



(10) **DE 10 2010 009 347 B4** 2015.09.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 009 347.5**  
 (22) Anmeldetag: **25.02.2010**  
 (43) Offenlegungstag: **25.08.2011**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **10.09.2015**

(51) Int Cl.: **B01D 53/77 (2006.01)**  
**B01D 53/79 (2006.01)**  
**B01D 47/06 (2006.01)**  
**B01D 47/10 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Bastian, Helmut, 94447 Plattling, DE**

(74) Vertreter:  
**advotec. Patent- und Rechtsanwälte, 94315  
 Straubing, DE**

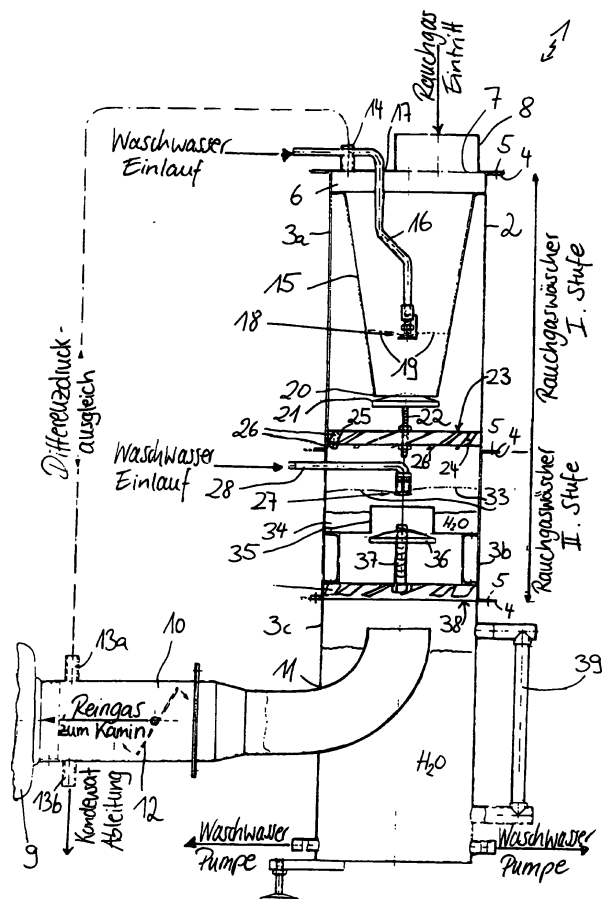
(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	25 12 276	A1
DE	14 71 634	B
DE	23 61 636	A
DE	20 40 208	A
US	4 313 742	A
US	4 000 993	A
US	5 336 284	A
US	4 049 399	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas aus einer Verbrennungsquelle, insbesondere aus einer Verbrennungsanlage für pflanzliches Material, mit:  
 a) einem Gehäuse (2) zum Aufnehmen und Hindurchleiten des von der Verbrennungsquelle (42) ausgehenden Rauchgasstroms aus einem Abgaskanal (43), welches Gehäuse im Bereich seines oberen Endes einen Einlass (7) für das zu waschende Rauchgas aufweist;  
 b) einer im Bereich des unteren Endes des Gehäuses (2) mit dessen Lumen in Verbindung stehenden Einrichtung (9) zum Erzeugen eines Unterdrucks in dem Gehäuse (2) und zum Absaugen des gewaschenen Rauchgases aus dem Gehäuse (2);  
 c) einer mit einer Wasserleitung (16, 28) verbundenen Einrichtung (18, 27) zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere (19, 33) im Gehäuse (2), durch welche der zu waschende Rauchgasstrom hindurch tritt;  
 d) einer im Gehäuse (2) positionierten Einrichtung (23, 38) zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (23, 38) zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases tellerförmig ausgebildet ist und an die Innenabmessung und/oder die Innenkontur des Gehäuses (2) angepasste Außenabmessungen und/oder Außenkonturen aufweist, wobei lediglich an der Peripherie (24) dieser Einrichtung Aussparungen (25) zum Hindurchtreten des Rauchgases und Waschwassers vorgesehen sind, in deren Bereichen in Richtung des unteren Ende des Gehäuses ragende Leitstrukturen (26) angeordnet sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas aus einer Verbrennungsquelle, insbesondere aus einer Verbrennungsanlage für pflanzliches Material, wie beispielsweise Holz.

