



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.01.2015 Patentblatt 2015/05

(51) Int Cl.:
B41F 31/02 (2006.01) B05C 9/00 (2006.01)
B41F 23/04 (2006.01) B41J 29/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14178154.2**

(22) Anmeldetag: **23.07.2014**

(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:
• **Krech, Thomas**
07743 Jena (DE)
• **Krippendorf, Ronald**
07743 Jena (DE)

(30) Priorität: **26.07.2013 DE 102013108054**

(74) Vertreter: **Schaller, Renate et al**
Patentanwälte Oehmke & Kollegen
Neugasse 13
07743 Jena (DE)

(71) Anmelder: **JENOPTIK Katasorb GmbH**
07745 Jena (DE)

(54) **Vorrichtung zum Aufbringen von Stoffgemischen mit konstanter Konzentration auf eine Materialbahn und Verfahren zur Reinigung von Abgasen der Vorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen (S) auf eine Materialbahn (M) mittels einer Anzahl von Bearbeitungsköpfen (1), denen Trocknereinrichtungen (2) zur Trocknung des Stoffgemisches (S) durch Aufblasen eines Trocknungsgasstromes (2.3) und Absaugen des mit Anteilen des Lösungsmittels beladenen Trocknungsgasstromes (2.3) als ein Abgasstrom (5) zugeordnet sind. Der Abgasstrom (5) wird über ansteuerbare Reglerelemente (7) einer integrierten katalytischen Oxidationseinheit (8) zur thermischen Umsetzung des Lösungsmittels eines zweiten Abgasstromanteils (5.2) zugeführt. Mittels einer Steuerungseinheit (12) sind die Reglerelemente (7) einzeln ansteuerbar, wobei die Steuerungseinheit (12) so konfiguriert ist, dass eine Ansteuerung der Reglerelemente (7) zur Einstellung einer konstanten Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels als Arbeitskonzentration anhand eines Vergleichs der Werte der Lösungsmittelkonzentration mit einem Wertebereich einer gewünschten Arbeitskonzentration des zweiten Abgasstromanteils (5.2) erfolgt. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Einstellung einer konstanten Arbeitskonzentration.

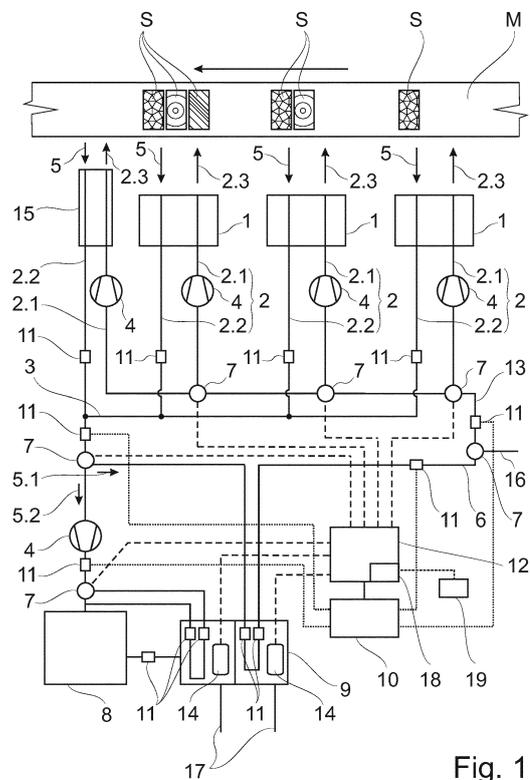


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Materialbahn. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Bereitstellung eines Anteils eines Abgasstromes für eine in der Vorrichtung integrierte katalytische Oxidationseinheit. Vorrichtung und Verfahren sind gattungsgemäß aus der DE 103 57 559 A1 bekannt.

[0002] Werden lösungsmittelhaltige Stoffgemische, wie beispielsweise Farben, Lacke oder Kunststoffmischungen, auf Oberflächen von Materialien aufgebracht, kommt es anschließend zumeist zu einem Verdunsten der Lösungsmittel, die z. B. zur Lösung von Farb- oder Lackkomponenten oder als Weichmacher fungieren. Die Verdunstungsrate des Lösungsmittels hängt dabei von verschiedenen Bedingungen, wie der Art der oder des Lösungsmittel(-s), der Lösungsmitteltemperatur, den Umgebungstemperaturen, der Belüftungsintensität oder der Umgebungsdrücke, ab.

[0003] Beim Bedrucken oder Beschichten (fortan zusammengefasst als: Aufbringen) von Materialien, insbesondere von Materialbahnen, z. B. von Rollen von Verpackungsmaterialien, Papier, Folien, Blechen, Kunststoffen, Verbundwerkstoffen wie mehrschichtigen Folien, Spanplatten, Leimholzplatten oder Bahnen von Glas oder Naturstoffen wie Holz, dient das mindestens eine Lösungsmittel unter anderem dazu, das Stoffgemisch hinreichend flüssig zu halten, um eine störungsfreie Verarbeitung zu ermöglichen und eine gute Haftung des Stoffgemisches auf der Oberfläche des Materials zu erzielen.

[0004] Werden lösungsmittelhaltige Stoffgemische auf Materialbahnen aufgebracht, beispielsweise aufgedruckt, muss eine Konzentration der Lösungsmittel in den aufgetragenen Stoffgemischen schnell soweit abgesenkt werden, dass ein Überdrucken bzw. ein Aufwickeln der Materialbahn ermöglicht ist, ohne dass es zu einem Verwischen des aufgetragenen Stoffgemisches kommt. Die Senkung der Lösungsmittelkonzentration erfolgt üblicherweise mittels Trocknung des aufgetragenen Stoffgemisches durch die Zufuhr von Luftströmen oder durch Bestrahlung, beispielsweise mit Infrarotstrahlung. Um eine schnelle Trocknung zu erlauben, werden in den Stoffgemischen leicht flüchtige Lösungsmittel (VOC = volatile organic compounds; inklusive VVOC = very volatile organic compounds; DIN EN ISO 16000-6; California specification section 01350; RiLi 1993/13/EG; insbesondere aber RiLi 2004/42/EG) verwendet. Die Trocknung kann neben einer Verringerung der in dem aufgetragenen Stoffgemisch enthaltenen Lösungsmittelkonzentration auch eine Zersetzung bzw. Umsetzung von Stoffen des Stoffgemisches beinhalten. Die Trocknungsparameter werden der gewünschten Druckgeschwindigkeit angepasst.

[0005] Die zur Trocknung genutzte Luft ist nach der Trocknung mit Lösungsmittel und / oder mit Zersetzungs-

produkten beladen und wird als Abgasstrom von der Materialbahn abgeführt. Daraus ergeben sich zwei Erfordernisse. Zum Ersten muss verhindert werden, dass an irgendeinem Bereich der Vorrichtung die Lösungsmittelkonzentration in dem Abgasstrom Werte erreicht, bei denen eine unzulässig große Explosionsgefahr des Abgasstromes besteht. Technisch wird durch die Angabe einer unteren Explosionsgrenze (UEG) und einer oberen Explosionsgrenze (OEG) in Gramm Lösungsmittel je Kubikmeter ein unzulässiger Wertebereich der Lösungsmittelkonzentration angegeben. Zum Zweiten müssen die Lösungsmittel geeignet behandelt werden, damit der Abgasstrom unter Einhaltung von Umweltschutz- und Arbeitsschutzaufgaben an die Umgebung abgegeben werden kann. Eine Reinigung erfolgt zumeist durch eine thermische Umsetzung der in dem Abgasstrom oder in einem Anteil des Abgasstromes enthaltenen Lösungsmittel. Eine thermische Umsetzung, üblicherweise eine (Nach-)Verbrennung, ist ein oxidativer Prozess, der vorzugsweise unter Anwesenheit eines geeigneten Katalysators durchgeführt wird. Wichtiger hierbei ist das Verhältnis zwischen Sauerstoff und Schadstoff. Die oxidierbare Menge an Schadstoffen ist durch die zur Verfügung stehende Menge an Sauerstoff bestimmt. Bei Edelmetallkatalysatoren muss mindestens ein Überschuss an Sauerstoff von 2 % vorliegen. Werden metalloxidische Verbindungen eingesetzt, beträgt der Überschuss mindestens 12 %. Bei einer direkten Rückführung des Abgases aus einer katalytischen Oxidationseinheit bedeutet dies bei 12 g/m³ Ethanol als Schadstoff, dass bei gleichem Gesamtvolumenstrom maximal 80 % des Abgases rückgeführt und wiederverwendet werden können.

[0006] Aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus der DE 103 57 559 A1, ist bekannt, dass der lösungsmittelhaltige Abgasstrom mittels einer katalytischen Nachverbrennungsanlage gereinigt werden kann, welche in einer Flexodruckmaschine integriert sein kann. Bei der katalytischen Nachverbrennung wird Wärmeenergie frei, die für eine Erwärmung des Abgases vor dessen Zufuhr zu der katalytischen Nachverbrennungsanlage (fortan: katalytische Oxidationseinheit) nutzbar ist. Durch eine Erwärmung des Abgasstromes ist eine verbesserte Wirksamkeit der katalytischen Oxidationseinheit erreicht und zugleich kann auf eine zusätzliche Heizung zur Erwärmung des Abgasstromes verzichtet werden. Durch die freiwerdende Wärmeenergie wird auch der aus der katalytischen Oxidationseinheit wieder austretende Abgasstrom erwärmt. Dieser kann ganz oder zu einem Anteil erneut zur Trocknung eingesetzt werden. Außerdem ist es möglich, dass nur ein zweiter Anteil des Abgasstromes (fortan: zweiter Abgasstromanteil) der katalytischen Oxidationseinheit zur Reinigung zugeführt wird, während ein erster Abgasstromanteil erneut zur Trocknung verwendet wird. Durch eine erneute Verwendung des ersten Abgasstromanteils zur Trocknung kann die Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem Abgasstrom erhöht werden, wodurch ein effizienterer Betrieb der katalytischen Oxidationseinheit möglich ist. Es ist

vorgesehen, dass mittels Sensoren unter anderem eine Lösungsmittelkonzentration des Abgasstromes detektiert und überwacht wird. Bei Überschreitung eines vorgegebenen Wertes wird in einem erforderlichen Umfang eine Menge des Abgasstromes als erster Abgasstromanteil der katalytischen Oxidationseinheit zugeführt.

[0007] Sind in einer Vorrichtung mehrere Druckwerke vorhanden, mit denen das mindestens eine Stoffgemisch auf die Materialbahn aufgebracht wird, können diese Druckwerke jeweils Trocknungsgaszuleitungen und Abgasableitungen aufweisen, wie dies in der DE 197 55 812 A1 beschrieben ist. Diese können zudem individuell und in Abhängigkeit einer erfassten Lösungsmittelkonzentration in dem Abgasstrom angesteuert werden, wodurch ein Überschreiten eines Grenzwertes der Lösungsmittelkonzentration vermieden werden kann.

[0008] Die Möglichkeit einer Erhöhung der Lösungsmittelkonzentration des Abgasstromes durch mehrfaches Zuführen des ersten Abgasstromanteils zur Trocknung ist beispielsweise auch aus der DE 31 20 738 A1 bekannt. In der DE 31 20 738 A1 ist ein Verfahren zum Trocknen von bedruckten oder beschichteten Materialbahnen beschrieben. Die durch Trockenkammern laufende oder von Trockenhauben abgedeckte Materialbahn wird mit erwärmter Luft als ein Trocknungsgasstrom angeblasen und anschließend als Abgasstrom wieder abgesaugt. Ein erster Abgasstromanteil wird bis zum Erreichen einer gewünschten Lösungsmittelkonzentration in einem Kreislauf geführt und erneut zur Trocknung verwendet. Die Lösungsmittelkonzentration in dem ersten Abgasstromanteil wird bis auf etwa die Hälfte der unteren Explosionsgrenze (50% UEG) angehoben, bevor dieser als zweiter Abgasstromanteil einem Nachbrenner ohne eine katalytische thermische Umsetzung oder einer Wiedergewinnungsanlage zugeführt wird.

[0009] Nachteilig an den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen ist, dass der zweite Abgasstromanteil im Bereich von Sekunden oder weniger Minuten entweder periodisch oder zufällig schwankende Lösungsmittelkonzentrationen aufweist. Damit schwanken auch die Bedingungen, unter denen ein in der katalytischen Oxidationseinheit vorhandener Katalysator betrieben ist. Für den effizienten Einsatz eines Katalysators sind jedoch konstante Betriebsbedingungen von Vorteil.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Möglichkeit vorzuschlagen, mittels der ein Abgasstrom, der mindestens ein Lösungsmittel enthält, über lange Zeiträume und unter Anwesenheit eines Katalysators effizient gereinigt werden kann. Die Aufgabe ist für eine Vorrichtung zum Aufbringen von Stoffgemischen auf eine Materialbahn zu lösen.

