



(11) **EP 3 199 230 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.08.2017 Patentblatt 2017/31**

(51) Int Cl.:  
**B01F 13/08 (2006.01)** **B01F 3/02 (2006.01)**  
**B01F 5/06 (2006.01)** **B01F 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16153557.0**

(22) Anmeldetag: **01.02.2016**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

- **Busch, Jan**  
**40477 Dusseldorf (DE)**
- **Ritter, Joachim**  
**51381 Leverkusen (DE)**
- **Conzelmann, Holger**  
**71384 Weinstadt (DE)**

(71) Anmelder: **Covestro Deutschland AG**  
**51373 Leverkusen (DE)**

(74) Vertreter: **Levpat**  
**c/o Covestro AG**  
**Gebäude 4825**  
**51365 Leverkusen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Arras, Jurgen**  
**25524 Izehoe (DE)**

(54) **VORRICHTUNG ZUM KONTINUIERLICHEN VERMISCHEN ZUMINDEST ZWEIER SUBSTANZEN**

(57) Vorrichtung (1) zum kontinuierlichen Vermischen zumindest zweier Substanzen (X, Y), insbesondere von Diaminodiphenylmethan (MDA) mit Kohlenoxidchlorid (Phosgen), umfassend  
- einen Mischraum (4), in dem ein Mischelement (6), insbesondere ein Rotor-Stator-Mischer, (6) angeordnet ist,  
- zumindest zwei Zuläufe (3), durch welche die zu mischenden Substanzen separat und kontinuierlich in den Mischraum (4) einführbar sind,  
- zumindest einen Ablauf (5) zum kontinuierlichen Abführen des im Mischraum (4) erzeugten Produkts (Z) aus dem Mischraum (4) hinaus,  
- eine Antriebsanordnung (9, 16, 17) zum Antreiben des Mischelements (6),

net ist und mit der Anordnung, insbesondere dem ersten Magnelement (16), in magnetischer Antriebsverbindung steht und mit dem Mischelement (6) drehfest verbunden ist.

wobei der Mischraum (4) durch ein Gehäuse (2) hermetisch umschlossen ist,  
wobei Teile (17) der Antriebsanordnung, die drehfest mit dem Mischelement (6) verbunden sind, vollständig innerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet sind,  
wobei die Antriebsanordnung (9, 16, 17) eine Anordnung (9, 16) zur Erzeugung eines rotierenden Magnetfeldes umfasst, welche vollständig außerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet ist, und dass die Antriebsanordnung (9, 16, 17) ein zweites Magnelement (17) umfasst, welches vollständig innerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet

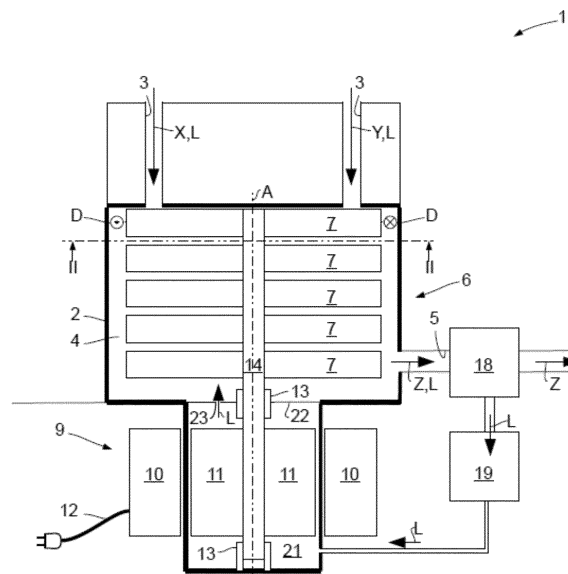


FIG. 1

**EP 3 199 230 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Vermischen zumindest zweier Substanzen. Insbesondere wird diese Vorrichtung verwendet zum Vermischen von Di- und Polyaminen der Diphenylmethanreihe (fortan summarisch MDA) mit Kohlenoxidchlorid (Phosgen) zur Herstellung von Di- und Polyisocyanaten der Diphenylmethanreihe (fortan MDI).

**[0002]** Für die Herstellung von zahlreichen Polyurethanen (PUR) wird MDI benötigt. MDI wird großtechnisch durch eine Phosgenierung von MDA erzeugt. Aufgrund der überaus hohen Reaktivität des Kohlenoxidchlorids (Phosgens) findet die Reaktion zwischen MDA und Phosgen unmittelbar nach einer Vermischung der beiden Stoffe miteinander statt.

**[0003]** Bei der großtechnischen Durchführung dieser Phosgenierung sind einige Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Zunächst sind sämtliche der beteiligten Stoffe giftig. Ein Austritt der Stoffe ist daher zu vermeiden. Insbesondere sollte das Phosgen in hermetisch geschlossenen Kreisläufen eingesetzt werden. Die eingesetzten Mischvorrichtungen müssen hermetisch dicht sein; Dichtringe an sich drehenden Bauteilen können diese hermetische Dichtheit entsprechend der geforderten Sicherheit nicht ausreichend bereitstellen.

**[0004]** Phosgen wird der Reaktion im Verhältnis zu MDA im Überschuss gegenüber der stöchiometrisch exakten Menge zugeführt. Dabei soll das zugeführte MDA vollständig umgesetzt werden, während eine gewisse Menge an Phosgen unreactiert im Ausgangsprodukt verbleibt. Der Überschuss sollte aus wirtschaftlichen Gründen möglichst gering eingestellt werden, damit die Menge an zurückgeführtem Phosgen möglichst gering ist.