**[0002]** Das Reinigen von Rauchgasen spielt sowohl bei Gebäudeheizungen als auch bei industriellen Verbrennungsanlagen eine wichtige Rolle. Hierbei wird sowohl auf die Absonderung von toxischen Gasen als auch von Feststoffpartikeln großer Wert gelegt.

**[0003]** Hausfeuerungsanlagen, die nicht mit fossilen Brennstoffen (zum Beispiel Öl) betrieben werden, sondern mit Holz und anderen biogenen Stoffen, wie Holzschnitzel oder Pellets, haben zwangsläufig in den Abgasen einen wesentlich höheren Feststoffpartikelanteil. Da auch bei Gebäudeheizungen die Vorschriften aus umwelttechnischen Gründen immer mehr verschärft werden, müssen auch der Verbrennungskammer entsprechende Vorrichtungen nachgeschaltet sein, mit denen das Rauchgas entsprechend von Feststoffpartikeln befreit wird. Hierzu sind diverse Anlagen bekannt, die mit Rauchgaswaschern versehen sind. Bei den meisten bekannten Rauchgaswaschvorrichtungen sind Mischkammern vorhanden, in denen die Rauchgase durch einen Wassernebel geführt werden, sodass die Feststoffpartikel teilweise mit dem Wasser dispergieren. Der Nachteil dieser Vorrichtungen besteht insbesondere darin, dass nicht genügend Feststoffpartikel und problematische Gase (zum Beispiel  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ) aus dem Abgas entfernt werden können.

**[0004]** In DE 19810758 C ist eine Vorrichtung bekannt, bei der das Rauchgas durch eine Mischkammer geführt wird, wobei der Mischkammer eine Entmischungsstrecke folgt und wobei das Wasser aus einer Wasserwanne in die Mischkammer gepumpt wird und schließlich wieder in die Wasserwanne zurückläuft. Bei dieser bekannten Lösung besteht die Mischkammer aus einer Trommel, die mit Granulat gefüllt ist und wobei die Wasserzufuhr in die drehende Mischkammer mittels einer Pumpe von der Wasserwanne in eine hohle Drehachse der Trommel geführt wird. Allerdings sind auch die bei dieser Vorrichtung erzielten Abgaswerte nicht überzeugend. Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung besteht darin, dass das benutzte Granulat immer wieder ausgewechselt werden muss.

**[0005]** Auch die Druckschriften US 4000993 A, DE 2361636 A, US 5336284 A, US 4313742 A, US 4049399 A, DE 1471634 B, DE 2512276 A und DE 20 40 208 A beschreiben Vorrichtungen zur Rauchgaswäsche mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Allerdings sind auch bei die-

sen Vorrichtungen die Ergebnisse der Wäsche nicht optimal.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas zur Verfügung zu stellen, welche die Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen überwindet. Der vorliegenden Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas zur Verfügung zu stellen, die möglichst kompakt aufgebaut ist und dem Rauchgas Rauchgasfeinstaubpartikel und chemische Schadstoffe optimal entziehen kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0008]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird das zu reinigende Rauchgas in der Regel im Bereich des unteren Endes des Gehäuses dieser Vorrichtung angesaugt. Das Rauchgas tritt über den im Bereich des oberen Endes des Gehäuses angeordneten Einlass in das Gehäuse ein und muss auf seinem Weg durch die Vorrichtung zunächst durch die im Wesentlichen geschlossene Wasserbarriere treten, welche im Inneren des Gehäuses erzeugt wird. Dabei wird bereits eine signifikante Menge an Feinstaubpartikeln und toxischen Gasen aus dem Rauchgas gewaschen. Anschließend wird das vorgereinigte Rauchgas durch die Einrichtung zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases gesogen. Durch diese Verwirbelung des Rauchgases und Waschwassers kommt es zu einer weiteren Reinigung des Rauchgases. Das verwirbelte Waschwasser mit den darin enthaltenen Staubpartikeln und gelösten Gasen wird durch den Verwirbelungsvorgang an die Wand des Gehäuses geschleudert, sodass das Waschwasser mit den darin enthaltenen Substanzen dort abgeschieden wird.