[0011] Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Ma-

terialbahn gelöst, die eine Anzahl von Bearbeitungsköpfen zum Aufbringen jeweils eines Stoffgemisches über die Dauern jeweils vorbestimmter Bearbeitungszeiträume auf die Materialbahn aufweist. Außerdem ist eine Anzahl von Trocknereinrichtungen zur Trocknung des auf-
 5 gebrachten Stoffgemisches durch Aufblasen eines Trocknungsgasstromes auf das aufgebrachte Stoffgemisch und Absaugen des mit Anteilen des Lösungsmittels beladenen Trocknungsgasstromes als Abgasstrom
 10 vorhanden, wobei einem jeden Bearbeitungskopf eine Trocknereinrichtung zugeordnet ist. Ferner weist die Vorrichtung ein Gasleitungssystem auf, welches seinerseits jeweils eine Trocknungsgaszuleitung und eine Abgasableitung je Trocknereinrichtung aufweist. Die Vorrichtung
 15 weist ferner eine, die Trocknereinrichtungen verbindende Abgasleitung und ansteuerbare Reglerelemente zur Regulierung von Volumenströmen in den Trocknungsgaszuleitungen, in den Abgasableitungen und in der Abgasleitung sowie zur gesteuerten Teilung des Abgasstromes
 20 in einen ersten und in einen zweiten Abgasstromanteil auf. Es ist eine Sensoreinheit zur Detektion und Bereitstellung von Werten einer Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem Abgasstrom als Lösungsmittelkonzentration vorhanden. Außerdem weist
 25 die Vorrichtung eine integrierte katalytische Oxidationseinheit zur thermischen Umsetzung des Lösungsmittels des zweiten Abgasstromanteils auf. Kennzeichnend für eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist, dass eine Steuerungseinheit vorhanden ist, durch welche die Reglerelemente einzeln ansteuerbar sind und dass die Steuerungseinheit so konfiguriert ist, dass eine Ansteuerung
 30 der Reglerelemente zur Einstellung einer konstanten Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels als Arbeitskonzentration anhand eines Vergleichs der Werte der Abgaskonzentration mit einem Wertebereich einer gewünschten Arbeitskonzentration des zweiten Abgasstromanteils erfolgt.

[0013] Vorzugsweise ist die thermische Oxidationseinheit mit einem Katalysator versehen und ist als katalytische Oxidationseinheit ausgebildet.

[0014] Kern der Erfindung ist die Möglichkeit der gezielten Einstellung einer konstanten Konzentration des Lösungsmittels als Arbeitskonzentration (auch als konstante Arbeitskonzentration bezeichnet) des zweiten Abgasstromanteils, wodurch dieser Betriebsparameter der katalytischen Oxidationseinheit stabil gehalten ist.

[0015] Unter einer konstanten Arbeitskonzentration ist eine konstante Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem zweiten Abgasstromanteil zu verstehen, die um nicht mehr als 10% eines Soll-Wertes schwankt. Dabei versteht sich, dass während der Phasen des Anlaufens und des Abschaltens der erfindungsgemäßen Vorrichtung größere Schwankungen auftreten können. Liegen mehrere Lösungsmittel in ihren jeweiligen Konzentrationen in dem zweiten Abgasstromanteil
 55 vor, wird unter der Arbeitskonzentration eine resultierende Konzentration aller vorliegenden Lösungsmittel verstanden.

[0016] Die Arbeitskonzentration ist ein gewünschter Bereich von Konzentrationswerten des mindestens einen Lösungsmittels in dem zweiten Abgasstromanteil, bei der die thermische Oxidationseinheit betrieben wird. Vorzugsweise arbeitet die thermische Oxidationseinheit bei Vorliegen der Arbeitskonzentration ganz oder über Teilbereiche der Arbeitskonzentration autotherm. Die Arbeitskonzentration kann frei ausgewählt werden. Die ausgewählte Arbeitskonzentration wird, im Rahmen technisch bedingter und dem Fachmann bekannter Schwankungen, konstant gehalten. Im Laufe der Verfahrensdurchführung kann eine neue Arbeitskonzentration ausgewählt werden. Für diese gilt das vorstehend Erläuterte entsprechend.

[0017] Unter einer katalytischen Oxidationseinheit wird eine Vorrichtung verstanden, in der unter Anwesenheit und unter Mitwirkung mindestens eines Katalysators der zweite Abgasstromanteil thermisch umgesetzt wird. Vorzugsweise ist die Arbeitskonzentration so gewählt, dass eine weitestgehende oder vollständige thermische Umsetzung des mindestens einen Lösungsmittels durch die katalytische Oxidationseinheit erfolgen kann. Besonders vorteilhaft ist, wenn die technische Ausführung der katalytischen Oxidationseinheit und die Betriebsparameter zu deren Betrieb, beispielsweise die Arbeitskonzentration, das Material und die Dimensionierung des Katalysators sowie eine Eingangstemperatur des zweiten Abgasstromanteils, so aufeinander abgestimmt sind, dass eine thermische Umsetzung exotherm verläuft. Vorzugsweise wird bei der thermischen Umsetzung soviel Energie, insbesondere Wärmeenergie, freigesetzt, dass die thermische Umsetzung exotherm verläuft und die katalytische Oxidationseinheit autotherm betrieben werden kann. Die katalytische Oxidationseinheit ist nach einer Anlaufphase der Vorrichtung vorteilhafterweise eine autotherme Einheit.

[0018] Als Material des Katalysators ist vorzugsweise ein Mischmetalloxid, Metalloxyd oder Metall, insbesondere ein oder mehrere Edelmetalle gewählt. In einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Katalysatormaterial ein Material auf Mischmetalloxydbasis, insbesondere ein Material der Klassen der Spinelle und Perowskite. Günstig ist, wenn als Material des Katalysators ein Material oder mehrere Materialien gewählt sind, durch deren Katalysatorvolumen Raumgeschwindigkeiten in einem Bereich von vorzugsweise 5000 bis 20000 h⁻¹ erreicht werden. Vorteilhaft ist beispielsweise ein Katalysatorvolumen mit einer Raumgeschwindigkeit von etwa 8000 h⁻¹ oder höher. Je höher die Raumgeschwindigkeit gewählt wird, desto kleiner kann die katalytische Oxidationseinheit ausgelegt werden. Bei geringen Raumgeschwindigkeiten ist die Verweildauer des zweiten Abgasstromanteils in Kontakt mit dem Katalysator länger als bei höheren Raumgeschwindigkeiten. Dadurch ist es gegenüber dem Stand der Technik möglich, die Temperatur, bei der die thermische Umsetzung durchgeführt wird, um etwa 20 bis 50 K zu senken. Katalysatoren aus Edelmetall zeigen diesen Ef-

fekt bei Temperaturen < 280 °C nicht. Die Raumgeschwindigkeit ist eine Größe, die während des Betriebs der erfindungsgemäßen Vorrichtung variieren kann und beispielweise von dem Verhältnis des Volumenstromes des zweiten Abgasstromanteils und des Volumens der katalytischen Oxidationseinheit sowie des Katalysatorvolumens abhängt.

[0019] Das Stoffgemisch kann beispielsweise eine Farbe eines bestimmten Farbtons sein. Neben anderen Stoffen wie Trägern, Dispergatoren, organischen chemischen Verbindungen usw. ist mindestens ein organisches Lösungsmittel Bestandteil des Stoffgemisches. Das Lösungsmittel ist vorzugsweise bereits bei Raumtemperaturen leicht flüchtig (hoher Partialdruck), d.h. es kann vorzugsweise bei Raumtemperatur durch Aufblasen eines geeigneten Trocknungsgases zu einem erheblichen Anteil aus dem Stoffgemisch entfernt werden. Durch Verwendung eines erwärmten Trocknungsgases ist das mindestens eine Lösungsmittel noch leichter zu entfernen, da die Flüchtigkeit des Lösungsmittels bei Wärmezufuhr zunimmt. Auch ist die Kapazität zur Aufnahme von Lösungsmitteln bei einem erwärmten Trocknungsgas erhöht.

[0020] Als Trocknungsgas ist vorzugsweise Luft verwendet. Die Luft kann bereits einen Anteil mindestens eines Lösungsmittels enthalten, soll aber bezüglich jedes der enthaltenen Lösungsmittel nicht gesättigt sein. Die Luft wird zum einen an den Bearbeitungsköpfen angesaugt. Vorteilhaft ist eine zusätzliche Frischluftzuführung beispielsweise an einer Umluftleitung vorhanden. Die Frischluftzuführung ist vorzugsweise über ein Reglerelement mit der Umluftleitung verbunden.

[0021] Die Umluftleitung dient einer Rückführung des ersten Abgasstromanteils zur Trocknungsgasleitung.

[0022] Um dem Trocknungsgasstrom eine zur Trocknung günstige Temperatur zu verleihen und um die Temperatur des Trocknungsgasstromes einstellen zu können, ist den einzelnen Trocknungsgaszuleitungen und / oder diesen, in einem Bereich einer gemeinsamen Trocknungsgasleitung, vorgeschaltet ein gemeinsamer Wärmetauscher angeordnet. Der oder die Wärmetauscher kann / können eine Heizeinheit aufweisen, mittels der die Temperatur des Trocknungsgasstromes einstellbar ist, insbesondere erhöht werden kann. Es ist möglich, dass eine steuerbare Umgehung einzelner Wärmetauscher oder von Gruppen von Wärmetauschern vorgesehen ist, die durch entsprechende Ansteuerung der Reglerelemente ganz, teilweise oder nicht aktiviert sind, sodass der gesamte, ein Teil oder kein Trocknungsgasstrom durch den oder die Wärmetauscher geführt ist.

[0023] Das mindestens eine Lösungsmittel ist ein organisches Lösungsmittel, insbesondere Aceton, Methylpropanol, Ethylpropanol oder Ethanol. Weitere Lösungsmittel sind beispielsweise Methanol, Propanol, Iso-Propanol, Ethylacetat oder n-Hexan, wobei grundsätzlich jedes geeignete organische Lösungsmittel allein oder in Mischung verwendet werden kann. Geeignet ist ein Lösungsmittel beispielsweise, wenn es keine oder tolerable

nachteilige Wirkungen auf das Stoffgemisch und / oder auf die Materialbahn hat. Es können auch beliebige Gemische organischer Lösungsmittel verwendet sein. Es wird statt von mindestens einem Lösungsmittel oder von einem Lösungsmittelgemisch nachfolgend auch vereinfachend von einem oder von dem Lösungsmittel besprochen.

[0024] Ein weiterer wichtiger Aspekt der Erfindung liegt darin, dass ein Abfall einer Sauerstoffkonzentration des zweiten Abgasstromanteils vermieden oder zumindest nur in einem sehr geringen Umfang zugelassen wird. Die Sauerstoffkonzentration ist durch die anwesenden Sauerstoffatome bestimmt und bedingt nicht nur das Vorhandensein von molekularem Sauerstoff O_2 . Trotzdem wird die Sauerstoffkonzentration fortan auch vereinfachend als O_2 -Gehalt bezeichnet.

[0025] Der O_2 -Gehalt ist insbesondere für die Vorgänge in der katalytischen Oxidationseinheit von großer Bedeutung. Aus dem Stand der Technik (z. B. DE 10 2013 223 845 A1, DE 29 48 603 A1) sind Katalysatoren aus bzw. mit Edelmetall(-en) bekannt, die unter Nutzung einer Gasheizung auf eine vorgesehene Betriebstemperatur erwärmt werden. Infolge der Oxidation der Verbrennungsgase der Heizung sinkt der O_2 -Gehalt, also die für eine katalytische Reaktion zur Verfügung stehende Menge Sauerstoffatome, ab. Um trotzdem eine effiziente (oxidative) Katalyse durchführen zu können, müssen Aktivierungstemperaturen des Katalysatormaterials von rund 320 bis 650°C erreicht werden, was mit einem hohen Energiebedarf verbunden ist. Fällt dabei der O_2 -Gehalt unter einen bestimmten Schwellwert ab, ist auch durch eine Temperaturerhöhung keine Aktivierung des Katalysatormaterials mehr möglich. Nach dem Stand der Technik liegen die Eingangstemperaturen des der katalytischen Oxidationseinheit zugeführten zweiten Abgasstromanteils beispielsweise für eine oxidative katalytische Umsetzung von Ethanol oder Ethylacetat bei rund 280°C. Durch die Eingangstemperatur ist diejenige mittlere Temperatur des zweiten Abgasstromanteils (gemittelt über dessen Querschnitt) bezeichnet, die dieser bei seinem Eintritt in die katalytische Oxidationseinheit aufweist.