**[0005]** Die Eingangsstoffe MDA und Phosgen werden für die Herstellung von MDI in einem Lösungsmittel wie beispielsweise Monochlorbenzol (MCB) oder ortho-Dichlorbenzol gelöst, was die Viskosität und die Vermischbarkeit begünstigt. Allerdings ist das Lösungsmittel in der Anschaffung und der Entsorgung recht kostenaufwändig; daher wird es durch Destillation aufbereitet und mehrfach verwendet. Diese Destillation geht mit einem Energieeintrag einher und ist daher kostenaufwändig. Daher ist man aus wirtschaftlichen Überlegungen stets bestrebt, den Anteil an Lösungsmittel möglichst gering zu halten.

**[0006]** Die Reaktion aus MDA und Phosgen ist eine exotherme Reaktion. Aufgrund der Reaktivität ergeben sich lokale Temperaturspitzen, die abzubauen sind; die lokalen Temperaturen im Mischraum sollten ca. 145°C nicht überschreiten, um keine unerwünschten Nebenprodukte zu erzeugen. Die Kühlung wird üblicherweise durch das Lösungsmittel bereitgestellt. Reduziert man allerdings den Anteil des Lösungsmittels, so wird folglich auch das Kühlmittel zur Kühlung der Reaktion eingespart.

**[0007]** Des Weiteren neigt der als Koppelprodukt gebildete Chlorwasserstoff dazu, mit MDA zu festem MDA-

Hydrochlorid (MDA\*HCl) zu reagieren. Diese Reaktion ist an sich unerwünscht, lässt sich aber nicht vollständig vermeiden. Die Bildung von MDA\*HCl ist umso unkritischer, desto feinkörniger das MDA\*HCl ist. Das MDA\*HCl kann wiederum mit Phosgen letztendlich zum MDI umgesetzt werden, ist also für die Zielreaktion nicht verloren. Diese Umsetzung verläuft umso besser, je feinkörniger das MDA\*HCl ist. Ein weiterer Faktor, der diese Reaktion beeinflusst, ist die Löslichkeit des MDA\*HCl im Lösungsmittel, die mit steigender Temperatur steigt. Andererseits neigt Phosgen dazu, bei zu hoher Temperatur auszugasen. Dem kann durch eine Erhöhung des Drucks in der Mischkammer auf zumindest 20 bar, vorzugsweise mehr als 30 bar entgegengetreten werden.

**[0008]** Eine Erhöhung des Drucks im Reaktionsraum auf zumindest 20 bar setzt allerdings massiv höhere Sicherheitsanforderung an die Mischeinrichtung voraus, da, wie bereits ausgeführt, es sich bei den Ausgangsstoffen um giftige Stoffe handelt. Ein Austritt der Stoffe auch in kleinen Mengen muss ausgeschlossen sein.

**[0009]** Bislang werden beispielsweise für die Vermischung von MDA und Phosgen Aggregate eingesetzt, die auf Rotoren und Statoren beruhen. Ein solcher Mischer umfasst einen Rotor mit einer Mehrzahl von radial ausgerichteten Bolzen. Die Vermischung erfolgt hier an einem Außenumfang des Mixers (siehe auch EP 2 077 150 A1). Um die erforderlichen hohen Umfangsgeschwindigkeiten zu erzielen, werden bislang Umdrehungsgeschwindigkeiten von mehr als 1000 U/min eingestellt.

**[0010]** Um bei hohem Druck und erhöhter Temperatur dennoch eine gute Vermischung bereitzustellen und auch die Ausgangsstoffe schnell zu vermischen, und um insbesondere die lokalen Temperaturspitzen zu vermeiden, sind Umdrehungsgeschwindigkeiten des Rotor-Stator-Mixers von zumindest 3000 U/min erwünscht.

**[0011]** Bisherige hermetisch dichte Antriebssysteme können dies aber bislang nicht bereitstellen, da in der hermetisch abgedichteten Antriebseinheit keine ausreichende Kühlung anhand eines Kühlmittelstroms realisierbar ist. Auch stößt die mechanische Lagerung bei Drehzahlen von 3000 U/min an ihre Grenzen. Der maximal zulässige Betriebsdruck liegt meist deutlich unter 20 bar. Bekannte Mischer können daher nicht eingesetzt werden. Sonderanfertigungen ermöglichen eine Drehzahl von max. 3000 U/min an.

**[0012]** Beim Beispiel der Phosgenierung wird der einzige zur Kühlung in Frage kommende Fluss durch inerte Komponenten, z.B. Lösemittel wie Orthodichlorbenzol (ODB) oder MCB bereitgestellt. Dieser Fluss steht der Reaktion als kühlende Inertkomponente für die Reaktion dann nicht zur Verfügung. Da im kleinen Maßstab die Massenströme aber im Bereich von ml/s liegen, die Spalte in den Spalttöpfen der Magnetkupplungen aber wie im Großmaßstab im mm-Bereich liegen, müsste der gesamte Lösungsmittelstrom für die Spülung des Spaltes eingesetzt werden.

**[0013]** Trotz all dieser Widrigkeiten scheint die Phos-

genierung von MDA zu MDI bei hohem Druck und geringem Lösungsmiteleinsatz theoretisch ein erhebliches Einsparpotential zu versprechen, es scheiterte aber bisher an der mangelnden Verfügbarkeit der Apparate für Labor und Technikum sowie an den Sicherheitsbedenken und ist deswegen nicht umgesetzt worden.

**[0014]** Insofern ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine technische Umsetzung bereitzustellen, mit der die Phosgenierung von MDA zu MDI bei verbesserten Rahmenbedingungen, insbesondere höherem Druck und geringerem Lösungsmittelanteil, ermöglicht wird.

