förderpumpe 6 bewirkt eine erhebliche Einsparung bei der Antriebsleistung der Förderpumpe 6. Mittels

des Strömungssensors 51 ist es möglich, die Vorrichtung 1 besonders effizient und wirtschaftlich zu betreiben.

[0028] Weiterhin in Förderverbindung mit der Zuführleitung 5 ist ein Zuführanschluss 20, über den das Medium 3 direkt in den Behälter 2 gepumpt werden kann. Dem Zuführanschluss 20 ist ein fünftes Sperrventil 21 zugeordnet. Zur Versorgung des Zuführanschlusses 20 mit Medium 3 ist an der Zuführleitung 5 eine zweite Weiche 22 vorgesehen, die entlang der Förderrichtung 8 dem dritten Sperrventil 15 vorgelagert ist. Es ist also insbesondere möglich, Medium 3 mittels der Förderpumpe 6 über den Zuführanschluss 20 direkt in den Behälter 2 zu fördern, ohne dass das Medium 3 zusätzlich durch mindestens einen der Strahlapparate 12, 13 strömen muss. Dadurch ist ein schnelles, direktes und unkompliziertes Füllen des Behälters möglich.

[0029] An dem Behälter 2 ist eine Entnahmeöffnung 23 vorgesehen, der ein sechstes Sperrventil 24 zugeordnet ist. Ausgehend von der Entnahmeöffnung 23 kann Medium 3 aus dem Behälter 2 entlang der Förderrichtung 8 rückgepumpt und über die Förderpumpe 6 wieder in Umlauf gebracht werden. Für ein Mischen des Mediums 3 in dem Behälter 2 ist es also möglich, in dem Behälter 2 befindliches Medium 3 über die Entnahmeöffnung 23 in eine Entnahmeleitung 25 zu fördern. Die Entnahmeleitung 25 ist im Bereich der Förderpumpe 6 der Zuführleitung 5 zugeführt, sodass das entnommene Medium über die Förderpumpe in der Zuführleitung 5 entlang der Förderrichtung 8 des ersten Strahlapparats 12 und/oder des zweiten Strahlapparats 13 zugeführt werden kann. Ausgehend von dem Behälter 2, die Entnahmeöffnung 23, die Entnahmeleitung 25, die Förderpumpe 6, die Zuführleitung 5 und den Strahlapparaten 12, 13 ist ein geschlossener Kreislauf für die Medienumwälzung gebildet.

[0030] Im Folgenden wird anhand von Fig. 2 die konkrete Ausgestaltung des ersten Strahlapparats 12, der in Fig. 1 rein schematisch dargestellt ist, näher erläutert. Die Strahlapparate 12, 13 sind identisch ausgeführt.

[0031] Der erste Strahlapparat 12 ist rotationssymmetrisch bezüglich der Strahlapparat-Längsachse 18 ausgeführt. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt in einer Ebene, die die Strahlapparat-Längsachse 18 enthält. Der Strahlapparat 12 weist eine in Fig. 2 links dargestellte Treibmedium-Eingangsöffnung 26 auf, die zum Zuführen des Mediums 3 als Treibmedium in Form eines Treibmediumstrahls in den Strahlapparat 12 dient. An einem der Treibmedium-Eingangsöffnung 26 gegenüberliegenden Ende des Strahlapparats 12 ist eine Rührmedium-Ausgangsöffnung 27 vorgesehen, um einen Rührstrahl in den Behälter 2 abzugeben. Der Rührstrahl dient zum Rühren des Mediums 3.

[0032] Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst der Strahlapparat 12 eine erste Strahldüse 28 und eine entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 dahinter angeordnete zweite Strahldüse 29. Die erste Strahldüse 28 umfasst einen ersten Treibdüsen-Abschnitt 30, einem ersten Saugdüsen-Abschnitt 53, einen

ersten Mischdüsen-Abschnitt 31 und einen ersten Diffusor 32. Die zweite Strahldüse 29 umfasst einen zweiten Treibdüsen-Abschnitt 33, einen zweiten Saugdüsen-Abschnitt 54, einen zweiten Mischdüsen-Abschnitt 34 und einen zweiten Diffusor 35. Die jeweiligen Treibdüsen-Abschnitte 30, 33, Saugdüsen-Abschnitte 53, 54, Mischdüsen-Abschnitte 31, 34 und Diffusoren 32, 35 der Strahldüsen 28, 29 sind im Wesentlichen funktionsgleich. Wesentlich ist, dass entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 entlang einer Medien-Durchströmrichtung 36 hintereinander jeweils zunächst der Treibdüsen-Abschnitt 30, 33, der Saugdüsen-Abschnitt 53, 54, der Mischdüsen-Abschnitt 31, 34 und dann der Diffusor 32, 35 angeordnet sind.