[0026] In einer günstigen Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Regelungseinheit zur Regelung einer Eingangstemperatur des zweiten Abgasstromanteils bei dessen Eintritt in die katalytische Oxidationseinheit vorhanden. Diese Regelungseinheit ist vorteilhaft so konfiguriert, dass die Eingangstemperatur bei einem Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf höchstens 240°C eingestellt ist, wodurch zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung weniger Energie benötigt wird.

[0027] Um einer Senkung des O_2 -Gehalts zu begegnen, ist die katalytische Oxidationseinheit vorzugsweise flammenlos geheizt, d. h. innerhalb der katalytischen Oxidationseinheit wird keine Form einer Verbrennung unter Ausbildung einer Flamme durchgeführt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist daher vorzugsweise Heizele-

mente auf, durch die ein flammenloses Heizen ermöglicht ist.

[0028] Es ist beispielsweise möglich, dass die katalytische Oxidationseinheit indirekt mittels einer Flamme geheizt wird, indem mit der Flamme ein Bereich der Außenwand der katalytischen Oxidationseinheit direkt geheizt ist oder indem mittels einer Flamme ein Heizmedium erwärmt wird, dessen Wärmeenergie mittels eines Wärmetauschers auf die katalytische Oxidationseinheit, insbesondere auf das Katalysatormaterial, übertragen ist.

[0029] In alternativen oder einander ergänzenden Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Heizung auch mittels Mikrowellenstrahlung, Infrarotstrahlung, Ultraschallwellen, induktiv oder durch den Betrieb ohmscher Widerstände realisiert sein. Zur Heizung der katalytischen Oxidationseinheit und / oder zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung und / oder derer Komponenten kann Energie, insbesondere elektrische Energie, aus regenerativen Quellen, wie der Sonnenstrahlung oder der Wind-, Wasser- oder Gezeitenkraft, genutzt sein.

[0030] Eine solche flammenlose Heizung hat den Vorteil, dass der O_2 -Gehalt nicht durch den Heizvorgang gesenkt wird und ein gegenüber dem Stand der Technik hoher O_2 -Gehalt für die katalytische Oxidation zur Verfügung steht. Aufgrund des hohen O_2 -Gehalts ist eine größere Menge Lösungsmittel thermisch umsetzbar als in katalytischen Oxidationseinheiten gemäß dem Stand der Technik. Auch sind die Umsatzraten bzw. die Abbauraten wesentlich höher als im Stand der Technik, da die Wahrscheinlichkeit, dass ein Sauerstoffmolekül/-atom auf ein Schadstoffmolekül trifft, wesentlich höher ist.

[0031] Um die vorstehend umrissenen Vorteile nutzbar werden zu lassen, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer vorteilhaften Ausführungsform wenigstens einen Regelkreis zur Erfassung aktueller O_2 -Gehalte und zur Regelung von O_2 -Gehalten der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf. Ein Regelkreis besteht dabei wenigstens aus einem Mittel zur Erfassung aktueller O_2 -Gehalte, einem Mittel zur Regulierung eines örtlichen O_2 -Gehaltes sowie einer Regelungseinheit zur Ansteuerung des Mittels zur Regulierung eines örtlichen O_2 -Gehaltes aufgrund der von dem Mittel zur Erfassung aktueller O_2 -Gehalte bereitgestellten Messwerte.

[0032] Mittel zur Erfassung aktueller O_2 -Gehalte sind vorzugsweise Sauerstoffsensoren. Der O_2 -Gehalt wird günstigerweise am Eingang der katalytischen Oxidationseinheit erfasst. Er kann in weiteren Ausführungen auch an weiteren Orten, beispielsweise in der Abgasleitung, der Trocknungsgaszuleitung und / oder an den Trocknereinrichtungen erfasst sein.

[0033] Ein Mittel zur Regulierung eines örtlichen O_2 -Gehalts ist beispielsweise ein ansteuerbares Reglerelement wie eine Klappe oder ein Ventil, bei dessen Betätigung dem zweiten Abgasstromanteil ein sauerstoffhaltiges Gas zumischbar ist. Das Mittel zur Regulierung eines örtlichen O_2 -Gehalts kann vor einem Eingang der

katalytischen Oxidationseinheit in der Abgasleitung angeordnet sein. Das Mittel kann in weiteren Ausführungen auch in anderen Leitungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, beispielsweise in einer Abgasableitung, der Umluftleitung, der Trocknungsgaszuleitung oder einer anderen geeigneten Leitung, angeordnet sein. Es ist ferner möglich, dass in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mehrere Mittel zur Regulierung angeordnet sind, die zudem an denselben oder an verschiedenen Leitungen vorhanden sind.

[0034] Die Regelungseinheit kann dieselbe sein, die zur Einstellung der Eingangstemperatur dient. Sie kann außerdem als Bestandteil einer Steuerungseinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgeführt sein.

[0035] Die Regelungseinheit ist in einer sehr vorteilhaften Ausführung so konfiguriert, dass eine Regelung des O₂-Gehalts anhand einer mathematischen Modellrechnung erfolgen kann. Eine solche Modellrechnung (fortan auch kurz: Modell) dient insbesondere dazu, hohe Werte der Arbeitskonzentration sowie geringe Werte des O₂-Gehalts zu vermeiden. Durch zu hohe Werte der Arbeitskonzentration kann die Temperatur in der katalytischen Oxidationseinheit zu stark ansteigen und das Katalysatormaterial schädigen. Zu geringe O₂-Gehalte führen zu einer nur unvollständigen thermischen Umsetzung des wenigstens einen Lösungsmittels.

[0036] Als Ausgangsdaten für die Erstellung eines Modells kann die individuelle Konfiguration der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendet sein. Dabei können vorrichtungsseitige individuelle Konstruktionsmerkmale wie die Länge und Führung von Leitungen, individuelle Parameter wie Ströme des Abgases, des Trocknungsgases, der Frischluft, der Abluft etc. sowie der Leistungsfähigkeit von Komponenten der Vorrichtung wie Lüftern und / oder Heizelementen in das Modell eingehen. Zusätzlich können umgebungsbedingte Parameter wie Umgebungs- und Betriebstemperaturen, Luftfeuchte und / oder ein Belüftungszustand der Umgebung der Vorrichtung in dem Modell Berücksichtigung finden.

[0037] Mittels eines an eine konkrete Vorrichtung individuell angepassten und verifizierten Modells sind eine Einstellung und Regelung einer konstanten Arbeitskonzentration sowie vorteilhaft die Einstellung und Regelung des O₂-Gehalts ermöglicht.

[0038] In vereinfachten Ausführungen der Vorrichtung kann das Modell auf Annahmen zu ausgewählten vorrichtungsseitigen Konstruktionsmerkmalen und / oder zu umgebungsbedingten Parametern beruhen.

[0039] Zur Regelung des O₂-Gehalts kann in einer Ausführung der Vorrichtung wenigstens eines der Reglerelemente durch die Regelungseinheit ansteuerbar sein. Durch eine gesteuerte Zuführung von Frischluft sind die Arbeitskonzentration und der O₂-Gehalt regelbar.

[0040] In einer besonders vorteilhaften Ausführung sind Messkurven der O₂-Gehalte sowie Messwerte, beispielsweise der Arbeitskonzentration, vorrichtungsseitiger Konstruktionsmerkmale und / oder umgebungsseitiger Parameter als Betriebsdaten durch die Regelungs-

einheit abrufbar gespeichert. Während einer erfolgreichen Regelung anhand des Modells sind die gespeicherten Betriebsdaten nutzbar, um zukünftige Entwicklungen der Werte der O₂-Gehalte und / oder der Arbeitskonzentration vorausschauend zu prognostizieren. Dies hat den Vorteil, dass unerwünschte positive oder negative Spitzenwerte gänzlich oder weitestgehend vermieden werden können, indem rechtzeitig gegengeregelt werden kann.

[0041] In einer Weiterbildung ist die Regelungseinheit so konfiguriert, dass aktuell erfasste Messwerte sowie die Wirkungen vorgenommener Regelungen in einer Datenbank abgespeichert und für zukünftige Regelungsvorgänge ausgewertet werden.

[0042] Die in der Datenbank abgespeicherten Daten können Datenreihen, d. h. örtlich und / oder zeitlich aufeinanderfolgende Messwerte eines Parameters, z. B. einer bestimmten Temperatur, des O₂-Gehalt (an einem bestimmten Ort) usw., sein. Die Daten können auch aus mehreren Datenreihen bestehende Datensätze sein. Im Weiteren können die Datensätze durch Hinzufügen, Ändern oder Entfernen von Datenreihen veränderbar sein.

[0043] Anhand der Aufzeichnungen und Auswertung von Wirkungen vorgenommener Regelungsvorgänge können zukünftige Regelungsvorgänge unter geeigneter Anpassung des Modells effektiver gestaltet werden sowie das Modell zunehmend individuell an die konkrete Vorrichtung angepasst werden.

[0044] Durch eine Ansteuerung wenigstens eines Reglerelements durch die Regelungseinheit ist dem Abgasstrom, dem Abluftstrom und / oder dem Trocknungsgasstrom ein Frischluftanteil zumischbar. Die Vermischung kann bereits mit dem Abgasstrom erfolgen, kurz nachdem dieser aus der katalytischen Oxidationseinheit austritt. Eine schnelle Vermischung des Abgasstroms mit der Frischluft und die dadurch bedingte Abkühlung des Abgasstroms bewirken vorteilhaft, dass keine wärmebedingten Schäden an strömungstechnisch nachgeordneten Bauelementen der Vorrichtung, dem Stoffgemisch oder der Materialbahn auftreten.

[0045] Vorrichtungen zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Materialbahn sind allgemein

[0046] Druckmaschinen, unabhängig von deren Arbeitsprinzip, sowie Lackiermaschinen oder Beschichtungsmaschinen.

[0047] Ein Bearbeitungskopf im Sinne der Anmeldung ist eine Vorrichtung zum Auftragen des Stoffgemisches auf die Materialbahn. Ein Bearbeitungskopf ist beispielsweise ein Druckkopf bzw. Druckwerk einer Druckmaschine. Ein Bearbeitungskopf kann auch ein Sprühkopf, z. B. mit einer Sprühdüse, oder eine Vorrichtung zum Aufrollen des Stoffgemisches auf die Materialbahn sein

[0048] Als Trocknereinrichtungen werden Vorrichtungen bezeichnet, mittels derer jeweils ein Trocknungsgas als ein Trocknungsgasstrom auf einen Bereich der Materialbahn aufblasbar ist. Üblicherweise ist eine Trocknereinrichtung einem Bearbeitungskopf zugeordnet.

Durch die Trocknereinrichtungen wird üblicherweise der Trocknungsgasstrom nahe dem jeweiligen Bearbeitungskopf auf die Materialbahn geblasen. Es sind auch solche Trocknereinrichtungen umfasst, die unabhängig von einem Bearbeitungskopf vorhanden sind. Ein typisches Beispiel ist ein sogenannter Brückentrockner, mittels dem eine abschließende und üblicherweise nicht an einen Bearbeitungskopf gebundene Trocknung der Materialbahn erfolgt. Brückentrockner finden sich häufig vor Bereichen einer Produktionsanlage, an denen die Materialbahn nach dem Aufbringen des Stoffgemisches aufgerollt wird. Bestandteile einer Trocknereinrichtung sind Trocknungsgaszuleitung und Abgasableitung. Die Abgasableitungen münden in eine gemeinsame Abgasleitung. Außerdem kann eine Trocknereinrichtung mindestens einen Lüfter zur Erzeugung des Trocknergasstromes und / oder des Abgasstromes aufweisen. Es können in weiteren Ausführungen auch Lüfter zur gemeinsamen Erzeugung des Trocknergasstromes und / oder des Abgasstromes mehrerer Trocknereinrichtungen vorhanden sein.

[0049] Trocknungsgasstrom und Abgasstrom werden als Volumeneinheit Trocknungsgas bzw. Abgas je Zeiteinheit, z. B. Kubikmeter je Stunde, verstanden.

[0050] Eine Sensoreinheit ist zum Empfang und zur Verarbeitung von Sensorsignalen geeignet. Die Sensorsignale werden von Sensoren erhalten, detektiert und verarbeitet. Im Ergebnis ist durch die Sensoreinheit anhand des Sensorsignals ein Wert, beispielsweise eine Konzentration des Lösungsmittels in dem Abgasstrom, bereitgestellt. Die Sensoreinheit steht vorzugsweise datentechnisch mit der Steuerungseinheit in Verbindung, so dass die bereitgestellten Werte der Steuerungseinheit zur Verfügung gestellt sind.