**[0009]** Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist gekennzeichnet durch mindestens eine im Gehäuse befindliche Einrichtung zur vorübergehenden Reduzierung des Querschnitts des Strömungskanals des Rauchgasstromes, welche Einrichtung zum Beispiel ein konisch geformtes Rohr ist, wobei am Gasaustrittsende dieser Einrichtung vorzugsweise ein Mittel angeordnet ist, mit welchem insbesondere durch Anheben beziehungsweise Absenken dieses Mittels eine Verstellung des Querschnitts des Strömungskanals an dieser Stelle möglich ist. Das genannte Mittel kann beispielsweise eine in der Höhe verstellbare Scheibe sein, die an einer Seite konisch geformt sein kann. Durch diese Verjüngung des Rauchgas-Strömungskanals kommt es zu einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Rauchgases in diesem Bereich. In Folge des eingestellten Unterdrucks wird sich eine entsprechende Druckdifferenz einstellen. Dieser Differenzdruck ist für die Regelung der Strömungs-

geschwindigkeit des Rauchgases wichtig. Die genannte Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Rauchgases bewirkt eine Optimierung der Waschwirkung. Details hierzu sind in der Figurenbeschreibung zu **Fig. 1** näher dargestellt.

**[0010]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks im Gehäuse ein Saugzuggebläse, welches vorzugsweise mit einer Leitung, insbesondere einem Rohr verbunden ist, das im Bereich des unteren Endes des Gehäuses in dieses hineinragt, wobei der erzeugte Unterdruck vorzugsweise einstellbar ist. Mit einem derartigen Saugzuggebläse ist auf einfache Art und Weise die Erzeugung eines Unterdrucks im Gehäuse möglich.

**[0011]** Mit Vorteil ist in der genannten Leitung, insbesondere Rohr ein Mittel, vorzugsweise eine Rauchgasklappe zur Einstellung des gewünschten Unterdrucks angeordnet, welche vorzugsweise durch einen Stellmotor betätigt und über eine Drucksteuerung gesteuert wird. Die genannte Rauchgasklappe ist vorzugsweise in der Leitung schwenkbar gelagert und kann vorzugsweise von einer, die Leitung zu ca. 25% verschließenden Stellung zu einer die Leitung im Wesentlichen komplett freigebenden Stellung (durch Anordnung parallel zur Längsachse des Rohres) verschwenkt werden.

**[0012]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere eine, vorzugsweise einstellbare Düse, mit welcher ein Wasservorhang, zum Beispiel Wasserglocke, Wasserscheibe etc., welcher den Rauchgas-Strömungskanal an dieser Stelle im Wesentlichen komplett ausfüllt, erzeugbar ist. Eine derartige Düse ist einfach herzustellen und im Gehäuse zu positionieren. Mit der genannten Düse kann vorzugsweise die Form der Wasserbarriere sowie deren Durchmesser geregelt werden (siehe Figurenbeschreibung).

**[0013]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Einrichtung zur Verwirbelung des angesaugten Waschwassers und Rauchgases tellerförmig ausgebildet und weist an die Innenabmessung und/oder die Innenkontur des Gehäuses angepasste Außenabmessungen und/oder Außenkonturen auf, wobei vorzugsweise lediglich an der Peripherie dieser Einrichtung Aussparungen zum Durchtreten des Rauchgases und Waschwassers vorgesehen sind, in deren Bereichen in Richtung des unteren Endes des Gehäuses ragende Leitstrukturen, insbesondere Leitschaufeln angeordnet sind. Durch die genannte Verwirbelungseinrichtung wird zum einen ein ungehinderter Durchtritt des Waschwassers sowie des Rauchgases durch den Strömungskanal verhindert. Das Waschwasser und das Rauchgas wer-

den durch die Verwirbelungseinrichtung vielmehr blockiert und müssen sich durch die in der genannten Einrichtung vorhandenen Aussparungen „hindurchzwängen“. Dadurch kommt es zu einem weiteren in-nigen Vermischen des Rauchgases und des Waschwassers. Durch die genannten Leitstrukturen, insbesondere Leitschaufeln werden das Waschwasser und das Rauchgas stark verwirbelt und gegen die Wand des Gehäuses geschleudert. Hier kann sich das mit Staubpartikeln und gelösten Gasen kontaminierte Wasser wieder abscheiden und ablaufen.