[0033] Der Treibdüsen-Abschnitt 30, 33 dient zum Einspeisen von Treibmedium 3 in die jeweiligen Strahldüsen 28, 29. Bei dem ersten Treibdüsen-Abschnitt 30, der der Treibmedium-Eingangsöffnung 26 zugewandt ist, wird das Treibmedium von der Zuführleitung 5 dem Strahlapparat 12 zugeführt. Bei dem zweiten Treibdüsen-Abschnitt 33, der identisch ist mit dem ersten Diffusor 32 wird als Treibmedium für die zweite Strahldüse 29 der am ersten Diffusor 32 der ersten Strahldüse 28 austretende Treibmedienstrahl verwendet.

[0034] Im Bereich des ersten Treibdüsen-Abschnitts 30, 33 ist coaxial zur Strahlapparat-Längsachse 18 ein Treibkeil 37 angeordnet, der von dem einströmenden Treibmedium umströmt wird. Der Treibkeil 37 dient zur Erzeugung eines ringförmigen Treibdüsen-Strömungsquerschnitts. Ein derart erzeugter Treibdüsen-Strömungsquerschnitt weist insbesondere in einem Umfangsbereich der senkrecht zur Strahlapparat-Längsachse 18 orientierten Ringfläche eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit auf, sodass eine Vermischung mit einem an dem Strahlapparat 12 eingesaugten Saugmedium verbessert ist.

[0035] Ein Einsaugen von Saugmedium erfolgt über mehrere Saugmedium-Eingangsöffnungen 38, die in der Außenwand des Strahlapparats 12 angeordnet sind. Mit dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind vier Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 vorgesehen, die gleichmäßig verteilt am äußeren Umfang des Strahlapparats 12 vorgesehen sind. Die Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 sind jeweils durch nicht dargestellte Trennstege 55 in der Außenwand des Strahlapparats 12 getrennt. Die Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 erstrecken sich entlang eines Umfangswinkels um die Strahlapparat-Längsachse 18 um nahezu 90°. Eine von den Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 gebildete Einströmfläche für das Saugmedium entspricht im Wesentlichen der äußeren Oberfläche des Strahlapparats. Die Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 sind im Saugdüsen-Abschnitt 53 angeordnet. Die Strömung des Saugmediums 3 durch die Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 in den ersten Mischdüsen-Abschnitt 31 ist durch die Pfeile 39 dargestellt.

[0036] Der erste Mischdüsen-Abschnitt 31 dient zum Mischen von Treibmedium und Saugmedium. Es ist klar,

dass es sich bei dem Treibmedium und dem Saugmedium um ein und dasselbe Medium 3, insbesondere Polymerbitumen, handelt. Treibmedium wird durch die Treibmediumströmung 40 über die Treibmedium-Eingangsöffnung 26 der ersten Strahldüse 28 zugeführt. Saugmedium wird über die Saugmedium-Eingangsöffnungen 38 als Saugströmung 39 zugeführt.

[0037] Der erste Mischdüsen-Abschnitt 31 weist eine erste Mischkammer 41 und eine entlang der Medientdurchströmrichtung 36 nachfolgende erste Mischstrecke 42 auf. Die erste Mischkammer 41 weist einen Mischkammer-Strömungsquerschnitt auf, der entlang der Medientdurchströmrichtung 36, also entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 zur Rührmedium-Ausgangsöffnung 27 hingerrichtet abnimmt. Dadurch wird die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums erhöht und eine Vermischung von Treibmedium und Saugmedium verbessert. Das Vermischen der Medienströme 39, 40 erfolgt dann insbesondere in der ersten Mischstrecke 42, die entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 einen Mischstrecken-Strömungsquerschnitt aufweist, der im Wesentlichen konstant ist.