[0051] Der Sensoreinheit ist mindestens ein Sensor zugeordnet, der in einer Abgasableitung oder in der Abgasleitung angeordnet ist. Der Sensor kann z. B. ein Gassensor, eine Gasmesszelle, ein Temperatursensor oder ein Strömungssensor sein.

[0052] In vorteilhaften Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in jeder Abgasableitung und / oder der Abgasleitung Explosionsschutzsensoren vorhanden, durch die eine momentane Konzentration des Lösungsmittels erfasst wird. Erreichen diese Konzentrationen an mindestens einer Stelle der Vorrichtung Werte die außerhalb eines zulässigen Bereiches liegen (zwischen der UEG und der OEG), wird durch die Steuerungseinheit mindestens ein Reglerelement angesteuert und vorzugsweise der Anteil an Frischluft im Abgasstrom erhöht, sodass die Konzentration des Lösungsmittels wieder innerhalb der zulässigen Wertebereiche zu liegen kommt.

[0053] Mehrere Abgasableitungen können in mindestens einer gemeinsamen Abgasleitung zusammengeführt sein. Mindestens ein Sensor kann dann in der Abgasleitung angeordnet sein. Es ist ferner möglich, dass mehrere Sensoren vorhanden sind und die bereitgestellten Werte miteinander verglichen werden und als Grund-

lage für Steuerbefehle der Steuerungseinheit dienen.

[0054] Die Steuerungseinheit kann als ein zentraler Rechner oder ein oder mehrere dezentrale Rechner ausgebildet sein. Der oder die Rechner verfügen über ein Programm, das für die Steuerung der Reglerelemente geeignet ist.

[0055] Reglerelemente können beispielsweise gesteuert verstellbare Klappen, Ventile oder Schieber sein. Die Reglerelemente sind durch die Steuerungseinheit, vorzugsweise in Abhängigkeit von bereitgestellten Werten der Sensoreinheit, ansteuerbar.

[0056] In einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der erste Abgasstromanteil über die Umluftleitung und über mindestens eine Trocknungsgaszuleitung erneut als Trocknungsgasstrom auf das aufgebrachte Stoffgemisch aufblasbar. Durch eine solche Ausgestaltung ist eine Aufkonzentrierung des Abgasstromes ermöglicht, indem noch nicht mit Lösungsmitteln gesättigtes Gas (Luft) als Trocknungsgas verwendet ist. Dabei richtet sich das Maß der zugelassenen Aufkonzentrierung nach den einzuhaltenden Vorgaben zur Gewährleistung eines Explosionsschutzes (z. B. zulässige Konzentration in Prozent der UEG) sowie nach der Aufnahmerate und der Aufnahmekapazität, somit nach dem Vermögen des Trocknungsgases zur Trocknung des aufgebrachten Stoffgemisches.

[0057] Die Arbeitskonzentration liegt vorzugsweise unterhalb einer für den Betrieb der Vorrichtung zulässigen Konzentration.

[0058] Es ist möglich, dass die Trocknung mit Konzentrationswerten oberhalb einer festgelegten OEG betrieben wird, während der zweite Abgasstromanteil auf Werte unterhalb der UEG eingestellt wird und die thermische Umsetzung des zweiten Abgasstromanteils ebenfalls unterhalb der UEG erfolgt.

[0059] Der Steuerungseinheit sind mindestens Daten zum Startzeitpunkt und zur Dauer jeder der vorbestimmten Bearbeitungszeiträume zur Verfügung stellbar. Durch die Steuerungseinheit ist jede Trocknereinrichtung korrespondierend zu deren jeweiligen Bearbeitungszeiträumen ansteuerbar, sodass nur korrespondierend zu den Bearbeitungszeiträumen Trocknungsgas aufgeblasen und Abgas abgesaugt wird.

[0060] Unter vorbestimmten Bearbeitungszeiträumen sind Zeiträume zu verstehen, während der durch einen Bearbeitungskopf ein Stoffgemisch auf die Materialbahn aufgebracht wird. Dabei wird durch einen bestimmten Bearbeitungskopf üblicherweise nur ein bestimmtes Stoffgemisch, beispielsweise ein bestimmter Farbton oder ein farbloser Lack, auf die Materialbahn aufgebracht. Die Bearbeitungszeiträume sind beispielsweise dann vorbestimmt, wenn eine Materialbahn mit einem wiederkehrenden Muster zu bedrucken ist. Dabei sind die Bearbeitungsköpfe in einem festgelegten zeitlichen Regime angesteuert. Entsprechend dem festgelegten zeitlichen Regime werden durch die entsprechenden Bearbeitungsköpfe die jeweiligen Stoffgemische auf die Materialbahn aufgebracht, so dass im Ergebnis das Mus-

ter auf der Materialbahn bewirkt ist. Ausgehend von einem Bearbeitungsstand zu einem frei gewählten Zeitpunkt t_0 ist daher für jeden Bearbeitungskopf der Beginn (Startzeitpunkt) und das Ende, somit auch die Dauer der aktuellen und zukünftigen Bearbeitungszeiträume vorbestimmt.

[0061] In diesem Sinne gelten auch Bearbeitungszeiträume als vorbestimmt, wenn diese aufgrund von aktuellen Messdaten dynamisch generiert werden.

[0062] Eine zu den vorbestimmten Bearbeitungszeiträumen korrespondierende Ansteuerung der jeweiligen Trocknereinrichtung kann auch eine erforderliche Anlauf- und eine Nachlaufphase der Trocknereinrichtung berücksichtigen. Anlauf- und Nachlaufphasen können beispielsweise dadurch bedingt sein, dass ein Lüfter erst auf eine vorgegebene Betriebsdrehzahl zu fahren ist. Außerdem kann es möglich sein, dass während einer Anlaufphase noch kein ausreichender und stabiler Trocknungsgasstrom verfügbar ist.

[0063] Es ist ferner möglich, dass durch die Steuerungseinheit zusätzlich mindestens eine Trocknereinrichtung außerhalb ihres vorbestimmten Bearbeitungszeitraums ansteuerbar ist. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn eine Abgaskonzentration detektiert ist, die oberhalb der Arbeitskonzentration oder der zulässigen Konzentration liegt und daher eine Senkung der Abgaskonzentration erforderlich ist. Durch eine Ansteuerung einer Trocknereinrichtung außerhalb ihres vorbestimmten Bearbeitungszeitraums ist Frischluft aus der Umgebung der angesteuerten Trocknereinrichtung zur Verfügung gestellt und dem Abgasstrom zumischbar.

[0064] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist der katalytischen Oxidationseinheit mindestens ein Wärmetauscher zugeordnet, durch den eine bei der thermischen Umsetzung frei werdende Wärmeenergie gänzlich oder anteilig auf den Trocknungsgasstrom und / oder auf den zweiten Abgasstromanteil übertragbar ist. Durch den Einsatz eines Wärmetauschers kann vorteilhaft der Sauerstoffanteil in dem Trocknungsgasstrom und in dem Abgasstrom hoch gehalten werden, was für eine thermische Umsetzung unter ablaufenden Oxidationsreaktionen sehr vorteilhaft ist. Der Wärmetauscher ist vorzugsweise mit einem steuerbaren Heizelement ausgestattet. Wird über Sensoren erfasst, dass die Temperatur des zweiten Abgasstromanteils niedriger als eine zum effizienten Betrieb der katalytischen Oxidationseinheit gewünschte Temperatur ist, wird das Heizelement angesteuert und der zweite Abgasstromanteil entsprechend nachgeheizt. Dabei wird vorzugsweise der Volumenstrom des zweiten Abgasstromanteils, dessen Temperatur, das Material des Katalysators und das Katalysatorvolumen der katalytischen Oxidationseinheit bei der Ansteuerung des Heizelements berücksichtigt.

[0065] Der zweite Abgasstromanteil ist nach seinem Durchtritt durch die katalytische Oxidationseinheit erwärmt und wird als Reinluft dem Wärmetauscher zugeführt. Nach dem Durchströmen des Wärmetauschers wird der zweite Abgasstromanteil (auch als Reinluft be-

zeichnet) über eine Abgasabführung, beispielsweise über einen Schornstein oder eine geeignete Entlüftung, an die Umwelt abgegeben.

[0066] Der zweite Abgasstromanteil (Reinluft) kann nach dem Durchströmen des Wärmetauschers mindestens einem weiteren Wärmetauscher zugeführt sein. Nach Durchströmen dieses weiteren Wärmetauschers wird die Reinluft über die Abgasabführung an die Umwelt abgegeben.

[0067] Es ist in einer weiteren vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, dass der zweite Abgasstromanteil vor dessen Eintritt in die katalytische Oxidationseinheit durch einen der vorgenannten Wärmetauscher geführt ist, während der erste Abgasstromanteil durch den weiteren Wärmetauscher geführt ist.

[0068] Es ist günstig, wenn die katalytische Oxidationseinheit ein Katalysatorvolumen aufweist, bei dem mit vergleichsweise niedrigen Raumgeschwindigkeiten von beispielsweise etwa 8000 h^{-1} gearbeitet werden kann. Sind die Raumgeschwindigkeiten niedrig, verbleibt der zweite Abgasstromanteil länger in Kontakt mit dem Katalysatormaterial und ein Betrieb der katalytischen Oxidationseinheit kann, vorzugsweise autotherm, bei niedrigeren Temperaturen betrieben werden als bei höheren Raumgeschwindigkeiten.

[0069] Die Aufgabe wird ferner in einem Verfahren zur Bereitstellung einer konstanten Arbeitskonzentration mindestens eines organischen Lösungsmittels in einem Anteil eines Abgasstromes für eine integrierte katalytische Oxidationseinheit einer Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Materialbahn gelöst. Das Verfahren beinhaltet die Schritte:

- Aufblasen eines Trocknungsgasstromes auf einen Anteil eines auf die Materialbahn aufgebrachten Stoffgemisches,
- Absaugen des mit Anteilen des Lösungsmittels beladenen Trocknungsgasstromes als Abgasstrom,
- Erfassen einer Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem Abgasstrom als Lösungsmittelkonzentration,
- Vergleichen von Werten der Lösungsmittelkonzentration als Ist-Werte mit dem Wert einer gewünschten Arbeitskonzentration als Soll-Wert,
- Einstellen der gewünschten Arbeitskonzentration durch Regeln eines Anteils des Abgasstromes an dem Trocknungsgasstrom und
- Teilen des Abgasstromes in einen ersten Abgasstromanteil und einen zweiten Abgasstromanteil und Zuleiten des zweiten Abgasstromanteils an eine katalytische Oxidationseinheit zur thermischen Umsetzung des in dem zweiten Abgasstromanteil enthaltenen Lösungsmittels.

[0070] Das Verfahren wird vorzugsweise beim Betrieb der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrich-

tung angewendet.

[0071] In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Arbeitskonzentration in einem Bereich $> 6 \text{ g/m}^3$ bei Ethanol als Lösungsmittel je Kubikmeter gewählt. Die Arbeitskonzentration kann in weiteren Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Einsatz anderer Lösungsmittel anders als $> 6 \text{ g/m}^3$ gewählt sein. Vorzugsweise wird dann eine Konzentration als Arbeitskonzentration gewählt, bei der ein Energiegehalt etwa äquivalent einer Ethanolkonzentration von 6 g/m^3 vorliegt.

[0072] Die einzelnen Abgasströme sind immer größer als die jeweiligen Trocknungsgasströme, da zum Absaugen des aufgeblasenen Trocknungsgasstromes ein Unterdruck an der Abgasableitung erforderlich ist. Es können gleichzeitig oder nacheinander mehrere Trocknungsgasströme aufgeblasen und Abgasströme abgesaugt werden.

[0073] Werden mehrere Abgasströme abgesaugt, so werden diese vorzugsweise anschließend vereinigt und zusammen als ein Abgasstrom (gemeinsamer Abgasstrom) weitergeleitet. Es wird also mindestens die zwangsläufig entstehende Differenz zwischen Trocknungsgasstrom bzw. Trocknungsgasströmen und (gemeinsamem) Abgasstrom als zweiter Abgasstromanteil an die katalytische Oxidationseinheit weitergeleitet.

[0074] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der O_2 -Gehalt wenigstens in dem Abgasstrom oder in dem Trocknungsgasstrom als Istwert erfasst, mit wenigstens einem Sollwert verglichen und der O_2 -Gehalt durch eine geregelte Zumischung von Frischluft zu wenigstens dem Abgasstrom oder dem Trocknungsgasstrom geregelt eingestellt.

[0075] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Regelung anhand eines Modells durchgeführt.