**[0014]** Mit Vorteil ist am unteren Ende der Vorrichtung ein Auffangbehälter für das Waschwasser vorgesehen, welcher vorzugsweise ein Bestandteil des Gehäuses ist. Das sich hier ansammelnde Waschwasser kann mehrere Male zum Waschen verwendet werden, bis es schließlich soweit mit Abfallstoffen kontaminiert ist, dass es entsorgt werden muss.

**[0015]** In der Regel ist das Gehäuse zylinderförmig ausgebildet und ist vorzugsweise aus mehreren Einheiten zusammengesetzt. Dies vereinfacht den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung und trägt dazu bei, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung beispielsweise im Wartungsfall mühelos zerlegt werden kann.

**[0016]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst diese mindestens zwei Waschstufen, von denen jede eine Einrichtung zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere im Gehäuse, durch welche der zu waschende Rauchgasstrom hindurchtreten muss, sowie eine Einrichtung zur Verwirbelung des angesaugten Waschwassers und Rauchgases aufweist.

**[0017]** Die vorliegende Anmeldung beschreibt ferner ein Verfahren zum Reduzieren der Schadstoffemissionen in einem Abgasstrom aus einer Verbrennungsquelle insbesondere aus einer Verbrennungsanlage für pflanzliches Material, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass der Abgasstrom durch eine Vorrichtung gesaugt wird, in welcher der Abgasstrom zunächst durch eine im Wesentlichen geschlossene Wasserbarriere tritt, anschließend durch eine Einrichtung zur Verwirbelung des Rauchgases und Waschwassers gesaugt wird und schließlich in gewaschenem Zustand aus der Vorrichtung gesogen wird.

**[0018]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung in Verbindung mit den Zeichnungen und den Unteransprüchen. Hierbei können die einzelnen Merkmale für sich allein oder in Kombination miteinander verwirklicht sein.

**[0019]** Fig. 1 zeigt: eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei das Gehäuse transparent dargestellt ist;

**[0020]** Fig. 2a: eine Seitenansicht einer Verwirbelungsplatte;

**[0021]** Fig. 2b: eine Draufsicht auf die Verwirbelungsplatte von Fig. 2a (Sektion);

**[0022]** Fig. 3: eine schematische Darstellung des Regelkreises der Vorrichtung von Fig. 1;

**[0023]** Fig. 4: ein Schaltkreis der Vorrichtung von Fig. 1;

**[0024]** Fig. 5: einen Längsschnitt durch eine Düse der Vorrichtung von Fig. 1.

**[0025]** Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1, bei der das Gehäuse transparent dargestellt ist, mit einem Gehäuse 2, welches als zylinderförmiges Rohr ausgebildet ist. Das Gehäuse 2 ist aus drei Untereinheiten 3a, 3b, 3c zusammengesetzt, welche im Bereich ihrer Enden Auskragungen 4 aufweisen, über die die einzelnen Einheiten 3a, 3b und 3c mittels Schrauben 5 miteinander verbunden sind. Am oberen Ende der Vorrichtung 1 ist diese durch einen Deckel 6 verschlossen, welcher mit der oberen Auskragung 4 der Gehäuseeinheit 3a verschraubt ist. Der Deckel 6 weist eine Aussparung 7 auf, welche mit einer Rauchgasleitung 8 in Form eines Rohres in Verbindung steht. Über das Rohr 8 tritt das zu waschende Rauchgas in das Gehäuse 2 ein.