[0038] Ein Verhältnis von Mischstrecken-Strömungsquerschnitt zu Treibdüsen-Strömungsquerschnitt liegt im Bereich von 4 bis 15. Es ist vorteilhaft wenn dieses Verhältnis im Bereich von 6 bis 12 liegt. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt das Verhältnis etwa 9.

[0039] Der erste Diffusor 32 weist einen aufweitenden Diffusor-Strömungsquerschnitt auf, der entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 eine äußere kegelförmige oder kegelmuffenförmige Kontur aufweist. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist im Bereich des ersten Diffusors 32 ein weiterer Treibkeil 43 vorgesehen. Der Treibkeil 43 erfüllt im Wesentlichen die gleiche Funktion wie der Treibkeil 37 im Bereich des ersten Treibdüsen-Abschnitts 30. Der Grund hierfür liegt darin, dass der erste Diffusor 32 integral in ein und demselben Bauteil ausgeführt ist wie der zweite Treibdüsen-Abschnitt. Dadurch kann die Baulänge des Strahlapparats 12 insgesamt reduziert werden. Aufgrund des Treibkeils 43 ist der Diffusor-Strömungsquerschnitt des ersten Diffusors 32 ein ringförmiger Strahl. Die im Bereich des ersten Diffusors 32 austretende Medienströmung dient als Treibströmung 40 für die zweite Strahldüse 29.

[0040] Die zweite Strahldüse 29 ist im Wesentlichen identisch zu der ersten Strahldüse 28 ausgeführt. Insbesondere sind die Dimensionen, insbesondere der jeweilige Durchmesser der Querschnittsflächen senkrecht zur Strahlapparat-Längsachse 18 sowie die Längen entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 gegenüber den entsprechenden Abmessungen der ersten Strahldüse 28 vergrößert. Der zweite Saugdüsen-Abschnitt 54 weist vier entlang des äußeren Umfangs des Strahlapparats 12 regelmäßig verteilt angeordnete Saugmedium-Eingangsöffnungen 44 auf. Der zweite Mischdüsen-Abschnitt 34 weist eine zweite Mischkammer 45 und eine zweite Mischstrecke 46 auf. Zwei benachbarte Saugme-

dium-Eingangsöffnungen 44 sind jeweils durch einen Trennsteg 56 voneinander getrennt. Über den zweiten Diffusor wird das Medium 3 als Rührstrahl 48 zum Rühren des Mediums 3 in dem Behälter 2 aus dem Strahlapparat 12 abgegeben.

[0041] Im Bereich des zweiten Diffusors 35 ist kein Treibkeil vorgesehen. Das bedeutet, dass der von dem Strahlapparat 12 abgegebene Rührstrahl 48 ein vollflächiges Strömungsprofil aufweist. Der an dem zweiten Diffusor 35 abgegebene Diffusor-Strömungsquerschnitt ist vollflächig. Dadurch, dass der Diffusor 35 entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 aufweitend ausgeführt ist und insbesondere eine Kegelstumpfform aufweist, ist der Rührstrahl 48 aufgeweitet. Insbesondere ist der aus dem Strahlapparat 12 abgegebene Rührstrahl 48 bezogen auf den in den Strahlapparat 12 zugeführten Treibmediumstrahl 40 vergrößert. Das bedeutet, der Rührstrahl 48 weist ein vergrößertes Volumen auf und bewirkt gleichzeitig aufgrund der verringerten Strömungsgeschwindigkeit einen verlängerten Impulsverlust. Der so erzeugte Rührstrahl 48 ist besonders gut geeignet, um das Medium 3 in dem Behälter 2 vollständig, homogen und zuverlässig zu durchmischen. Durch die gezeigte Kaskadierung der Strahldüsen 28, 29 kann der aufgeweitete Diffusor-Strömungsquerschnitt des ersten Diffusors 32 vorteilhaft als Eingangsströmung für die zweite Strahldüse 29 genutzt werden. Insbesondere ist es ausreichend, wenn ein einziger Strahlapparat 12 in einem Behälter 2 angeordnet ist. Dadurch, dass der Strahlapparat 12 keine beweglichen Teile aufweist, ist ein Verschleiß reduziert. Insbesondere ist der Strahlapparat 12 wartungsfrei ausgeführt.