**[0015]** Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 und eine Verwendung einer solchen nach Anspruch 6; bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum kontinuierlichen Vermischen zumindest zweier Substanzen umfasst einen Mischraum, in dem ein Mischelement, insbesondere ein Rotor-Stator-Mischer angeordnet ist, zumindest zwei Zuläufe, durch welche die zu mischenden Substanzen separat und kontinuierlich in den Mischraum einführbar sind, zumindest ein Ablauf zum kontinuierlichen Abfüllen des Mischraums erzeugten Produkts aus dem Mischraum hinaus sowie eine Antriebsanordnung zum Antreiben des Mischelements. Die Vorrichtung ist geeignet und wird insbesondere verwendet zum Mischen von MDA mit Kohlenoxiddichlorid (Phosgen) zum Erzeugen von MDI. Als Lösungsmittel wird insbesondere MCB (Chlorbenzol) verwendet. Der Mischraum wird durch ein Gehäuse hermetisch umschlossen. Rotierende Teile, die drehfest mit dem Mischelement verbunden sind, sind vollständig innerhalb des hermetischen umschließenden Gehäuses angeordnet. Das bedeutet insbesondere, dass keine rotierenden Teile das hermetisch umschließende Gehäuse durchdringen, was eine Voraussetzung für eine hohe Sicherheit gegen unerwünschten Austritt von hochgiftigen Substanzen ist.

**[0017]** Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsanordnung eine Anordnung zur Erzeugung eines rotierenden Magnetfeldes umfasst, die vollständig außerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses angeordnet ist. Diese Anordnung kann einen Motor sowie ein damit drehbar angetriebenes erstes Magnetelement umfassen, und ist vollständig außerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses angeordnet. Die Antriebsanordnung umfasst ein zweites Magnetelement, welches vollständig innerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses angeordnet ist und mit der Anordnung, insbesondere dem ersten Magnetelement, in magnetischer Antriebsverbindung steht. Das zweite Magnetelement ist mit dem Mischelement drehfest verbunden.

**[0018]** Im Wesentlichen wird hier das Prinzip eines Magnetrührers verwendet. Das zweite Magnetelement stellt dabei Art einen Rührfisch dar, der im Mischraum angeordnet ist, und durch seine Drehung eine Vermischung der eingeführten Substanzen bewirkt. Dabei kann das

zweite Magnetelement einstückig mit dem Mischelement ausgebildet sein. Insbesondere eignet es sich, dass das zweite Magnetelement ein Stachelkranz darstellt, der einem Rotor-Stator-Mischer zugehörig ist. Das zweite Magnetelement ist im Gegensatz zu bekannten Magnetrührern im Mischraum gelagert, insbesondere anhand von Magnetlagern.

**[0019]** Bevorzugt umfasst die Vorrichtung eine Rotor-Stator-Mischeranordnung mit einem Stachelkranz. Ein solcher Stachelkranz ist im Mischraum drehbar um eine Drehachse gehalten. Eine Mehrzahl kreisförmig und koaxial um die Drehachse des Stachelkranzes angeordneter Zuflüsse ist zur separaten Einleitung der Substanzen in den Mischraum vorgesehen.

**[0020]** Unter kontinuierlichem Vermischen wird insbesondere verstanden, dass die Substanzen während des Mischvorgangs einem weitgehend konstanten Fluss unterliegen und das im Mischraum erzeugte Produkt konstant abgeführt wird. Im Gegensatz dazu werden als statische Mischvorgänge solche verstanden, bei denen zunächst akkordartig alle zu mischenden Substanzen in einem Mischraum eingeführt werden, anschließend der Zufluss gestoppt wird und das Mischen erfolgt und nach dem vollständigen Mischen das Endprodukt aus dem Mischraum entnommen wird; erst anschließend das erneute Befüllen mit zu mischenden Substanzen. Solche statischen Mischvorgänge sind von dem Begriff kontinuierlichen Einleiten nicht umfasst.

**[0021]** Der Stachelkranz ist unmittelbar axial benachbart zu den Zuflüssen angeordnet. Axial benachbart bedeutet, dass die in axialer Richtung (also in einer Richtung parallel zur Drehachse) maximal ein schmaler Spalt, insbesondere weniger als 2 mm, zwischen dem Austritt der Zuflüsse und dem Stachelkranz vorgesehen ist.

**[0022]** Vorzugsweise wird das Mischelement über Magnetlager gelagert. Solche Magnetlager können berührungslos ausgebildet sein; das heißt, an diesen Lagern findet kein Kontakt zwischen sich relative zueinander bewegenden Teilen statt. Hierdurch lassen sich hohe Drehgeschwindigkeiten realisieren, ohne dass Reibung und damit Hitzebeaufschlagung zwischen den beteiligten Elementen auftritt.

**[0023]** Bevorzugt wird die vorbeschriebene Vorrichtung verwendet zum kontinuierlichen Vermischen von zumindest zwei Substanzen, insbesondere Diaminodiphenylmethan MDA und Kohlenoxiddichlorid (Phosgen). Der Druck im Mischraum beträgt vorzugsweise zumindest 19 bar, vorzugsweise zumindest 20 bar, weiter vorzugsweise zumindest 30 bar.

**[0024]** Das Mischelement wird mit einer Drehgeschwindigkeit von zumindest 3000 Umdrehungen pro Minute betrieben. Die Temperatur im Mischraum beträgt insbesondere maximal 135°C, bevorzugt 85°C.