**[0026]** Außerhalb des Gehäuses 2 ist ein Saugzuggebläse 9 angeordnet, welches mit einem Saugrohr 10 verbunden ist, das wiederum über eine Aussparung 11 in der untersten Einheit 3c des Gehäuses in dieses eintritt. Das Rohr 10 ist mit dem Gehäuse 2 verschweißt, sodass Luftdichtigkeit im Eintrittsbereich des Rohres 10 in das Gehäuse 2 gewährleistet ist. Durch das Saugzuggebläse 9 wird die Luft im Gehäuse 2 angesaugt, sodass im Gehäuse 2 ein Unterdruck entsteht. Im Rohr 10 ist eine Rauchgasklappe 12 schwenkbar angeordnet. Diese Rauchgasklappe 12 dient zum Einstellen des gewünschten Unterdrucks. Die Rauchgasklappe 12 ist mit einem hier nicht dargestellten Stellmotor verbunden, welcher die Rauchgasklappe 12 betätigt. Der Stellmotor wird wiederum über eine Steuerung gesteuert. Die Rauchgasklappe 12 kann von einer vertikalen Stellung, in welcher das Rohr 10 komplett verschlossen ist, in eine horizontale Stellung geschwenkt werden, in der ein maximaler Unterdruckaufbau möglich ist. Selbstverständlich sind alle Zwischenstellungen stufenlos einstellbar (abhängig vom gewünschten Unterdruck). Zwischen der Rauchgasklappe 12 und dem Sauggebläse 9 zweigen aus dem Rohr 10 zwei Kondensationsableitungen 13a, 13b heraus. Die Kondensationsableitung 13a steht mit einem, im Deckel 6 ange-

ordnetem Rohr 14 in Verbindung. Durch diese Verbindung ist ein Differenzdruckausgleich möglich. Das Rohr 10 ist im Bereich seines freien Endes aufgebogen und ragt im Gehäuse 2 im Wesentlichen senkrecht nach oben.

**[0027]** Durch den durch das Saugzuggebläse 9 erzeugten Unterdruck wird das Rauchgas aus der Rohrleitung 8 in das Gehäuse 2 gesaugt und strömt vom oberen Ende des Gehäuses zum unteren Ende. Unmittelbar nach dem Einstrom des Rauchgases in das Gehäuse 2 strömt dieses zunächst in ein im Gehäuse 2 positioniertes konisch geformtes Leitungsrohr 15, welches zunächst den Rauchgas-Strömungskanal bildet. In dieses Innenrohr 15 ragt eine Wasserleitung 16 in Form eines mehrfach gebogenen Rohres, welche über eine Aussparung 17 im Deckel 6 in das Lumen des Gehäuses 2 bzw. des Innenrohres 15 führt. Am Ende der Wasserleitung 16 ist eine verstellbare Düse 18 angeordnet, mit welchem ein geschlossener Wasservorhang 19 in Form einer Wasserglocke im Inneren des Innenrohres 15 erzeugt werden kann. Der geschlossene Wasservorhang 19 blockiert den kompletten Strömungsweg des Rauchgases, welches auf seinem Weg durch das Gehäuse durch diesen Wasservorhang hindurchtreten muss. Beim Durchtritt des Rauchgases durch den Wasservorhang 19 werden beispielsweise Feinstaubpartikel und toxische Gase (zum Beispiel SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCl) zu einem Teil aus dem Rauchgas gewaschen. Das Waschwasser mit den darin enthaltenen Abfallprodukten scheidet sich an der Wand des Innenrohres 15 ab und fließt nach unten in Richtung der schmalen Austrittsstelle 20 des Innenrohres 15.

**[0028]** Am unteren schmalen Ende 20 des Innenrohres 15 ist eine konisch geformte Scheibe 21 angeordnet. Die Scheibe 21 ist mit einer Gewindestange 22 verbunden, welche wiederum an einer darunterliegenden Verwirbelungsplatte 23 angeordnet ist. Die Scheibe 21 kann durch Absenken bzw. Anheben der Gewindestange im Gewinde der Verwirbelungsplatte 23 abgesenkt bzw. angehoben werden. Dadurch kann der Durchmesser des Innenrohres 15 an seinem schmalen Ende 20 und damit auch die Größe der Durchtrittsöffnung für das Rauchgas eingestellt werden. Je kleiner der Durchtrittsspalt zwischen dem Innenrohr 15 und der verstellbaren Scheibe 21 ist, umso höher wird die Strömungsgeschwindigkeit des Rauchgases an dieser Stelle. Durch Verengen des Austrittsspalt an der genannten Stelle kommt es auch zu einer Druckerhöhung des Waschwassers und zu einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit desselben. Sowohl das Rauchgas als auch das Waschwasser müssen sich an der durch die Scheibe 21 verengte Passage „zwängen“ und werden nach dem Austritt aus dem Innenrohr 15 gegen die Gehäusewand der Untereinheit 3a geschleudert. Durch die genannte Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit im engsten Querschnitt der Waschzone wird eine