[0042] Der zweite Diffusor 35 weist eine Diffusor-Länge L_D auf, die entlang der Strahlapparat-Längsachse 18 orientiert ist. Der zweite Diffusor 35 weist zudem einen Radius r_1 der Diffusor-Eintrittsöffnung 47 auf. Es gilt: $0,8 \cdot r_1 \leq L_D \leq 2,3 \cdot r_1$, insbesondere $1,0 \cdot r_1 \leq L_D \leq 2,0 \cdot r_1$, insbesondere $L_D = 1,6 \cdot r_1$.

[0043] Es ist denkbar, an dem Strahlapparat 12 die Zufuhr eines Kühlmediums, insbesondere von flüssigem Wasser vorzusehen. Insbesondere erfolgt die Zufuhr des Kühlmediums im Bereich der Rührmedium-Ausgangsöffnung 27. Insbesondere wird eine geringe Menge zugeführt, insbesondere höchstens 5 % des Volumens des abgegebenen Rührstrahls 48, insbesondere höchstens 3 % des Volumen des abgegebenen Rührstrahls 48 und insbesondere höchstens 1 % des Volumens des abgegebenen Rührstrahls 48. Das injizierte Wasser wird aufgrund der erhöhten Temperatur des Mediums, insbesondere des Polymerbitumens, verdampft. Aufgrund der Phasenänderungsenthalpie wird die Temperatur des Mediums 3 reduziert. Gleichzeitig wird der Impuls des Rührstrahls 48 erhöht. Dadurch ist die Mischwirkung des Rührstrahls 48 zusätzlich verbessert. Ein derartiger Rührstrahl 48 mit injiziertem Wasser weist eine verbesserte Effizienz auf. Insbesondere ist es möglich, das flüssige Wasser über eine nicht dargestellte Zuführleitung dem Strahlapparat 12 im Bereich des zweiten Diffusors

35 an einer äußeren Mantelfläche radial zur Strahlapparat-Längsachse 18 zuzuführen. Es ist auch denkbar, die Zuführleitung derart in den Strahlapparat 12 zu integrieren, dass eine Zuführöffnung für das Wasser koaxial zur Strahlapparat-Längsachse 18 angeordnet ist. Es können auch mehrere Zuführöffnungen vorgesehen sein, die dann beispielsweise konzentrisch zur Strahlapparat-Längsachse 18 in einer Ebene senkrecht zur Strahlapparat-Längsachse 18 beabstandet zur Strahlapparat-Längsachse 18 angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lagerung von zähflüssigen Medien, insbesondere Polymerbitumen, wobei die Vorrichtung (1) umfasst
 - a. einen Behälter (2) zum Bevorraten des Mediums (3),
 - b. eine Förderpumpe (6) zum Fördern zumindest eines Teilvolumens des Mediums (3),
 - c. einen mindestens eine Strahldüse (28, 29) aufweisenden, in dem Behälter (2) angeordneten, mit der Förderpumpe (6) in Förderverbindung stehenden Strahlapparat (12, 13), der einen Rührstrahl (48) zum Rühren des Mediums (3) ermöglicht, wobei der aus dem Strahlapparat (12, 13) abzugebende Rührstrahl (48) bezogen auf einen in den Strahlapparat (12, 13) zuzuführenden Treibmediumstrahl ein vergrößertes Volumen aufweist und/oder einen verringerten Impulsverlust auf das zu rührende Medium (3) bewirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) eine mit der Förderpumpe (6) verbundene Treibmedium-Eingangsöffnung (26) zum Zuführen von Treibmedium als Treibmediumstrahl in den Strahlapparat (12, 13) und eine Rührmedium-Ausgangsöffnung (27) zum Abgeben des Rührstrahls (48) in den Behälter (2) aufweist, wobei die Treibmedium-Eingangsöffnung (26) und die Rührmedium-Ausgangsöffnung (27) koaxial zueinander angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) mindestens eine Saugmedium-Eingangsöffnung (38, 44) zum Einsaugen von Saugmedium in den Strahlapparat (12, 13) aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** entlang einer Strahlapparat-Längsachse (18, 19) des Strahlapparats (12, 13) einen Treibdüsen-Abschnitt (30, 33) zum Einspeisen von Treibmedium in den Strahlapparat (12, 13), einen Saugdüsen-Abschnitt (53, 54) zum

Einsaugen von Saugmedium in den Strahlapparat (12, 13), einen Mischdüsen-Abschnitt (31, 34) zum Mischen von Treibmedium und Saugmedium und einen Diffusor (32, 35) zum Ausströmen des Rührstrahls (48) in den Behälter (2).