**[0025]** Durch die Erfindung wird eine Möglichkeit zur Vermischung der Substanzen geschaffen, die bei Drücken deutlich über 20 bar bedenkenlos einzusetzen ist; dabei wird im Wesentlichen eine Magnetkupplung so gestaltet, dass der Innenraum der Magnetkupplung zum

Misch- und Reaktionsraum wird. Das zweite Magnetelement kann als Ankerrührer bzw. Rührfisch mit zum Beispiel Teflon ummantelten Permanentmagneten ausgeführt sein, die vom außerhalb des Gehäuses angeordneten ersten Magnetelement angetrieben werden. So lassen sich sehr hohe Drehmomente im Bereich von einigen Nm in kleinen Spalttöpfen erzielen, was die geforderten mechanischen Leistungseinträge im Bereich von mehreren kW ermöglicht. Ebenso sind sehr hohe Drehzahlen möglich, so dass die Umfangsgeschwindigkeiten (20-30 m/s) der Produktionsmischer erreicht werden, was für Scale-up-Untersuchungen ein wichtiger Parameter ist. Die hierfür erforderlichen hohen Drehzahlen (10.000 1/min) können mit magnetisch und/oder hydraulischer Lagerung des Innenrotors ermöglicht werden. Da sich die Frage der Notwendigkeit von Spül- und Kühlströmen auch bei größeren magnetangetriebenen Intensivmischern (z. B. Rotor-Stator-Mischer in der Herstellung von MDI) stellt, ist eine Anwendung der Erfindung im größeren Maßstab, insbesondere in der Herstellung von MDI, vorteilhaft, weil so inerte Seitenströme insbesondere durch von Lösungsmittel vermieden werden können, was einer Reduktion von Kreislaufströmen zugeht.

**[0026]** Bei der Phosgenierung von MDA lässt sich der Überschuss an Phosgen bei vorgegebenen Ziel-NCO-Gehalten reduzieren, wenn kein freies MDA mehr für Nebenreaktionen zu Harnstoffen zu Verfügung steht. Dabei lässt sich der Überschuss nahezu auf Null reduzieren, so dass ein Einsatz von Phosgen recht nahe oder exakt am stöchiometrischen Verhältnis möglich wird. Neben den großen wirtschaftlichen Vorteilen (Phosgenvernichtung, Anlagengröße), kann auch der Phosgen-Holdup im Anlagenteil signifikant reduzieren, was als zunehmend kritischer Sicherheitsaspekt gesehen wird.

**[0027]** Durch den hohen Druck bleibt das zwangsläufig gebildete HCl in der flüssigen Phase und steht zur Maskierung des MDA zum Hydrochlorid zur Verfügung.

**[0028]** Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen nachfolgend näher erläutert; hierin zeigt:

- FIG. 1 eine Vorrichtung umfassend eine Stachelmischanordnung in herkömmlicher Bauweise;
- FIG. 2 die Rotor-Stator-Mischervorrichtung nach FIG. 1 Schnittdarstellung gemäß der Schnittlinie I-I aus FIG. 1;
- FIG. 3 eine Schnittdarstellung aus der Rotor-Stator-Mischeranordnung nach FIG. 2 entlang der Schnittlinie III-III aus FIG. 2;
- FIG. 4 eine erfindungsgemäße Abwandlung der Vorrichtung nach FIG. 1 in einer ersten Ausgestaltung;
- FIG. 5 eine erfindungsgemäße Abwandlung der Vorrichtung nach FIG. 1 in einer zweiten Ausgestaltung.

staltung.

**[0029]** Die Abbildungen FIG. 1 bis FIG. 3 werden gemeinsam beschrieben. Gezeigt ist eine Mischvorrichtung 1 mit einer Rotor-Stator-Mischeranordnung der herkömmlichen Art. In einem Mischraum 4 werden über Zufüsse 3 zwei Substanzen X, Y separat und kontinuierlich zugeführt. Die Substanzen X, Y sind in einem Lösungsmittel L gelöst. Innerhalb des Mischraums 4 ist eine Mischvorrichtung 6 in Form eines Rotor-Stator-Mischers vorgesehen. Dieser Rotor-Stator-Mischer 6 umfasst eine Mehrzahl von Stachelkränzen 7. An jedem Stachelkranz 7 ragen radial einzelne Stachel 8 hervor. Die Stachelkränze 7 sind auf einer gemeinsamen Drehwelle 14 gehalten und drehfest miteinander verbunden. Über einen Motor 9 wird der Rotor-Stator-Mischer 6 angetrieben. Der Motor 9 umfasst einen Stator 10 und einen Rotor 11. Eine elektrische Zuleitung 12 ist mit dem Stator verbunden. Der Rotor 11 ist drehfest mit der Welle 14 verbunden.

**[0030]** Die Mischvorrichtung 1 umfasst ein hermetisch abgedichtetes Gehäuse 2, in dem sich sämtliche rotierende Teile der Mischvorrichtung 1 befinden, insbesondere der Stachelkranz 7, der Rotor 11 und die Welle 14. Auch sind Lager 13 zur Lagerung der Welle 14 innerhalb des hermetisch abgedichteten Gehäuses 2 gehalten. Die Statoren 10 des Motors sind außerhalb des Gehäuses 2 gehalten. Eine Trennwand 22 trennt den Innenraum des Gehäuses 2 in zwei unterschiedliche Räume auf, zu einen den Mischraum 4, zum anderen den Rotorraum 21. Im letzter ist der der Rotor 12 aufgenommen ist. Im Wesentlichen ist durch die Trennwand 22 verhindert, dass Fluid vom Mischraum 4 in den Rotorraum 21 fließen kann, lediglich einzelne Schlitze 23 im Bereich der Trennwand oder der Lager sind vorhanden, um einen Lösungsmittelstrom L vom Rotorraum 21 in den Mischraum 4 zu ermöglichen. Dieser Lösungsmittelstrom dient zum einen der Kühlung des Rotors 11; zum anderen soll dieser Lösungsmittelstrom L sicherstellen soll, dass keine der Substanzen X, Y oder des Endprodukts Z in den Rotorraum 21 gelangt.