starke Verbesserung der Waschwirkung erreicht. infolge des eingestellten Unterdrucks wird sich ein entsprechender Differenzdruck einstellen, der durch die Rauchgasklappe **12** mit Stellmotor geregelt wird. Der Differenzdruck ist für die Regelung der Strömungsgeschwindigkeit des Rauchgases wichtig.

**[0029]** Im Anschluss an das Innenrohr **15** ist die bereits oben erwähnte tellerförmige Verwirbelungsplatte **23** im Gehäuse **2** angeordnet. Die Verwirbelungsplatte **23** ist kreisförmig ausgebildet und ist an die Innenabmessungen des Gehäuses **2** angepasst. Die Verwirbelungsplatte **23** füllt also den kompletten Strömungskanal des Rauchgases aus. Die Verwirbelungsplatte **23** weist lediglich im Bereich Ihrer Peripherie **24** Aussparungen **25** auf, durch welche das Rauchgas und das Waschwasser hindurchtreten können. An den Rändern der genannten Aussparungen **25** sind Leitschaufeln **26** angeordnet, die in Richtung des unteren Endes des Gehäuses **2** gebogen sind. Wird nun das Waschwasser und das Rauchgas durch den im Gehäuse herrschenden Unterdruck durch die Aussparungen **25** in der Verwirbelungsplatte **23** hindurchgesaugt, werden diese durch die nach unten gebogenen Leitschaufeln **26** verwirbelt und innig miteinander vermischt. Durch die Verwirbelung wird das Waschwasser schließlich gegen die Wand der Untereinheit **3b** des Gehäuses **2** geschleudert, wodurch sich das Waschwasser mit den darin enthaltenen Staubpartikeln und gelösten Gasen an der Gehäusewand abscheiden. Durch das genannte Verwirbeln von Rauchgas und Waschwasser kommt es zu einer enormen Erhöhung der Waschwirkung.

**[0030]** An die oben dargestellte erste Waschstufe in der Gehäuseuntereinheit **3a** schließt sich nun eine zweite Waschstufe, welche in der Untereinheit **3b** des Gehäuses **2** enthalten ist, an. Diese zweite Waschstufe umfasst wiederum eine einstellbare Düse **27**, die mit einer Wasserleitung **28** in Verbindung steht. Die Düse **27** (siehe auch **Fig. 5**) ist ähnlich aufgebaut wie die oben dargestellte Düse **18**. Die Düse **27** weist ein Gehäuse **29** auf, in welchem eine mit einer Mittelbohrung versehene Metallplatte **30** horizontal angeordnet ist. Die Düse **27** umfasst ferner eine an ihrer Oberseite konisch geformte Stellplatte **31**, die mit einem Gewindestift **32** verbunden ist. Durch Eindrehen bzw. Herausdrehen des Gewindestifts **32** in bzw. aus der Platte **30** kann der Abstand zwischen der Stellplatte **31** und dem Gehäuse **29** der Düse **27** und damit der Druck und die Form des mit der Düse **27** erzeugbaren Wasservorhangs **33** eingestellt werden. Auf seinem Weg durch das Gehäuse **2** muss das Rauchgas also ein zweites Mal durch einen Wasservorhang hindurchtreten. Dadurch kommt es zu einer weiteren Auswaschung von Staubpartikeln und Gasen aus dem Rauchgas. Das aus der Düse **27** tretende Waschwasser scheidet sich mit den ausgewaschenen Stoffen an der Wand der Untereinheit **3b** des Gehäuses **2** ab und fließt in einen Wasserauf-