[0076] Das Modell kann als ein individuelles Modell für eine konkrete Vorrichtung erstellt werden. Beispielsweise kann eine konkrete Vorrichtung während eines Probebetriebs bei verschiedenen messtechnisch erfassten Betriebsbedingungen, wie Lösungsmittelkonzentrationen, Betriebstemperaturen, Umgebungstemperaturen, Medienströmen (Abgas, Trocknungsgas, Frischluft), Stoffgemischen und / oder Materialbahnen, betrieben werden. Dabei können verschiedene Szenarien der Regelung der Arbeitskonzentration und / oder der Temperaturen und / oder des O_2 -Gehalts unter kontrollierten Bedingungen erprobt und die individuelle Reaktion der konkreten Vorrichtung den jeweiligen Szenarien bzw. den jeweiligen Betriebsbedingungen zugeordnet in einer Datenbank abgelegt werden.

[0077] Unter einer Reaktion der Vorrichtung soll hier die Art und Weise verstanden werden, mit der eine konkrete Vorrichtung unter bekannten Betriebsbedingungen auf vorgenommene Regelungsvorgänge anspricht. Beispielsweise kann eine Trägheit ermittelt werden, mit der die Vorrichtung auf erfolgte Regelungsvorgänge reagiert. Eine Trägheit ist beispielsweise dadurch begrün-

det, dass die Medien wie Abgas, Trocknungsgas und Frischluft jeweils als Ströme (Medienströme) durch die Vorrichtung bewegt sind. Je nach konkreter Gestaltung der Vorrichtung sowie eines individuellen, beispielsweise bauteilspezifischen und / oder fertigungsbedingten Strömungsverhaltens verstreicht eine bestimmte Zeitdauer, bis die veranlassten Regelungsvorgänge die gewünschten Wirkungen zeigen.

[0078] Anhand der Datenbank kann eine zukünftig erfolgende Regelung durch eine entsprechende Anpassung des Modells an aktuell vorliegende Betriebsbedingungen effektiver gestaltet werden, als dies mit Modellen möglich ist, die werkseitig unveränderlich vorgegeben sind.

[0079] Es ist ferner möglich, dass anhand der gespeicherten Daten der Datenbank erwartete Reaktionen der konkreten Vorrichtung in Szenarien simuliert, z. B. extrapoliert werden, die nicht explizit während eines Probebetriebs überprüft wurden. Außerdem ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit eines Eintretens bestimmter Reaktionen der Vorrichtung zu prognostizieren und bereits vorausschauend Regelungsvorgänge festzulegen und einzuleiten.

[0080] Für eine solche vorausschauende Regelung ist es beispielsweise möglich, anhand bekannter Szenarien und der Daten der Datenbank markante Datenreihen bzw. markante Datensätze zu identifizieren, deren Auftreten ein Erreichen unerwünschter Werte, beispielsweise der Arbeitskonzentration, des O_2 -Gehalts und / oder von Temperaturen, sehr wahrscheinlich werden lässt. Durch eine vorausschauende Regelung im vorbeschriebenen Sinne können vorteilhaft auch kurzzeitige Überschreitungen vorbestimmter Grenzwerte vermieden werden. Zudem kann die Vorrichtung mit geringen Schwankungen relevanter Parameter, wie Arbeitskonzentration, O_2 -Gehalt und / oder Temperaturen, betrieben werden.

[0081] Markante Datenreihen bzw. markante Datensätze können beispielsweise Sequenzen zeitlich abfolgender Messwerte eines Betriebsparameters bzw. mehrerer Betriebsparameter sein.

[0082] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Prinzipskizzen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Prinzipskizze einer Druckmaschine,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Prinzipskizze und

Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Prinzipskizze.

[0083] In einem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind als wesentliche Elemente Bearbeitungsköpfe 1,

Trocknereinrichtungen 2, eine Abgasleitung 3, eine Umluftleitung 6, eine katalytische Oxidationseinheit 8, eine Sensoreinheit 10, eine Steuerungseinheit 12 und eine Trocknungsgasleitung 13 vorhanden.

[0084] Die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt unter der Annahme, dass sich die Vorrichtung in einem normalen Betriebszustand (Dauerbetrieb, keine An- oder Auslaufphase) befindet.

[0085] Der Übersichtlichkeit halber sind lediglich drei Bearbeitungsköpfe 1 gezeigt, die jeweils als ein Druckwerk einer Druckmaschine ausgebildet sind. Durch jeden Bearbeitungskopf 1 wird über vorbestimmte Bearbeitungszeiträume jeweils Farbe eines Farbtons auf eine an den Bearbeitungsköpfen 1 in Richtung des Pfeils vorbeigeführte Materialbahn M aufgebracht. Das durch jeden der Bearbeitungsköpfe 1 jeweils aufgebrauchte Stoffgemisch S ist als eine Sequenz von unterschiedlich gestalteten Flächen symbolisiert. Die jeweilige Farbe ist ein Stoffgemisch S, das neben Farbpigmenten auch mindestens ein leicht flüchtiges organisches Lösungsmittel enthält.

[0086] Das auf die Materialbahn M aufgebrauchte Stoffgemisch S wird im Bereich des jeweiligen Bearbeitungskopfes 1 mittels Trocknereinrichtung 2 zumindest ange trocknet, wobei jeweils eine Trocknereinrichtung 2 einem Bearbeitungskopf 1 zugeordnet ist. Die Trocknereinrichtung 2 weist eine Trocknungsgaszuleitung 2.1 zur Zuleitung von Luft als Trocknungsgas in Form eines Trocknungsgasstromes 2.3 zu dem Bearbeitungskopf 1 und zum Aufblasen des Trocknungsgasstromes 2.3 auf die Materialbahn M auf. Befindet sich frisch aufgebrauchtes Stoffgemisch S auf der Materialbahn M, wird durch den Trocknungsgasstrom 2.3 mindestens ein Anteil des in dem Stoffgemisch S enthaltenen Lösungsmittels aufgenommen und abgeführt. An der Trocknereinrichtung 2 ist ferner eine Abgasableitung 2.2 vorhanden, durch die der aufgeblasene Trocknungsgasstrom 2.3 als ein Abgasstrom 5 wieder aus dem Bereich des Bearbeitungskopfes 1 abführbar ist. Der Einfachheit halber wird angenommen, dass der Trocknungsgasstrom 2.3 in einem Bereich des Bearbeitungskopfes 1 auf die Materialbahn M aufgeblasen ist, um ein aufgebrauchtes Stoffgemisch S räumlich nahe des Bearbeitungskopfes 1 zu trocknen. Um in dem Bereich des Bearbeitungskopfes 1 einen Unterdruck zu erzeugen und um dadurch möglichst den gesamten Trocknungsgasstrom 2.3 zusammen mit gegebenenfalls in diesem enthaltenen Lösungsmitteln abzuführen, ist der Abgasstrom 5 einer Trocknereinrichtung 2 größer als der Trocknungsgasstrom 2.3 derselben Trocknereinrichtung 2. Die Abgasableitungen 2.2. münden in eine Abgasleitung 3. In der Abgasleitung 3 sind die einzelnen Abgasströme 5 der einzelnen Trocknereinrichtungen 2 als ein gemeinsamer Abgasstrom 5 vereinigt und weitergeleitet. Nach den Bearbeitungsköpfen 1 ist ein Brückentrockner 15 angeordnet, der die Materialbahn M vollständig überspannt. Der Brückentrockner 15 ist ansonsten wie die Trocknereinrichtungen 2 aufgebaut

und angeschlossen.

[0087] Jeder Trocknungsgaszuleitung 2.1 ist jeweils ein Lüfter 4 zur Erzeugung des Trocknungsgasstromes 2.3 zugeordnet und durch die Steuerungseinheit 12 ansteuerbar.

[0088] In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann ein Lüfter 4 allen oder mehreren Trocknungsgaszuleitungen 2.1 zugeordnet sein. Durch ansteuerbare Steuerklappen von Reglerelementen 7 kann die Zuleitung und die Größe des Trocknungsgasstromes 2.3 bzw. der Trocknungsgasströme 2.3 geregelt werden.

[0089] In weiteren Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann auch nur ein Lüfter 4 vorhanden sein, durch den die Trocknungsgasströme 2.3 in allen Trocknereinrichtungen 2 bewirkt werden. Es ist in weiteren Ausführungen möglich, dass Lüfter 4 ausschließlich oder zusätzlich den Abgasableitungen 2.2 und / oder der Abgasleitung 3 zugeordnet sind.

[0090] An einem Ende der Abgasleitung 3 ist ein Reglerelement 7 vorhanden, durch das der Abgasstrom 5 in einen ersten Abgasstromanteil 5.1 und in einen zweiten Abgasstromanteil 5.2 aufteilbar ist (jeweils durch Pfeile symbolisiert). Der erste Abgasstromanteil 5.1 ist in eine Umluftleitung 6 geleitet, die mit der Trocknungsgasleitung 13 verbunden ist. Durch die Umluftleitung 6 ist der erste Abgasstromanteil 5.1 der Trocknungsgasleitung 13 so zuführbar, dass der erste Abgasstromanteil 5.1 den Trocknereinrichtungen 2 wieder als Trocknungsgasstrom 2.3 oder als Teil dessen zugeleitet werden kann.

[0091] An der Umluftleitung 6 ist eine Frischluftzuführung 16 angeordnet, die über ein Reglerelement 7 mit der Umluftleitung 6 in Verbindung steht.

[0092] Der erste Abgasstromanteil 5.1 enthält bei laufendem Druckbetrieb der Vorrichtung einen gewissen Anteil, d.h. eine gewisse Konzentration, mindestens eines Lösungsmittels. Dieser Anteil ist durch die Sensoreinheit 10 und durch Sensoren 11, die mit der Sensoreinheit signaltechnisch verbunden sind (nicht alle Verbindungen aus Gründen der Übersichtlichkeit gezeigt), detektierbar und kann als Wert der Konzentration des Lösungsmittels bereitgestellt werden. Sensoren 11 sind in dem gezeigten ersten Ausführungsbeispiel in der Abgasleitung 3, in der Umluftleitung 6 und in der Trocknungsgasleitung 13 angeordnet. Jeder Abgasableitung 2.2 und der Abgasleitung 3 ist ein Sensor 11 zugeordnet, durch den jeweils die Konzentration des Lösungsmittels in dem Abgasstrom 5 erfasst wird (Explosionsschutzsensoren).

[0093] In weiteren Ausführungen der Vorrichtung kann eine andere Anzahl und / oder eine andere Anordnung von Sensoren 11 vorhanden sein.

[0094] Da der Abgasstrom 5, wie oben erläutert, immer größer als der Trocknungsgasstrom 2.3 ist, erfolgt auch immer eine Unterteilung in einen ersten und zweiten Abgasstromanteil 5.1 und 5.2, um die Differenz zwischen Abgasstrom 5 und Trocknungsgasstrom 2.3 bzw. zwischen gemeinsamem Abgasstrom 5 und Trocknungs-

gasstrom 2.3 als zweiten Abgasstromanteil 5.2 abzuleiten. Der zweite Abgasstromanteil 5.2 gelangt von dem unterteilend wirkenden Reglerelement 7 am Ende der Abgasleitung 3 zu einem Lüfter 4, welcher der katalytischen Oxidationseinheit 8 strömungstechnisch vorgeschaltet ist. Zwischen dem vorgeschalteten Lüfter 4 und der katalytischen Oxidationseinheit 8 ist ein als Wärmesensor ausgebildeter Sensor 11 zur Ermittlung der Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 vorhanden.

[0095] Die katalytische Oxidationseinheit 8 ist mit einem Mischoxid als Material eines Katalysators versehen, das eine Raumgeschwindigkeit von 8000 h^{-1} aufweist.

[0096] In der katalytischen Oxidationseinheit 8 erfolgt in Anwesenheit des Katalysators eine thermische Umsetzung der in dem zweiten Abgasstromanteil 5.2 enthaltenen Lösungsmittel. Die thermische Umsetzung verläuft exotherm, d.h. unter Abgabe von Wärmeenergie. Ist die Konzentration des Lösungsmittels in dem zweiten Abgasstromanteil 5.2 hoch genug, ist die katalytische Oxidationseinheit 8 autotherm betrieben.

[0097] Der katalytischen Oxidationseinheit 8 ist ein Wärmetauscher 9 nachgeschaltet, durch den der thermisch umgesetzte zweite Abgasstromanteil 5.2 als Reinfluft geleitet ist. Der Wärmetauscher 9 steht mit der Umluftleitung 6 in Verbindung, so dass durch Wirkung des Wärmetauschers 9 der erste Abgasstromanteil 5.1 gesteuert erwärmbar ist. Dazu sind in der Umluftleitung 6 und nach der katalytischen Oxidationseinheit 8 Sensoren 11 zur Erfassung der Temperatur des ersten Abgasstromanteils 5.1 bzw. des thermisch umgesetzten zweiten Abgasstromanteils 5.2 vorhanden. Entsprechend der erfassten Temperaturen ist durch die Steuerungseinheit 12 ein dem Wärmetauscher 9 zugeordnetes Reglerelement 7 ansteuerbar, durch dessen Wirkung eine auf den ersten Abgasstromanteil 5.1 übertragene Wärmemenge gesteuert einstellbar ist. Der zweite Abgasstromanteil 5.2 ist nach dem Durchströmen des Wärmetauschers 9 über eine Abgasabführung 17 an die Umwelt abgegeben. Dabei können in weiteren Ausführungen der Vorrichtung der Abgasabführung 17 noch Filter (nicht gezeigt) zur weiteren Abreinigung des zweiten Abgasstromanteils 5.2 zugeordnet sein.