**[0031]** Im Mischraum 4 werden die beiden Substanzen X und Y zum Endprodukt Z vermischt. Die Substanzen X und Y liegen gelöst im Lösungsmittel L vor. Gleichermaßen ist auch das Endprodukt Z im Lösungsmittel L gelöst. Über einen Abfluss 5 fließt das Endprodukt Z in gelöster Form vollständig aus dem Mischraum 4 ab und gelangt in einen Lösungsmittelabscheider 18, in dem das Lösungsmittel L vom Endprodukt X separiert wird. Das getrennte Lösungsmittel L gelangt in eine Lösungsmittelaufbereitung 19, und von dort gelangt das Lösungsmittel erneut in den Rotorraum 21 zur Kühlung und Spülung des Rotors; ferner wird das Lösungsmittel L erneut zum Lösen der Substanzen X, Y verwendet (nicht dargestellt).

**[0032]** In FIG. 2 und FIG. 3 sind Details des Rotor-Stator-Mischers gezeigt. Der Stachelkranz 7 dreht sich in Drehrichtung D um die Drehachse A. Dabei wischt ein radialer äußerer Bereich eines Stachels 8 jeweils über

einen Zufluss 3 hinweg und nimmt so die einströmende Substanz in Umfangsrichtung bzw. in Drehrichtung D mit und führt sie zum anderen Zufluss, der in Umfangsrichtung benachbart angeordnet ist, wodurch die Vermischung der beiden Substanzen bewirkt wird. Zu erkennen sind insgesamt zwölf Zuläufe 3, wobei die Zuläufe der ersten Substanz X und die Zuläufe der zweiten Substanz Y in Umfangsrichtung abwechselnd angeordnet sind. Der Stachelkranz 7 weist ebenfalls zwölf Stachel auf, die Zuläufe sind in Umfangsrichtung benachbart zueinander angeordnet. Grundsätzlich stimmen bei solchen Rotor-Stator-Mischern die Anzahl der Stacheln 8 an einem Stachelkranz 7 mit der Anzahl der umfangsverteilten Zuläufen 3 überein.

**[0033]** In FIG. 3 sind die Stachel 8 im Querschnitt gezeigt. Es ist zu erkennen, dass die Stachel 8 nur durch einen axialen Spalt von wenigen Millimetern von den Zuflüssen 3 beabstandet sind. Im radial äußeren Bereich, der in Überdeckung mit den Zuflüssen 3 ist, weist der Stachel 8 eine Abschrägung 15 auf. Diese Abschrägung 15 dient dazu, die Strömung S der zufließenden Substanzen aus der axialen Richtung, wie sie aus den Zuflüssen 3 zunächst ausströmt, in Drehrichtung D mitzunehmen. Zunächst wird also durch den Rotor-Stator-Mischer eine Beschleunigung der Substanzen in Umfangsrichtung bewirkt.

**[0034]** Die Anordnung nach FIG. 1 erfordert einen großen Anteil an Lösungsmittel L, der zur Kühlung und Spülung des Rotors verwendet wird. Insofern gestaltet sich auch der Aufbau der Mischvorrichtung recht komplex. In FIG. 4 ist nun eine Abwandlung der Mischvorrichtung nach FIG. 1 gezeigt, wobei die beschriebenen Details der Mischvorrichtung nach den Abbildungen FIG. 1 bis FIG. 3 weitgehend auf die erfindungsgemäßen Mischvorrichtungen nach den Abbildungen FIG. 4 und FIG. 5 anwendbar sind.

**[0035]** FIG. 4 zeigt einen Mischvorrichtung 1 mit einem Rotor-Stator-Mischer 6, umfassend ein deutlich kleineres hermetisch abgedichtetes Gehäuse 2 als die Mischvorrichtung nach FIG. 1. Der Motor 9 ist ein handelsüblicher Motor, der über eine Stromleitung 12 mit elektrischer Energie versorgt wird. Über eine Welle 14 wird eine Magnetscheibe 16 (erstes Magnelement) angetrieben. Der Motor 9, die Welle 14 sowie die Magnetscheibe 16 sind außerhalb des Gehäuses 2 angeordnet. Innerhalb des Gehäuses 2 ist ein magnetischer Rührfisch 17 (zweites Magnelement) angeordnet, der integral ausgebildet ist mit einem Stachelkranz 7. Durch die Bewegung der Magnetscheibe 16 wird der Rührfisch 17 gleichermaßen in Rotation versetzt. Hierdurch dreht sich der Stachelkranz 7 und bewirkt eine Vermischung, wie es bereits zu FIG. 1 gezeigt wurde. Der separate Lösungsmittelstrom zur Kühlung und Spülung von Teilen des Motors kann entfallen.

**[0036]** FIG. 5 zeigt eine Abwandlung der Vorrichtung nach FIG. 4. Neben dem Rotor-Stator-Mischer 17, der einstückig ausgebildet ist mit einem Stachelkranz 7 sind weitere Stachelkränze 7 vorgesehen, die axial benach-

bart zum Rührfisch 17 angeordnet sind und über eine Welle 14' miteinander verbunden sind. Über Magnetlager 20 wird die Welle 14' im Gehäuse 2 gelagert.