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsen-Abschnitt (30, 33) einen, insbesondere coaxial zur Strahlapparat-Längsachse (18, 19) angeordneten, Treibkeil (37, 43) zur Erzeugung eines, insbesondere ringförmigen, Treibdüsen-Strömungsquerschnitts aufweist. 5
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mischdüsen-Abschnitt (31, 34) eine Mischkammer (41, 45) und eine entlang der Strahlapparat-Längsachse (18, 19) nachfolgende Mischstrecke (42, 46) aufweist, wobei ein Mischkammer-Strömungsquerschnitt entlang der Strahlapparat-Längsachse (18, 19) zur Rührmedium-Ausgangsöffnung (27) hin gerichtet abnimmt und wobei ein Mischstrecken-Strömungsquerschnitt entlang der Strahlapparat-Längsachse (18, 19) im Wesentlichen konstant ist. 10
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6, **gekennzeichnet durch** ein Verhältnis von Mischstrecken-Strömungsquerschnitt zu Treibdüsen-Strömungsquerschnitt im Bereich von 4 bis 15, insbesondere von 6 bis 12 und insbesondere von etwa 9. 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diffusor (32, 35) einen entlang der Strahlapparat-Längsachse (18, 19), insbesondere kegelförmig oder kegelstumpfförmig, aufweitenden Diffusor-Strömungsquerschnitt aufweist. 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diffusor (32, 35) eine Diffusor-Länge (L_D) aufweist, wobei gilt $0,8 \cdot r_1 \leq L_D \leq 2,3 \cdot r_1$, insbesondere $1,0 \cdot r_1 \leq L_D \leq 2,0 \cdot r_1$, insbesondere $L_D = 1,6 \cdot r_1$, wobei r_1 der Radius einer Diffusor-Eintrittsöffnung (47) ist. 30
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) keine beweglichen Teile aufweist. 35
11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) wartungsfrei ausgeführt ist. 40
12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) eine erste Strahldüse (28) umfassend einen ersten Treibdüsen-Abschnitt (30), einen ersten Saugdüsen-Abschnitt (53), einen ersten Misch-

düsen-Abschnitt (31) und einen ersten Diffusor (32) sowie eine entlang der Strahlapparat-Längsachse (18, 19) dahinter angeordneten zweite Strahldüse (29) umfassend einen zweiten Treibdüsen-Abschnitt (33), einen zweiten Saugdüsen-Abschnitt (54), einen zweiten Mischdüsen-Abschnitt (34) und einen zweiten Diffusor (35) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Diffusor (32) und der zweite Treibdüsen-Abschnitt (33) eine integrale Komponente sind. 10
14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahlapparat (12, 13) mit der Strahlapparat-Längsachse (18, 19) parallel zu einer, insbesondere vertikal orientierten, Behälter-Längsachse (17) orientiert ist. 20
15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mehrere Strahlapparate (12, 13). 25