fangbereich **34**, der von der Gehäusewand der Gehäuseuntereinheit **3b** und einem zylindrisch geformten Innenrohr **35** gebildet wird. Dieses zylindrische Innenrohr **35** (in Verbindung mit dem Wasserauffangbereich **34**) schafft wiederum eine Verengung des Strömungsweges(-kanales) des Waschwassers und des Rauchgases, was wiederum zu einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit von Rauchgas und Waschwasser führt. Ist der Wasserauffangbereich **34** voll, so läuft das Wasser in das zylindrische Innenrohr **35**. Am unteren Ende des zylindrischen Innenrohres **35** ist wiederum eine nach oben hin konisch geformte höhenverstellbare Scheibe **36** angeordnet, mit Hilfe derer der Querschnitt des unteren Endes des zylindrischen Innenrohres **35** verstellbar werden kann. Auch die Scheibe **36** steht mit einer Gewindestange **37** in Verbindung, welche in eine zweite Verwirbelungsplatte **38** hinein- bzw. herausgeschraubt werden kann. Die Verengung des Austrittsspalt für das Waschwasser und das Rauchgas durch die Scheibe **36** bringt dieselben Vorteile wie bereits im Rahmen der ersten Waschstufe dargelegt.

**[0031]** Letztendlich tritt das Waschwasser und das Rauchgas durch die zweite Verwirbelungsplatte **38**, die wie die Verwirbelungsplatte **23** aufgebaut ist und die gleichen Effekte bringt. Das Waschwasser ( $H_2O$ ) sammelt sich schließlich in der Untereinheit **3c** des Gehäuses **2**, während das gereinigte Rauchgas durch das Rohr **10** aus dem Gehäuse **2** gesaugt wird. Im Bereich der Untereinheit **3c** ist ein Wasserstandsanzeiger **39** angeordnet. Eine Wasserpumpe pumpt das Waschwasser aus der Untereinheit **3c** und führt dieses erneut dem Wasserkreislauf zu. Das Waschwasser kann also mehrmals verwendet werden, bevor es schließlich derart mit Staubpartikeln und Gasen gesättigt ist, dass es der Wasserentsorgung zugeführt wird. Im Betrieb der Vorrichtung **1** kann normales Leitungswasser verwendet werden, das im Kreislauf bis zur Staubsättigung benutzt werden kann.

**[0032]** Das gewaschene Rauchgas weist nach dem Austritt aus der Vorrichtung **1** einen Staubgehalt von ca.  $0,02 \text{ g/m}^3$  auf. Der Kohlenmonoxidgehalt im Abgas beträgt  $0,4 \text{ g/m}^3$ . Die Druckdifferenz beträgt  $-0,04 \text{ hPa}$ . Die Abgastemperatur beträgt ca.  $40^\circ\text{C}$ .

**[0033]** Das Waschwasser weist zuletzt (letzter Waschgang) eine Temperatur von  $60$  bis  $75^\circ\text{C}$ . Dieses Waschwasser kann wiederum zu Heizzwecken verwendet werden, was besonders vorteilhaft ist und den Wirkungsgrad der Anlage erhöht.

**[0034]** Neben dem Feinstaub können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung chemische Schadstoffe (zum Beispiel  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $HCl$ ) je nach Sättigungsgrad der Waschflüssigkeit bis zu ca.  $30\%$  ausgewaschen werden.