[0098] Außerdem ist der Wärmetauscher 9 mit einer Zuleitung des zweiten Abgasstromanteils 5.2 zur katalytischen Oxidationseinheit 8 verbunden, sodass die Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 gesteuert erhöht werden kann, bevor der zweite Abgasstromanteil 5.2 der katalytischen Oxidationseinheit 8 zugeführt wird. Die erforderliche Wärmeenergie zur Erwärmung des ersten Abgasstromanteils 5.1 und / oder des zweiten Abgasstromanteils 5.2 wird von dem die katalytische Oxidationseinheit 8 verlassenden zweiten Abgasstromanteil 5.2 gewonnen und mittels des Wärmetauschers 9 übertragen. Der Wärmetauscher 9 weist ein Heizelement 14 auf, das durch die Steuerungseinheit 12 angesteuert ist. Das Heizelement 14 besteht aus zwei unabhängig voneinander ansteuerbaren Heizeinheiten (vereinfacht gezeigt), so dass sowohl der erste Abgasstromanteil 5.1

als auch der zweite Abgasstromanteil 5.2 unabhängig voneinander heizbar sind.

[0099] Nach Verlassen des Wärmetauschers 9 wird der zweite Abgasstromanteil 5.2 abgeleitet. Der erwärmte erste Abgasstromanteil 5.1 wird durch die Umluftleitung 6 in die Trocknungsgasleitung 13 geführt. Von dort gelangt der erste Abgasstromanteil 5.1 wieder zu den Trocknereinrichtungen 2. Über die Frischluftzuführung 16 ist bei Bedarf dem ersten Abgasstromanteil 5.1 Frischluft zumischbar.

[0100] Durch die Steuerungseinheit 12 sind die Trocknereinrichtungen 2, die Reglerelemente 7, die Heizelemente 14 und die Lüfter 4 ansteuerbar. Zu diesem Zweck ist die Steuerungseinheit 12 mit den vorgenannten Elementen signaltechnisch verbunden (einige dieser Verbindungen sind stellvertretend durch Strichlinien gezeigt).

[0101] Die Sensoreinheit 10 empfängt die von den Sensoren 11 übermittelten Signale und detektiert anhand dieser die jeweiligen Werte der Temperaturen und Konzentrationen. Die Werte werden der Steuerungseinheit 12 bereitgestellt. Außerdem können die Werte in einer weiteren Ausführung der Vorrichtung grafisch dargestellt werden. So können die Temperatur- und / oder Konzentrationswerte auf einer Anzeige einer Anlagensteuerung angezeigt sein.

[0102] Die von den Sensoren 11 erfassten Werte werden außerdem einer Regelungseinheit 18 bereitgestellt. Die Regelungseinheit 18 ist als eine Untereinheit der Steuerungseinheit 12 ausgebildet und dient der Regelung eines O_2 -Gehaltes des zweiten Abgasstromanteils 5.2. Dazu ist wenigstens ein Sensor 11 zur Erfassung des O_2 -Gehaltes ausgelegt und zwischen dem vorgeschalteten Lüfter 4 und der katalytischen Oxidationseinheit 8 angeordnet, sodass durch diesen Sensor 11 der O_2 -Gehalt des zweiten Abgasstromanteils 5.2 messbar ist.

[0103] Die Regelungseinheit 18 ist datentechnisch mit einer Datenbank 19 verbunden, in der Modelle abgelegt sind, anhand derer eine Regelung des O_2 -Gehalts des zweiten Abgasstromanteils 5.2 durch die Regelungseinheit 18 erfolgt.

[0104] In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Im wesentlichen stimmen die Elemente und deren Funktionsweise mit der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung überein. Statt der Lüfter 4 in den Trocknungsgaszuleitungen 2.1 ist ein Lüfter 4 in der Trocknungsgasleitung 13 vorhanden, durch den die Trocknungsgasströme 2.3 aller Trocknereinrichtungen 2 bewirkt werden. Außerdem ist zwischen dem teilenden Reglerelement 7 am Ende der Abgasleitung 3 und dem der katalytischen Oxidationseinheit 8 vorgeschalteten Lüfter 4 ein Heizelement 14 zum gesteuerten Erwärmen des zweiten Abgasstromanteils 5.2 vorhanden. Das Heizelement 14 wird durch die Steuerungseinrichtung 12 angesteuert, wenn die Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 für einen effizienten Betrieb der katalytischen Oxidationseinheit 8 zu niedrig ist. Eine

Erwärmung des zweiten Abgasstromanteils 5.2 mittels des Wärmetauschers 9 ist dann optional.

[0105] In einer weiteren Ausführung ist die Erwärmung des zweiten Abgasstromanteils 5.2 mittels des Heizelements 14 optional.

[0106] Gemäß des in Fig. 3 gezeigten dritten Ausführungsbeispiels ist der Wärmetauscher 9 nur dafür vorgesehen, bei Bedarf nur den zweiten Abgasstromanteil 5.2 zu erwärmen. Ein der katalytischen Oxidationseinheit 8 vorgeschaltetes Heizelement 14 ist nicht vorhanden, kann aber in weiteren Ausführungen der Vorrichtung vorhanden sein. Die Umluftleitung 6 mit dem ersten Abgasstromanteil 5.1 führt zur Trockengasleitung 13. An der Umluftleitung 6 ist ein weiterer Wärmetauscher 9.1 angeordnet, der mit einem Heizelement 14 ausgerüstet ist. Dieses Heizelement 14 steht mit der Steuerungseinheit 12 in Verbindung und ist durch diese ansteuerbar. Durch den weiteren Wärmetauscher 9.1 ist der zweite Abgasstromanteil 5.2 als Reinluft geleitet, nachdem dieser den Wärmetauscher 9 durchströmt hat. Dessen Wärmeenergie kann gänzlich oder anteilig auf den ersten Abgasstromanteil 5.1 übertragen werden.

[0107] Außerdem ist eine Umgehung des weiteren Wärmetauschers 9.1 vorgesehen, so dass der erste Abgasstromanteil 5.1 dann nicht durch den weiteren Wärmetauscher 9.1 geleitet ist, wenn die Temperatur des ersten Abgasstromanteils 5.1 über einem Schwellwert von hier 80°C liegt. In weiteren Ausführungen können andere Temperaturwerte als Schwellwert gewählt sein.

[0108] In weiteren Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann auch an dem Wärmetauscher 9 eine Umgehung (nicht gezeigt) vorhanden sein.

[0109] Beim Betrieb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1 wird die Materialbahn M an den Bearbeitungsköpfen 1 vorbeigeführt. Zur Erzielung eines gewünschten Musters auf der Materialbahn M werden zu vorbestimmten Bearbeitungszeiträumen die jeweiligen Bearbeitungsköpfe 1 angesteuert und durch diese ein Stoffgemisch S auf die Materialbahn M aufgebracht. Jedem Bearbeitungskopf 1 ist ein Stoffgemisch S in Form einer Druckfarbe zugeordnet. Vor dem Beginn eines Bearbeitungszeitraums wird durch die Steuerungseinheit 12 die dem Bearbeitungskopf 1 zugeordnete Trocknereinrichtung 2 angesteuert und in Betrieb gesetzt. Da die Bearbeitungsköpfe 1 prinzipiell gleich aufgebaut sind, bezieht sich die nachfolgende Beschreibung beispielhaft nur auf einen Bearbeitungskopf 1. Durch den Lüfter 4 wird in der Trocknungsgaszuleitung 2.1 ein Trocknungsgasstrom 2.3 bewirkt und auf die Materialbahn M geblasen. Dabei überstreicht der Trocknungsgasstrom 2.3 das durch den Bearbeitungskopf 1 auf die Materialbahn M aufgebrachte Stoffgemisch S, wodurch anteilig aus dem aufgebrachten Stoffgemisch S austretende flüchtige Lösungsmittel in den Trocknungsgasstrom 2.3 aufgenommen werden. Über die Abgasableitung 2.2 wird ein Unterdruck erzeugt, indem der Lösungsmittel enthaltende Trocknungsgasstrom 2.3 als Abgasstrom 5 abgesaugt wird. Der Abgasstrom 5 gelangt durch die Abgasablei-

5 tung 2.2 in die Abgasleitung 3. Dort wird die Konzentration des Lösungsmittels in dem Abgasstrom 5 mittels eines Sensors 11 als ein Sensorsignal erfasst und an die Sensoreinheit 10 übermittelt. Aus dem Sensorsignal wird ein Wert der Konzentration des Lösungsmittels ermittelt und der Steuerungseinheit 12 bereitgestellt.

[0110] Liegt der bereitgestellte Wert unter einer erwünschten Arbeitskonzentration, bei der die katalytische Oxidationseinheit 8 betrieben werden soll, so wird das teilende Reglerelement 7 am Ende der Abgasleitung 3 so angesteuert, dass der größte Teil des Abgasstromes 5 als erster Abgasstromanteil 5.1 in die Umluftleitung 6 geleitet wird. Lediglich die Differenz zwischen Abgasstrom 5 und Trocknungsgasstrom 2.3 wird als zweiter Abgasstromanteil 5.2 der katalytischen Oxidationseinheit 8 zugeführt.

[0111] Der erste Abgasstromanteil 5.1 wird dem Wärmetauscher 9 zugeführt, dort erwärmt und anschließend in die Trocknungsgasleitung 13 geleitet. Von dort wird der erste Abgasstromanteil 5.1 korrespondierend zu einem weiteren Bearbeitungszeitraum des Bearbeitungskopfs 1 wieder als Trocknungsgasstrom 2.3 zugeführt.

[0112] Dabei enthält der Trocknungsgasstrom 2.3 bereits Lösungsmittel, hat aber seine Aufnahmekapazität noch nicht erreicht. Wie oben beschrieben, wird wiederum aufgebracht Stoffgemisch S getrocknet, wobei sich die Konzentration des Lösungsmittels in dem Abgasstrom 5 weiter erhöht.

[0113] Ist die gewünschte Arbeitskonzentration erreicht, wird das teilend wirkende Reglerelement 7 so angesteuert, dass der zweite Abgasstromanteil 5.2 anteilig vergrößert und der erste Abgasstromanteil 5.1 entsprechend anteilig verringert wird.

[0114] Wird festgestellt, dass die Konzentration des Lösungsmittels die Arbeitskonzentration bereits überstiegen hat oder bei einer weiteren Trocknung zu übersteigen droht, wird durch die Steuerungseinheit 12 eine Trocknereinrichtung 2 angesteuert, dessen zugeordneter Bearbeitungskopf 1 zu diesem Zeitpunkt keinen Bearbeitungszeitraum durchläuft. Über diese zusätzlich angesteuerte Trocknereinrichtung 2 wird zusätzliche Umgebungsluft, die keine oder nur geringste Menge an Lösungsmittel enthält, in die Abgasleitung 3 gesaugt und die Konzentration des Lösungsmittels im Abgasstrom 5 verringert.

[0115] Eine solche Verringerung der Konzentration kann vorsorglich ausgelöst werden, wenn die detektierte Konzentration des Lösungsmittels bereits so hoch ist, dass eine weitere Trocknung, beispielsweise durch Zuleiten eines weiteren Abgasstromes 5 von einer weiteren Trocknereinrichtung 2, zu einer Überschreitung der gewünschten Arbeitskonzentration oder einer höchsten zulässigen Konzentration führen würde. Eine solche zukünftige Zuleitung eines weiteren Abgasstromes 5 kann bekannt sein, da der Steuerungseinheit 12 die vorbestimmten Bearbeitungszeiträume der einzelnen Bearbeitungsköpfe 1 zur Verfügung stehen und somit vorausschauend eine Regelung der Konzentrationsverhältnis-

se in der Vorrichtung ermöglicht ist. Die Zumischung von Umgebungsluft zum Abgasstrom 5 erfolgt in solchen Mengen, dass der zweite Abgasstromanteil 5.2 die gewünschte Arbeitskonzentration aufweist.