## 5 Bezugszeichenliste

### [0037]

1	Mischvorrichtung
10 2	hermetisch abgedichtetes Gehäuse
3	Zuflüsse
4	Mischraum
5	Abfluss
6	Rotor-Stator-Mischer
15 7	Stachelkranz
8	Stachel
9	Motor
10	Stator
11	Rotor
20 12	elektrische Zuleitung
13	Lager
14	Welle
15	Abschrägung
16	Magnetscheibe
25 17	Rührfisch
18	Lösungsmittelabscheider
19	Lösungsmittelaufbereiter
20	Magnetlager
21	Rotorraum
30 22	Trennwand
23	Schlitze
S	Strömung
D	Drehrichtung
X	erste Substanz
35 Y	zweite Substanz
Z	Endprodukt
L	Lösungsmittelstrom

## 40 Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum kontinuierlichen Vermischen zumindest zweier Substanzen (X, Y), insbesondere von Diaminodiphenylmethan (MDA) mit Kohlenoxidchlorid (Phosgen), umfassend

- einen Mischraum (4), in dem ein Mischelement (6), insbesondere ein Rotor-Stator-Mischer, (6) angeordnet ist,
- zumindest zwei Zuläufe (3), durch welche die zu mischenden Substanzen separat und kontinuierlich in den Mischraum (4) einführbar sind,
- zumindest einen Ablauf (5) zum kontinuierlichen Abführen des im Mischraum (4) erzeugten Produkts (Z) aus dem Mischraum (4) hinaus,
- eine Antriebsanordnung (9, 16, 17) zum Antreiben des Mischelements (6),

- wobei der Mischraum (4) durch ein Gehäuse (2) hermetisch umschlossen ist,  
wobei Teile (17) der Antriebsanordnung, die drehfest mit dem Mischelement (6) verbunden sind, vollständig innerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Antriebsanordnung (9, 16, 17) eine Anordnung (9, 16) zur Erzeugung eines rotierenden Magnetfeldes, insbesondere umfassend einen Motor (9) sowie ein damit drehbar angetriebenes erstes Magnetelement (16), umfasst, welche vollständig außerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet ist, und  
**dass** die Antriebsanordnung (9, 16, 17) ein zweites Magnetelement (17) umfasst, welches vollständig innerhalb des hermetisch umschließenden Gehäuses (2) angeordnet ist und mit der Anordnung, insbesondere dem ersten Magnetelement (16), in magnetischer Antriebsverbindung steht und mit dem Mischelement (6) drehfest verbunden ist.
2. Vorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das zweite Magnetelement (17) einstückig mit dem Mischelement (6) ausgebildet ist.
3. Vorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das zweite Magnetelement (17) als Stachelkranz (7) eines Rotor-Stator-Mischers (6) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vorrichtung eine Rotor-Stator-Mischeranordnung mit einem Stachelkranz (7) umfasst, wobei der Stachelkranz (7) drehbar um eine Drehachse (A) innerhalb des Mischraums (4) gehalten ist, wobei eine Mehrzahl kreisförmig und koaxial um die Drehachse des Stachelkranzes (7) angeordneter Zuflüsse (3) zur separaten und kontinuierlichen Einleitung der Substanzen in den Mischraum (4) vorgesehen sind,  
wobei der Stachelkranz (7) unmittelbar axial benachbart zu den Zuflüssen (3) angeordnet ist.
5. Vorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Mischelement (6) über Magnetlager (20) gelagert ist.
6. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche zum kontinuierlichen Vermischen zumindest zweier Substanzen, insbesondere Diaminodiphenylmethan (MDA) und Kohlenoxidchlorid (Phosgen).
7. Verwendung nach dem vorherigen Anspruch, wobei im Mischraum (4) ein Druck von zumindest 19 bar, vorzugsweise zumindest 20 bar, vorzugsweise zumindest 30 bar herrscht.
8. Verwendung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei das Mischelement (6) eine Drehgeschwindigkeit von zumindest 3000 U/min aufweist.
9. Verwendung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei im Mischraum (4) eine Temperatur von maximal 135 °C, bevorzugt von maximal 85 °C herrscht.