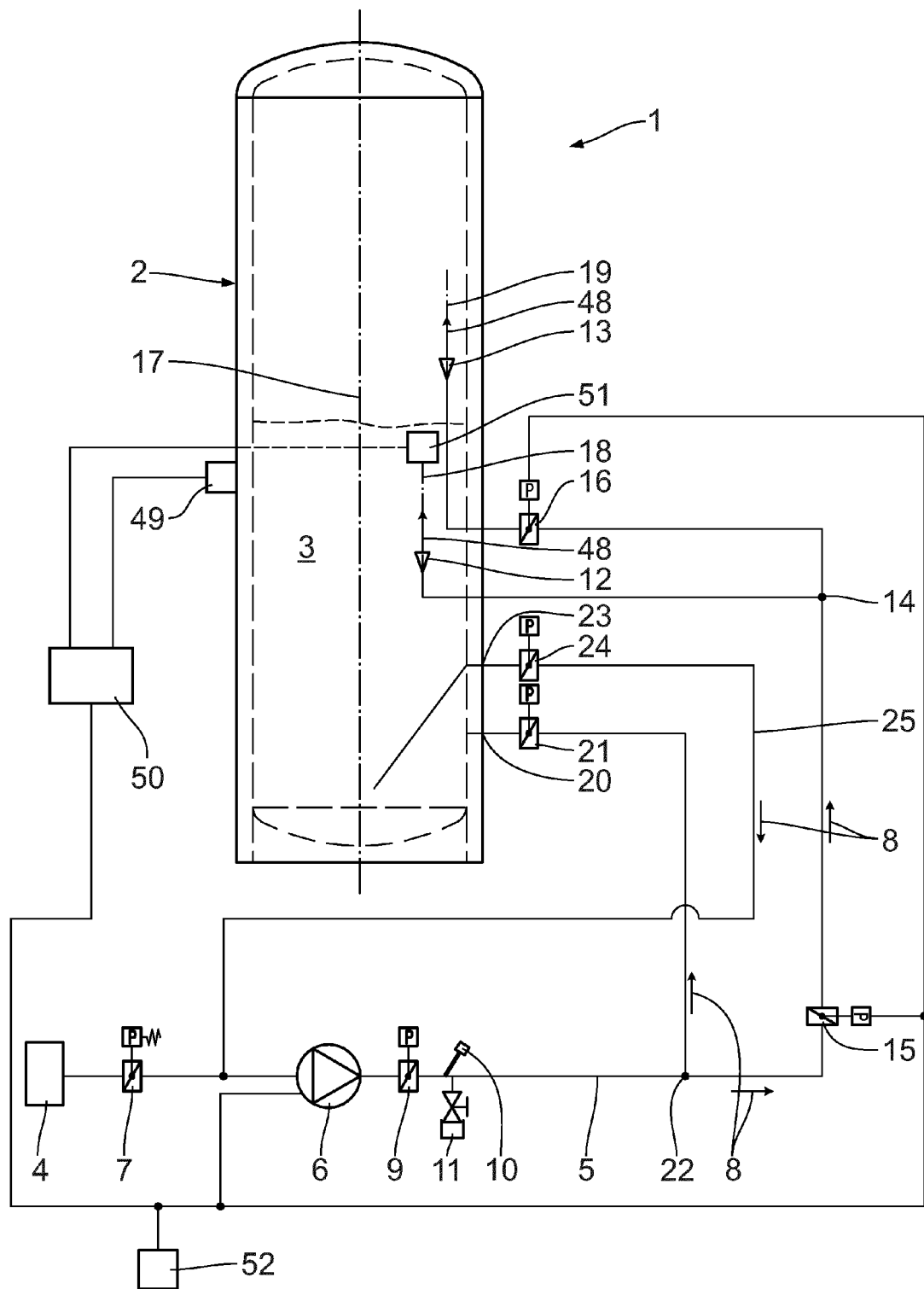


Fig. 1

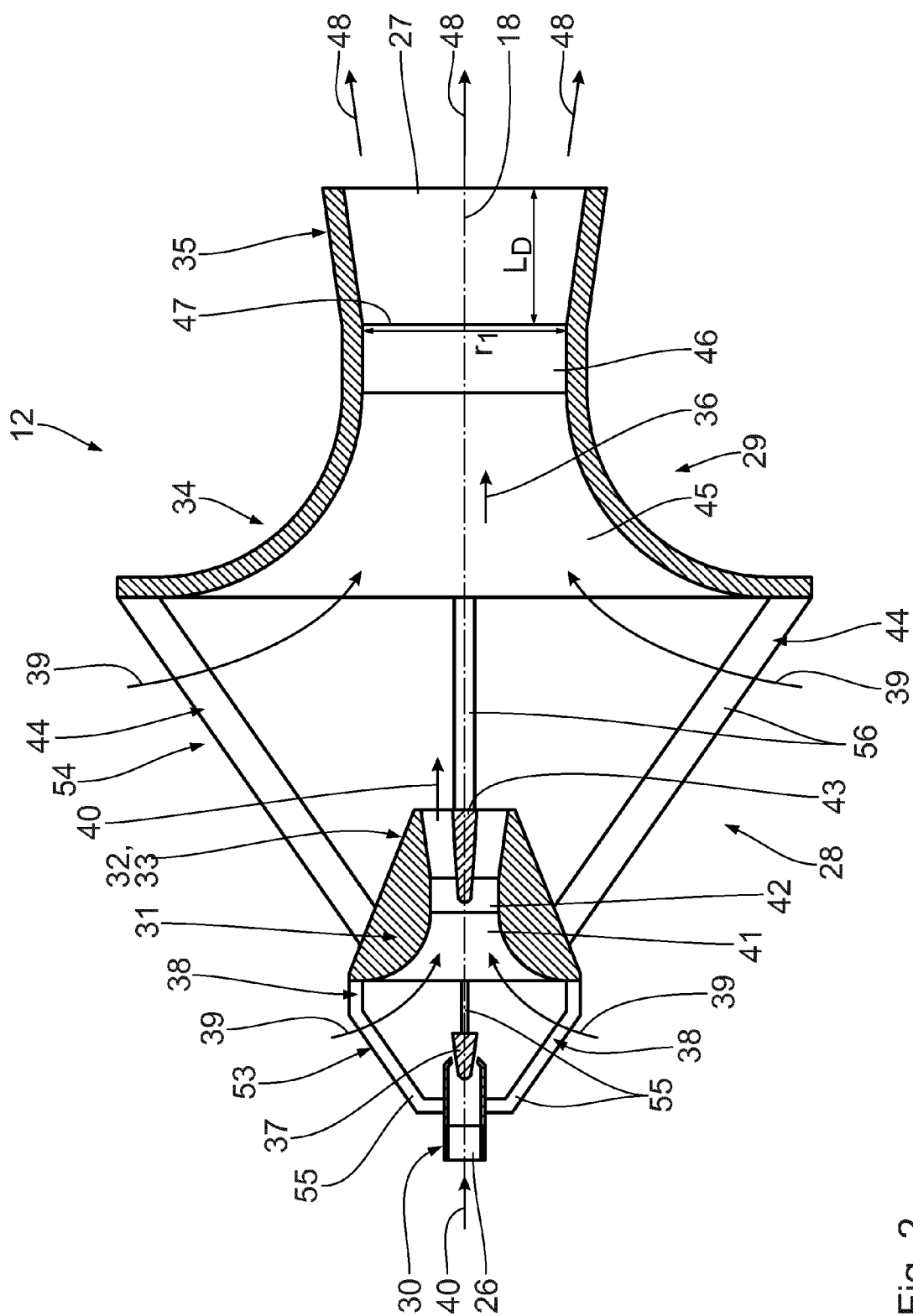


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 2654

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 166 020 A (COOK ERNEST E) 19. Januar 1965 (1965-01-19)	1-4, 8-11,14, 15	INV. B01F5/02 B01F5/04 B01F5/10 B01F3/08 B01F3/10
Y	* Abbildungen 1-5 * * Spalte 2, Zeilen 4-39 * -----	5	
X	WO 2008/034783 A1 (BLECHSCHMITT MICHAEL [DE] ET AL) 27. März 2008 (2008-03-27)	1-4,6, 8-11,14, 15	
Y	* Abbildungen 13,14 * * Seite 10, Zeile 17 - Seite 11, Zeile 9 * * Seite 13, Zeilen 26-39 * * Seite 13, Zeilen 19-21 * -----	5,7	
X	EP 0 209 095 A2 (WAAGNER BIRO AG [AT]) 21. Januar 1987 (1987-01-21)	1-4,6, 8-15	
Y	* Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 5 * -----	5	
Y	DE 26 44 378 A1 (FUELLPACK DIPL BRAUEREI ING DI) 6. April 1978 (1978-04-06) * Abbildung 3 * * Seite 10, Absatz 2 * -----	5,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Oktober 2014	Prüfer Voltz, Eric
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 17 2654

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-10-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3166020 A	19-01-1965	KEINE	
WO 2008034783 A1	27-03-2008	AT 552045 T BR PI0716552 A2 DE 102006045088 A1 EP 2066430 A1 KR 20090057448 A MY 150123 A US 2008074944 A1 US 2014064017 A1 WO 2008034783 A1 ZA 200902698 A	15-04-2012 24-09-2013 27-03-2008 10-06-2009 05-06-2009 29-11-2013 27-03-2008 06-03-2014 27-03-2008 30-06-2010
EP 0209095 A2	21-01-1987	AT 391849 B EP 0209095 A2	10-12-1990 21-01-1987
DE 2644378 A1	06-04-1978	DE 2644378 A1 GB 1557401 A US 4173178 A	06-04-1978 12-12-1979 06-11-1979

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82