[0116] Die Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 wird mittels eines Sensors 11 erfasst und mit einer gewünschten Temperatur verglichen. Die gewünschte Temperatur liegt in einem Bereich, über den der Katalysator der katalytischen Oxidationseinheit 8 besonders effektiv arbeitet. Liegt die Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 zu niedrig, wird das Reglerelement 7, durch das der zweite Abgasstromanteil 5.2 dem Wärmetauscher 9 zugeleitet werden kann, durch die Steuerungseinheit 12 angesteuert und der zweite Abgasstromanteil 5.2 dem Wärmetauscher 9 zugeführt. In diesem wird die gewünschte Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 eingestellt. Sollte die gewünschte Temperatur des zweiten Abgasstromanteils 5.2 mittels des Wärmetauschers 9 allein nicht eingestellt werden können, wird zusätzlich das Heizelement 14 des Wärmetauschers 9 angesteuert und der zweite Abgasstromanteil 5.2 entsprechend geheizt.

[0117] In der katalytischen Oxidationseinheit 8 wird der zweite Abgasstromanteil 5.2 thermisch umgesetzt und die dabei gewonnene Wärmeenergie zum Erwärmen der ersten und zweiten Abgasstromanteile 5.1 und 5.2 mittels des Wärmetauschers 9 genutzt.

[0118] Zur Regelung des O₂-Gehalts des zweiten Abgasstromanteils 5.2 wird vor der Inbetriebnahme der Vorrichtung ein allgemeines Modell zur Regelung des O₂-Gehalts in der Datenbank 19 hinterlegt, welches durch die Regelungseinheit 18 wiederholt abrufbar ist. Die Vorrichtung wird während eines Probetriebs unterschiedlichen Betriebsbedingungen ausgesetzt. Dabei werden verschiedene Parameter, wie die Lösungsmittelkonzentration, die Drehzahl des Lüfters 4, die erreichte Arbeitskonzentration, der O₂-Gehalt, Temperaturen, Strömungsgeschwindigkeiten und Volumenströme, erfasst und in Form von Datensätzen in der Datenbank 19 abgelegt.

[0119] Anhand der so ermittelten Datensätze wird das allgemeine Modell jeweils individuell an die konkrete Vorrichtung angepasst und es werden individuelle Modelle in der Datenbank 19 abgespeichert. Anhand der Datensätze und der individuellen Modelle werden auch Simulationen für Szenarien durchgeführt, die während des Probetriebs nicht tatsächlich geprüft wurden. Diese Simulationen sind Extrapolationen der örtlichen / zeitlichen Entwicklung von erfassten Datenreihen und / oder die Ableitung (hier auch unter dem Begriff der Extrapolation subsummierbar) von fiktiven Datenreihen sowie fiktiven Datensätzen.

[0120] Sowohl das allgemeine Modell als auch die individuellen Modelle sind so gestaltet, dass unerwünschte Über- und Unterschreitungen von Grenzwerten vorbestimmter Parameter durch Regelbefehle der Regelungseinheit 18 aufgehoben werden.

[0121] In weiteren Ausgestaltungen des Verfahrens

werden die Simulationen verwendet, um die individuellen Modelle so anzupassen, dass prognostizierte Über- und Unterschreitungen von Grenzwerten gar nicht erst auftreten. Dazu werden erfasste Datenreihen und Datensätze nach markanten Datenreihen bzw. nach markanten Datensätzen durchsucht. Werden solche markanten Datenreihen bzw. nach markanten Datensätzen gefunden, wird ein individuelles Modell ausgewählt, das diesen markanten Datenreihen bzw. markanten Datensätzen zugeordnet ist. Sind mehrere individuelle Modelle den aufgefundenen markanten Datenreihen bzw. markanten Datensätzen zugeordnet, wird das individuelle Modell anhand des Kriteriums der größten Übereinstimmung (Ähnlichkeit) der Daten mit den zur Auswahl stehenden individuellen Modellen ausgewählt.

[0122] Während der so erfolgenden Regelung wird die Reaktion der Vorrichtung wiederum erfasst und als Datensatz zur Anpassung des allgemeinen Modells bzw. zur Anpassung des für die Regelung verwendeten individuellen Modells benutzt.

[0123] Im Ergebnis erfolgt die Regelung von Parametern wie dem O₂-Gehalt nicht anhand des allgemeinen Modells und erst bei einer tatsächlichen Über- oder Unterschreitung eines Grenzwertes, sondern es werden rechtzeitig und unter Beachtung der individuellen Reaktion (z. B. der Trägheit) der konkreten Vorrichtung anhand eines ausgewählten individuellen Modells Regelungsbefehle durch die Regelungseinheit 18 an die entsprechenden Reglerelemente 7 gegeben.

[0124] In praktischen Auslegungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens auf Basis von Ethanol als Lösungsmittel wurde gefunden, dass pro Gramm Ethanol in einem Kubikmeter Luft ein Temperatur-Offset von 20 K zu erwarten ist. Die UEG von Ethanol liegt bei 60 g/Nm³, also entsprechen 50 % der UEG 30 g/Nm³ oder einem Offset von 600 K. In den praktischen Auslegungen wurde die Konzentration des Lösungsmittels auf weniger als die Hälfte der UEG angehoben (12 g bzw. 20% UEG). Die dabei verfügbare Oxidationsenergie ist ausreichend für die Nutzung für die Katalyse und für die Trocknung. Das System ist so gestaltet, dass es bei 0,5 g/Nm³ autotherm betrieben ist.

45 Bezugszeichenliste

[0125]

- 1 Bearbeitungskopf
- 50 2 Trocknereinrichtung
- 2.1 Trocknungsgaszuleitung
- 2.2 Abgasableitung
- 2.3 Trocknungsgasstrom
- 3 Abgasleitung
- 55 4 Lüfter
- 5 Abgasstrom
- 5.1 erster Abgasstromanteil
- 5.2 zweiter Abgasstromanteil

6	Umluftleitung	
7	Reglerelement	
8	katalytische Oxidationseinheit	
9	Wärmetauscher	
9.1	weiterer Wärmetauscher	5
10	Sensoreinheit	
11	Sensor	
12	Steuerungseinheit	
13	Trocknungsgasleitung	
14	Heizelement	10
15	Brückentrockner	
16	Frischlufzuführung	
17	Abgasabführung	
18	Regelungseinheit	
19	Datenbank	15
M	Materialbahn	
S	aufgebrachtes Stoffgemisch	

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Materialbahn (M), aufweisend
- eine Anzahl von Bearbeitungsköpfen (1) zum Aufbringen jeweils eines Stoffgemisches über die Dauern jeweils vorbestimmter Bearbeitungszeiträume auf die Materialbahn (M),
 - eine Anzahl von Trocknereinrichtungen (2) zur Trocknung des aufgebrachten Stoffgemisches (S) durch Aufblasen eines Trocknungsgasstromes (2.3) auf das aufgebrachte Stoffgemisch (S) und Absaugen des mit Anteilen des Lösungsmittels beladenen Trocknungsgasstromes (2.3) als ein Abgasstrom (5), wobei jedem Bearbeitungskopf (1) eine Trocknereinrichtung (2) zugeordnet ist,
 - ein Gasleitungssystem aufweisend jeweils eine Trocknungsgaszuleitung (2.1) und eine Abgasableitung (2.2) je Trocknereinrichtung (2) sowie mit einer, die Trocknereinrichtungen (2) verbindenden Abgasleitung (3) und aufweisend ansteuerbare Reglerelemente (7) zur Regulierung von Volumenströmen in den Trocknungsgaszuleitungen (2.1), in den Abgasableitungen (2.2) und in der Abgasleitung (3) sowie zur gesteuerten Teilung des Abgasstromes (5) in einen ersten Abgasstromanteil (5.1) und in einen zweiten Abgasstromanteil (5.2),
 - eine Sensoreinheit (10) zur Detektion und Bereitstellung von Werten einer Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem Abgasstrom (5) als Lösungsmittelkonzentration und
 - eine integrierte katalytische Oxidationseinheit (8) zur thermischen Umsetzung des Lösungsmittels des zweiten Abgasstromanteils (5.2),

dadurch gekennzeichnet, dass

- eine Steuerungseinheit (12) vorhanden ist, durch welche die Reglerelemente (7) einzeln ansteuerbar sind und
 - die Steuerungseinheit (12) so konfiguriert ist, dass eine Ansteuerung der Reglerelemente (7) zur Einstellung einer konstanten Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels als Arbeitskonzentration anhand eines Vergleichs der Werte der Lösungsmittelkonzentration mit einem Wertebereich einer gewünschten Arbeitskonzentration des zweiten Abgasstromanteils (5.2) erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regelungseinheit (18) zur Regelung einer als O₂-Gehalt bezeichneten Sauerstoffkonzentration in dem zweiten Abgasstromanteil (5.2) vorhanden ist und die Regelungseinheit (18) mit einer Datenbank (19) in datentechnischer Verbindung steht, wobei die Datenbank (19) so konfiguriert ist, dass in dieser wenigstens ein allgemeines Modell zur Regelung des O₂-Gehalts wiederholt abrufbar gespeichert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenbank (19) so konfiguriert ist, dass in dieser individuelle Modelle zur Regelung des O₂-Gehalts wiederholt abrufbar gespeichert sind, wobei durch die individuellen Modelle eine individuelle Reaktion einer konkreten erfindungsgemäßen Vorrichtung auf eine tatsächliche oder simulierte Regelung der konkreten erfindungsgemäßen Vorrichtung berücksichtigt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abgasstromanteil (5.1) über eine Umluftleitung (6) und mindestens eine Trocknungsgaszuleitung (2.1) erneut als Trocknungsgasstrom (2.3) auf ein aufgebrachtes Stoffgemisch (S) aufblasbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerungseinheit (12) mindestens Daten zum Startzeitpunkt und zur Dauer jeder der vorbestimmten Bearbeitungszeiträume zur Verfügung stellbar sind und durch die Steuerungseinheit (12) jede Trocknereinrichtung (2) korrespondierend zu deren jeweiligen Bearbeitungszeiträumen ansteuerbar ist, so dass nur korrespondierend zu den Bearbeitungszeiträumen der Trocknungsgasstrom aufgeblasen und der Abgasstrom (5) abgesaugt wird.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Steuerungseinheit (12) zusätzlich mindestens eine

- Trocknereinrichtung (2) außerhalb ihres vorbestimmten Bearbeitungszeitraums ansteuerbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Steuerungseinheit (12) zusätzlich mindestens eine Trocknereinrichtung (2) außerhalb ihres vorbestimmten Bearbeitungszeitraums dann ansteuerbar ist, wenn eine Abgaskonzentration detektiert ist, die oberhalb der Arbeitskonzentration oder der zulässigen Konzentration liegt und durch eine Ansteuerung der Trocknereinrichtung (2) außerhalb ihres vorbestimmten Bearbeitungszeitraums Frischluft aus der Umgebung der angesteuerten Trocknereinrichtung (2) zur Verfügung gestellt und dem Abgasstrom (5) zumischbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die katalytische Oxidationseinheit (8) zur thermischen Umsetzung des Lösungsmittels des zweiten Abgasstromanteils (5.2) ein Katalysatormaterial aus der Klasse der Perowskite enthält.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die katalytische Oxidationseinheit (8) nach einer Anlaufphase eine autotherm betriebene Einheit ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der katalytischen Oxidationseinheit (8) ein Wärmetauscher (9) zugeordnet ist, durch den eine bei der thermischen Umsetzung frei werdende Wärmeenergie anteilig auf den ersten Abgasstromanteil (5.1) und auf den zweiten Abgasstromanteil (5.2) übertragbar ist.
11. Verfahren zur Bereitstellung einer konstanten Arbeitskonzentration mindestens eines organischen Lösungsmittels in einem Anteil eines Abgasstromes (5) für eine integrierte katalytische Oxidationseinheit (8) einer Vorrichtung zum Aufbringen von jeweils mindestens ein organisches Lösungsmittel enthaltenden Stoffgemischen auf eine Materialbahn (M) mit den Schritten:
- Aufblasen eines Trocknungsgasstromes (2.3) auf ein auf die Materialbahn (M) aufgebrachtes Stoffgemisch (S),
 - Absaugen des mit Anteilen des Lösungsmittels beladenen Trocknungsgasstromes (2.3) als Abgasstrom (5),
 - Erfassen einer Konzentration des mindestens einen Lösungsmittels in dem Abgasstrom (5) als Lösungsmittelkonzentration,
 - Vergleichen von Werten der Lösungsmittelkonzentration als Ist-Werte mit dem Wert einer gewünschten Arbeitskonzentration als Soll-Wert,
 - Einstellen der gewünschten Arbeitskonzentration durch Regeln eines Anteils des Abgasstromes (5) an dem Trocknungsgasstrom (2.3),
 - Teilen des Abgasstromes (5) in einen ersten Abgasstromanteil (5.1) und einen zweiten Abgasstromanteil (5.2) und Zuleiten des zweiten Abgasstromanteils (5.2) an eine katalytische Oxidationseinheit (8) zur thermischen Umsetzung des in dem zweiten Abgasstromanteil (5.2) enthaltenen Lösungsmittels und
 - Regeln einer als O₂-Gehalt bezeichneten Sauerstoffkonzentration des zweiten Abgasstromanteils (5.2) anhand eines Modells.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modell ein individuelles Modell ist, wobei durch das individuelle Modell eine individuelle Reaktion einer konkreten erfindungsgemäßen Vorrichtung auf eine tatsächliche oder simulierte Regelung der konkreten erfindungsgemäßen Vorrichtung berücksichtigt ist.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels einer Regelungseinheit (18) eine Temperatur des zweiten Abgasstromanteils (5.2) bei dessen Eintritt in die katalytische Oxidationseinheit (8) als eine Eingangstemperatur von höchstens 240 °C eingestellt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskonzentration in einem Bereich > 6 g Lösungsmittel je Kubikmeter gewählt ist.
15. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 in einer Druckmaschine.