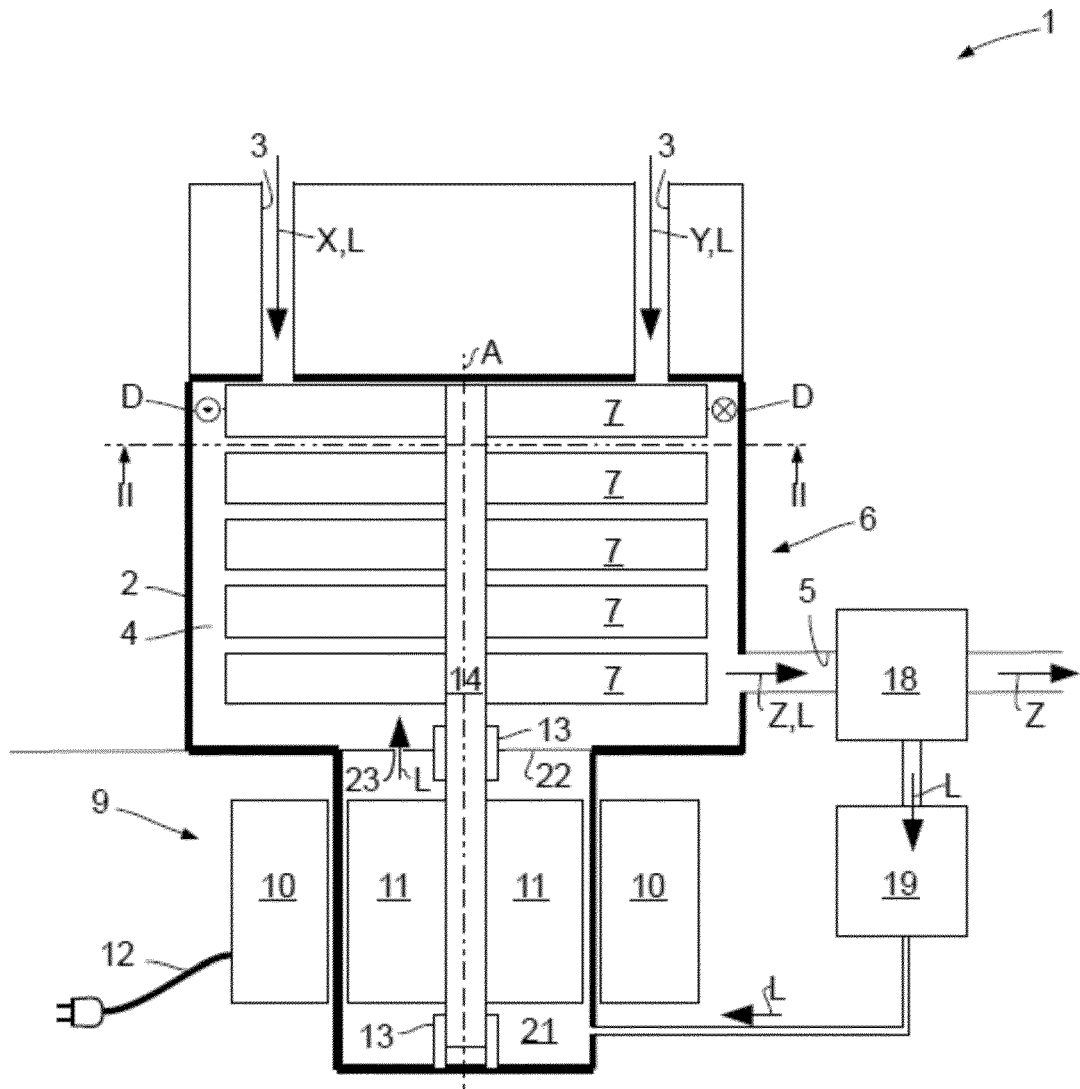


FIG. 1

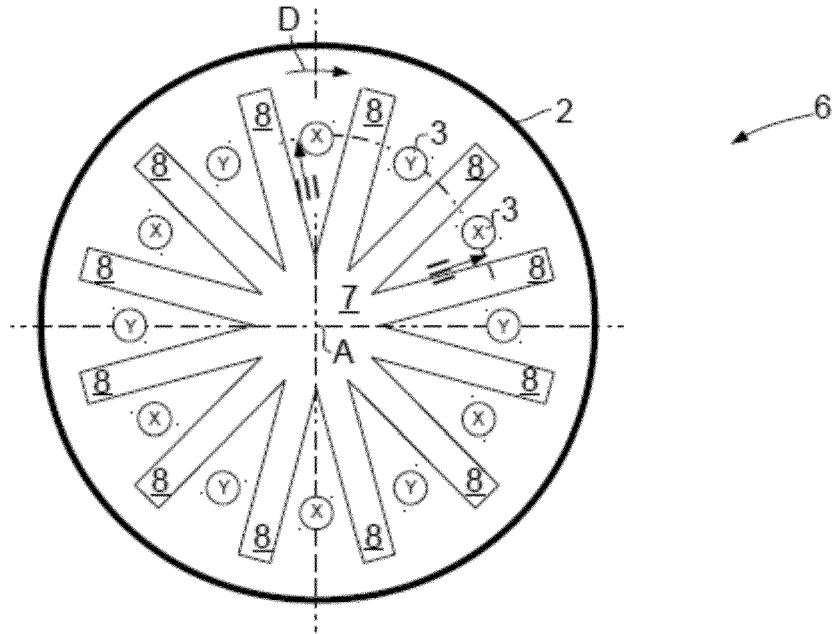


FIG. 2

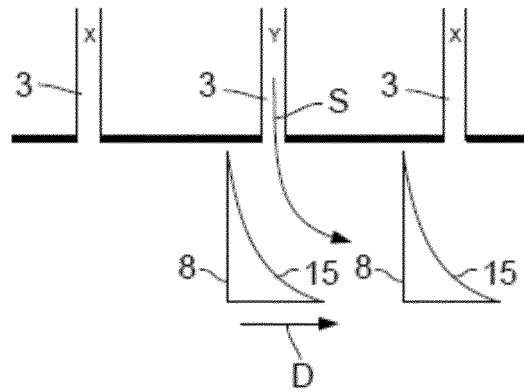


FIG. 3

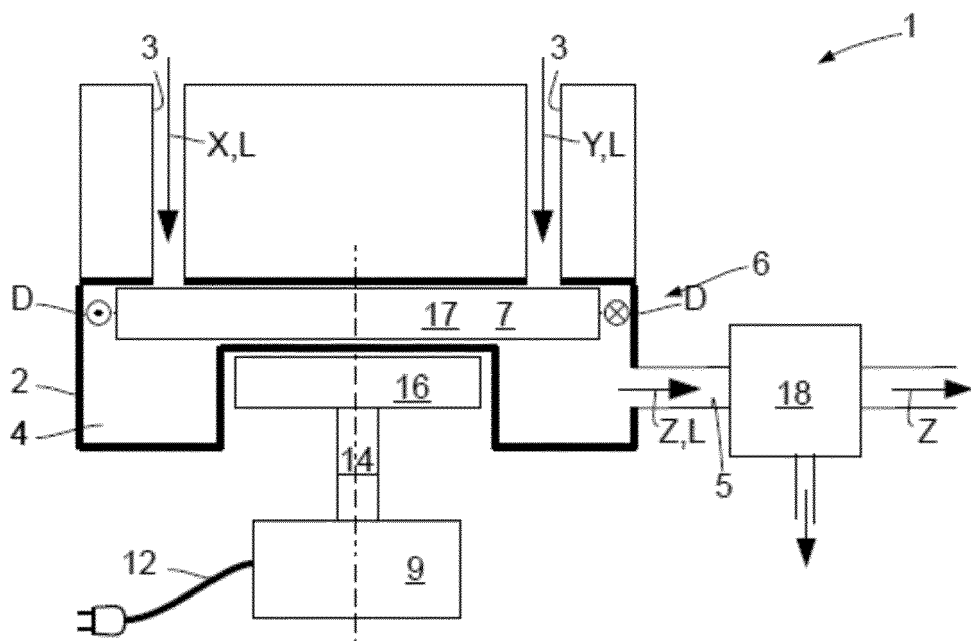


FIG. 4

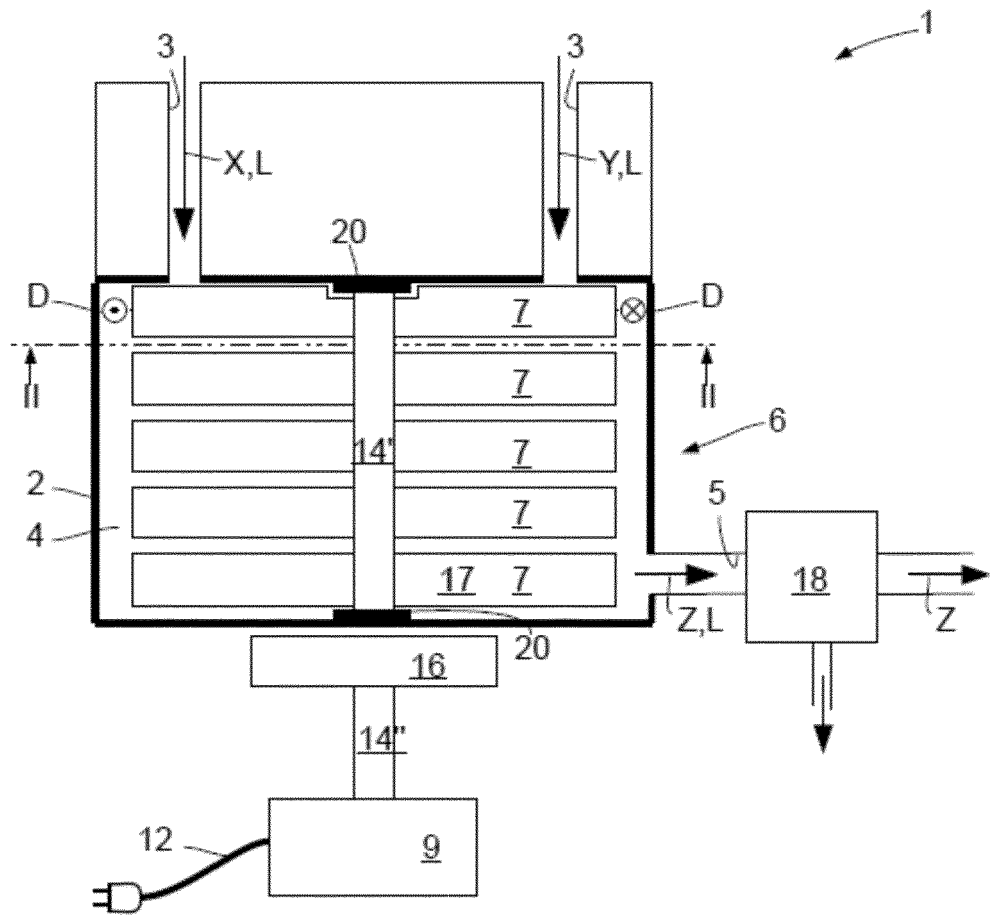


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 15 3557

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 291 820 A1 (BAYER AG [DE]) 23. November 1988 (1988-11-23) * Spalte 1, Zeilen 1-9 * * Spalte 3, Zeilen 17-57 * * Spalte 4, Zeilen 1-19 * * Abbildung 1 *	1-9	INV. B01F13/08 B01F3/02 B01F5/06 B01F7/00
X	DE 10 2007 054233 A1 (IKA WERKE GMBH & CO KG) 20. Mai 2009 (2009-05-20) * Absatz [0001] * * Absatz [0006] * * Absatz [0011] * * Absatz [0017] * * Absätze [0027] - [0028] * * Absatz [0032] * * Abbildung 1 *	1,2,6-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. August 2016	Prüfer Posten, Katharina
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 : nichtschriftliche 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 16 15 3557

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

16-08-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0291820 A1	23-11-1988	BR 8802512 A	20-12-1988
		CA 1287621 C	13-08-1991
		DE 3717058 A1	08-12-1988
		EP 0291820 A1	23-11-1988
		ES 2035886 T3	01-05-1993
		JP H0634914 B2	11-05-1994
		JP S63296830 A	02-12-1988
		MX 168169 B	07-05-1993
		US 4915509 A	10-04-1990
		-----	-----
DE 102007054233 A1	20-05-2009	CN 101855008 A	06-10-2010
		DE 102007054233 A1	20-05-2009
		EP 2212015 A1	04-08-2010
		US 2010260008 A1	14-10-2010
		WO 2009062610 A1	22-05-2009
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2077150 A1 [0009]