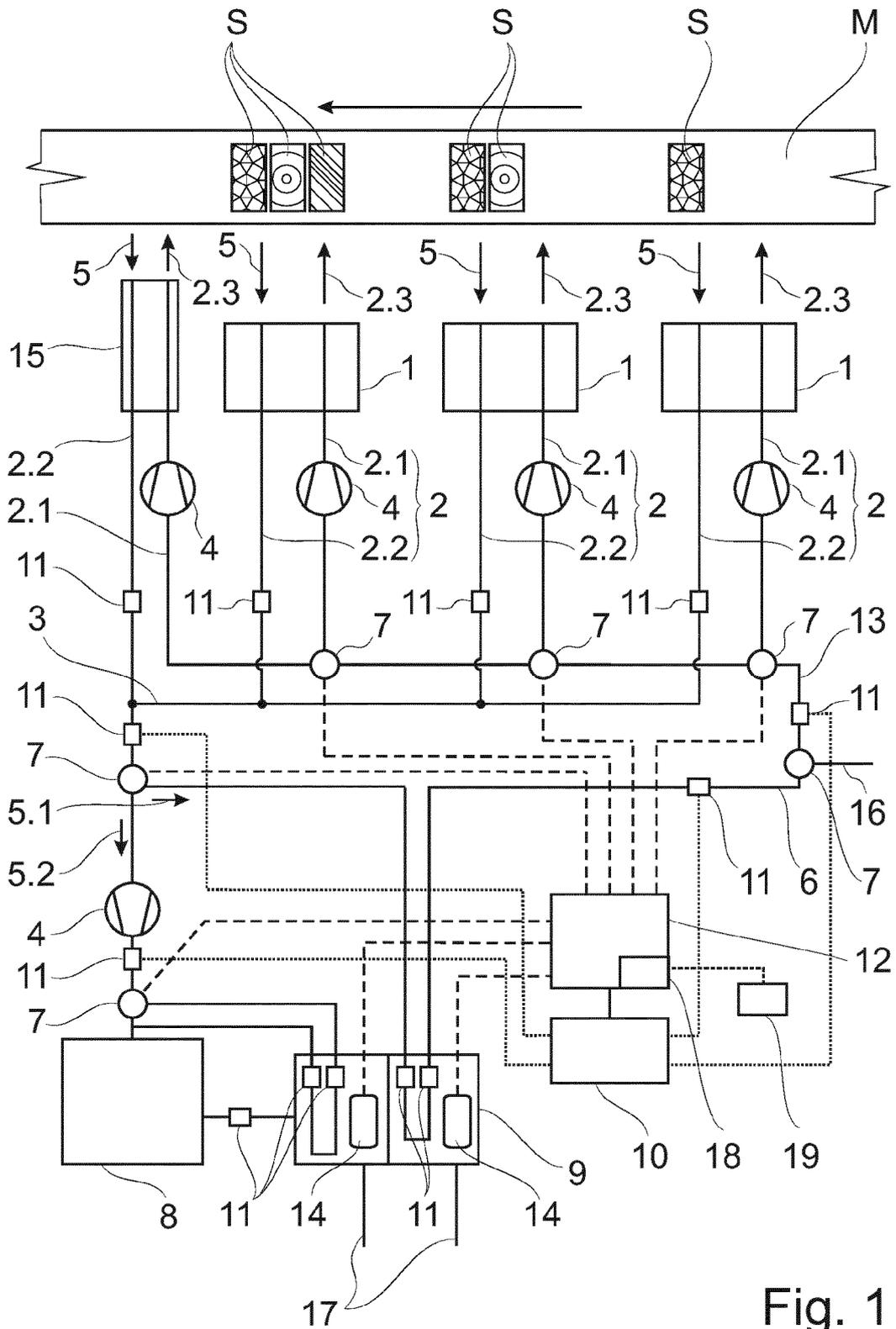


Fig. 1

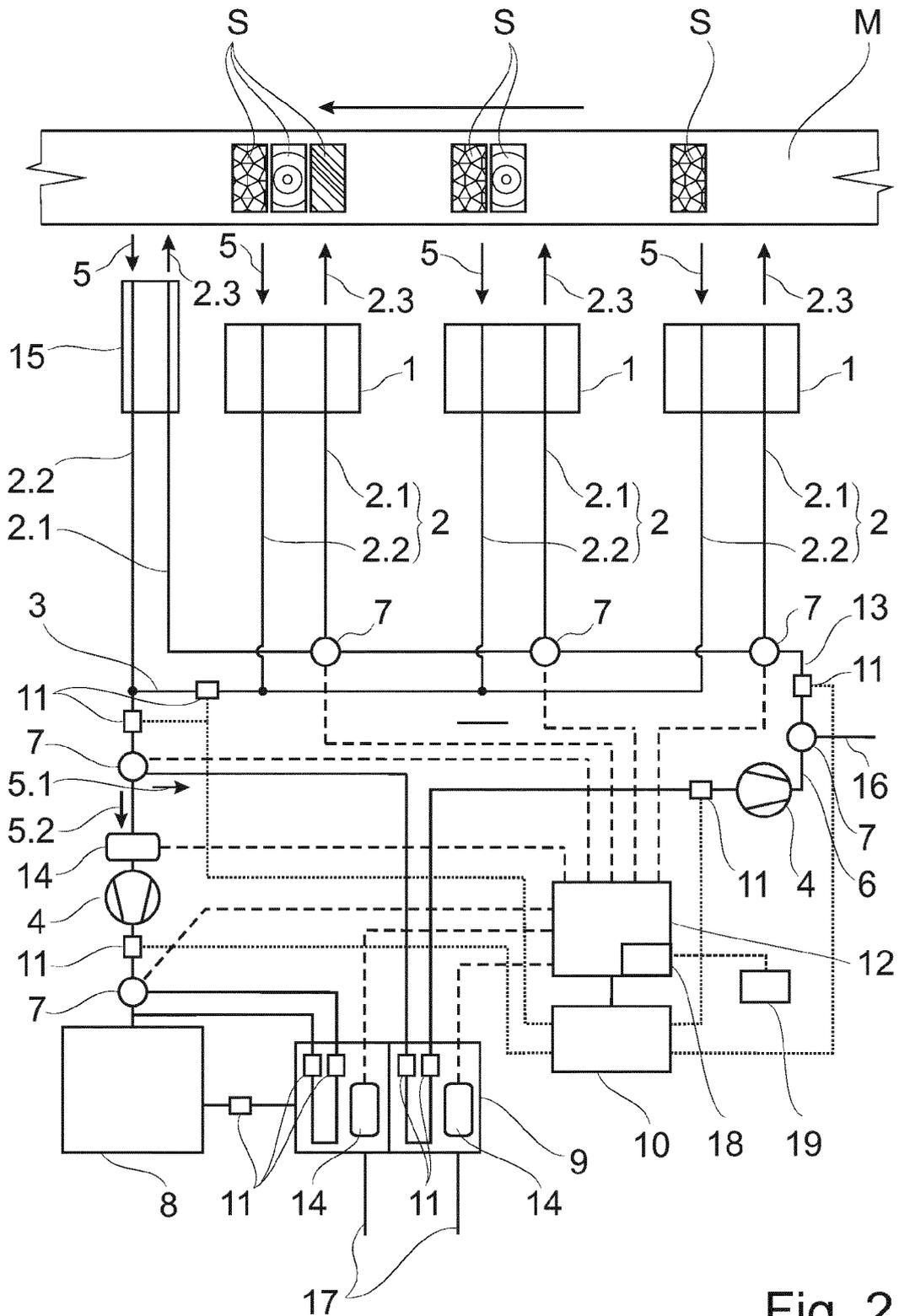


Fig. 2

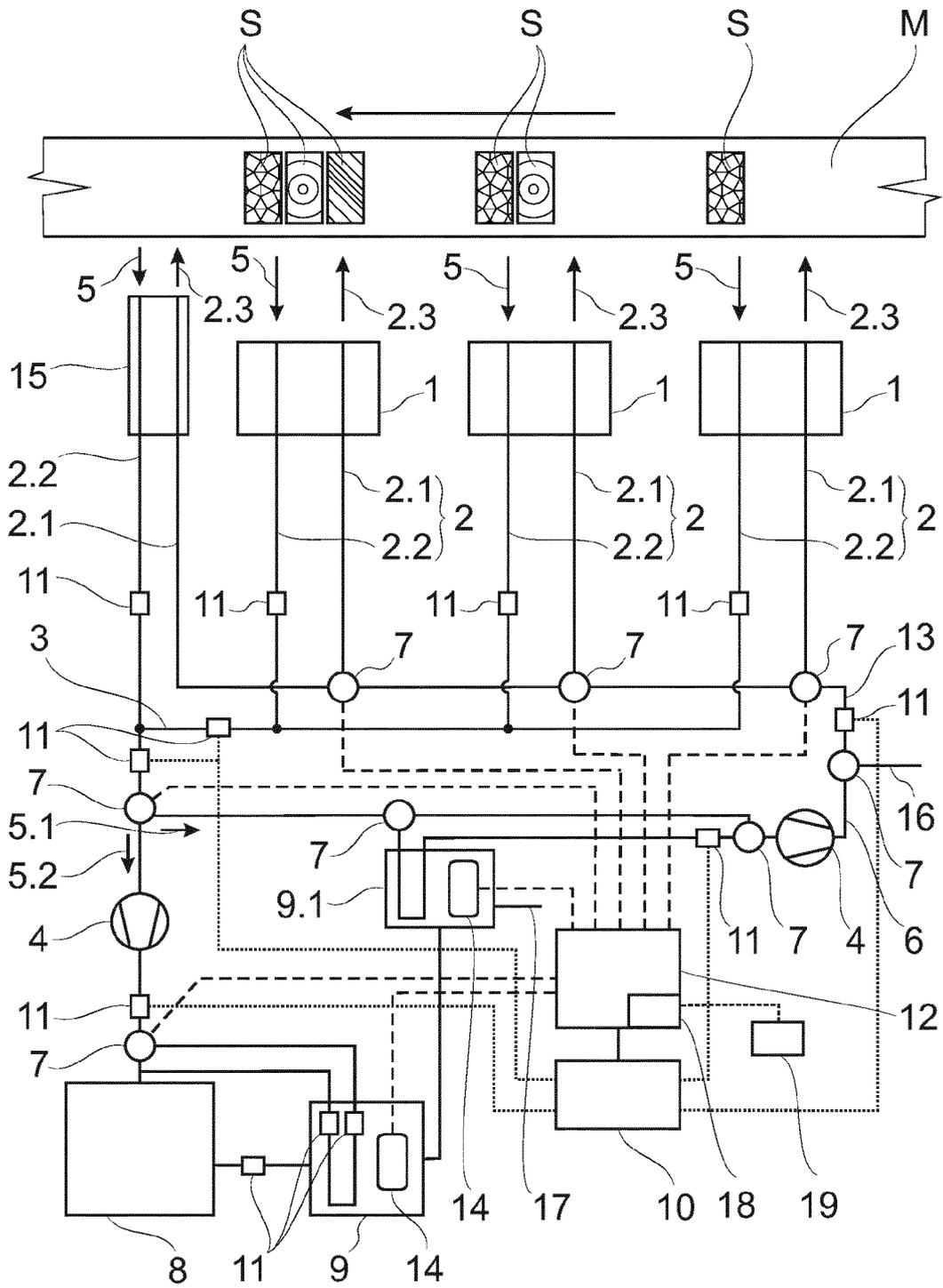


Fig. 3

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

- DE 10357559 A1 [0001] [0006]
- DE 19755812 A1 [0007]
- DE 3120738 A1 [0008]
- DE 102013223845 A1 [0025]
- DE 2948603 A1 [0025]