**[0035]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Regelung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Das im Pelletsofen 42 entstehende Rauchgas tritt zunächst in eine Primärleitung 43 aus dem Pelletsofen 42 aus. In das Primärrohr 43 ragt das bereits oben erwähnte Rohr 8, in welches das zu waschende Rauchgas durch das Saugzuggebläse 9 hineingesaugt wird. Aus dem Rohr 8 tritt das Rauchgas in die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 ein und wird wie oben dargestellt gewaschen. Das sich am Boden sammelnde Waschwasser mit darin befindlichen Staubpartikeln und gelösten Gasen wird durch die Rohrleitung 44 mittels der Pumpe 40 wieder der hier nicht dargestellten Wasserleitung 16 zugeführt. Dadurch entsteht ein permanenter Wasserkreislauf. Die Steuerung der Rauchgasklappe 12 und die damit einhergehende Steuerung des erzeugten Unterdrucks in der Vorrichtung 1 wird über die Drucksteuerung 45 bewerkstelligt. Die genannte Drucksteuerung 45 ermittelt die Druckdifferenz zwischen dem Druck im Gehäuse 2 und dem Druck im Rohr 10. Die Drucksteuerung sendet Signale an den Motor M der Rauchgasklappe 12, welcher die Rauchgasklappe 12 betätigt. Das gereinigte Gas strömt schließlich in den Kamin 46.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Waschen von Rauchgas aus einer Verbrennungsquelle, insbesondere aus einer Verbrennungsanlage für pflanzliches Material, mit:
  - a) einem Gehäuse (2) zum Aufnehmen und Hindurchleiten des von der Verbrennungsquelle (42) ausgehenden Rauchgasstroms aus einem Abgaskanal (43), welches Gehäuse im Bereich seines oberen Endes einen Einlass (7) für das zu waschende Rauchgas aufweist;
  - b) einer im Bereich des unteren Endes des Gehäuses (2) mit dessen Lumen in Verbindung stehenden Einrichtung (9) zum Erzeugen eines Unterdrucks in dem Gehäuse (2) und zum Absaugen des gewaschenen Rauchgases aus dem Gehäuse (2);
  - c) einer mit einer Wasserleitung (16, 28) verbundenen Einrichtung (18, 27) zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere (19, 33) im Gehäuse (2), durch welche der zu waschende Rauchgasstrom hindurch tritt;
  - d) einer im Gehäuse (2) positionierten Einrichtung (23, 38) zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (23, 38) zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases tellerförmig ausgebildet ist und an die Innenabmessung und/oder die Innenkontur des Gehäuses (2) angepasste Außenabmessungen und/oder Außenkonturen aufweist, wobei lediglich an der Peripherie (24) dieser Einrichtung Aussparungen (25) zum Hindurchtreten des Rauchgases und Waschwassers vorgesehen sind, in deren Bereichen in Richtung des unteren Ende des Gehäuses ragende Leitstrukturen (26) angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens eine im Gehäuse (2) befindliche Einrichtung (15, 35) zur vorübergehenden Reduzierung des Querschnitts des Strömungskanals des Rauchgasstroms im Gehäuse (2), welche Einrichtung ein konisch geformtes Rohr (15) ist, wobei am Gasaustrittsende (20) dieser Einrichtung ein Mittel (21, 36) angeordnet ist, mit welchem insbesondere durch Anheben bzw. Absenken dieses Mittels eine Verstellung des Querschnitts des Strömungskanals an dieser Stelle möglich ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (9) zur Erzeugung eines Unterdrucks im Gehäuse (2) ein Sauggebläse ist, welches mit einer Leitung, insbesondere Rohr (10) verbunden ist, das im Bereich des unteren Endes des Gehäuses (2) in dieses hineinragt, wobei der erzeugte Unterdruck einstellbar ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Leitung (10) eine Rauchgasklappe (12) zur Einstellung des gewünschten Unterdrucks angeordnet ist, welche durch einen Stellmotor betätigt und über eine Drucksteuerung (45) gesteuert wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (18, 27) zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere (19, 33) eine einstellbare Düse ist, mit welcher ein Wasservorhang, zum Beispiel Wasserglocke, Wasserscheibe etc., welcher den Rauchgas-Strömungskanal an dieser Stelle im Wesentlichen komplett ausfüllt, erzeugbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in Richtung des unteren Ende des Gehäuses ragenden Leitstrukturen Leitschaukeln (26) sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass am unteren Ende der Vorrichtung ein Auffangbehälter für das Waschwasser vorgesehen ist, welcher ein Bestandteil (3c) des Gehäuses (2) ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (2) zylinderförmig ausgebildet ist und aus mehreren Einheiten (3a, 3b, 3c) zusammengesetzt ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens zwei Waschstufen umfasst, von denen jede eine mit einer Wasserleitung (16, 28) verbundene Einrichtung (18, 27) zur Erzeugung einer im Wesentlichen geschlossenen Wasserbarriere (19, 33) sowie eine im Gehäuse positionierte Einrichtung

(23, 38) zur Verwirbelung des Waschwassers und Rauchgases aufweist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

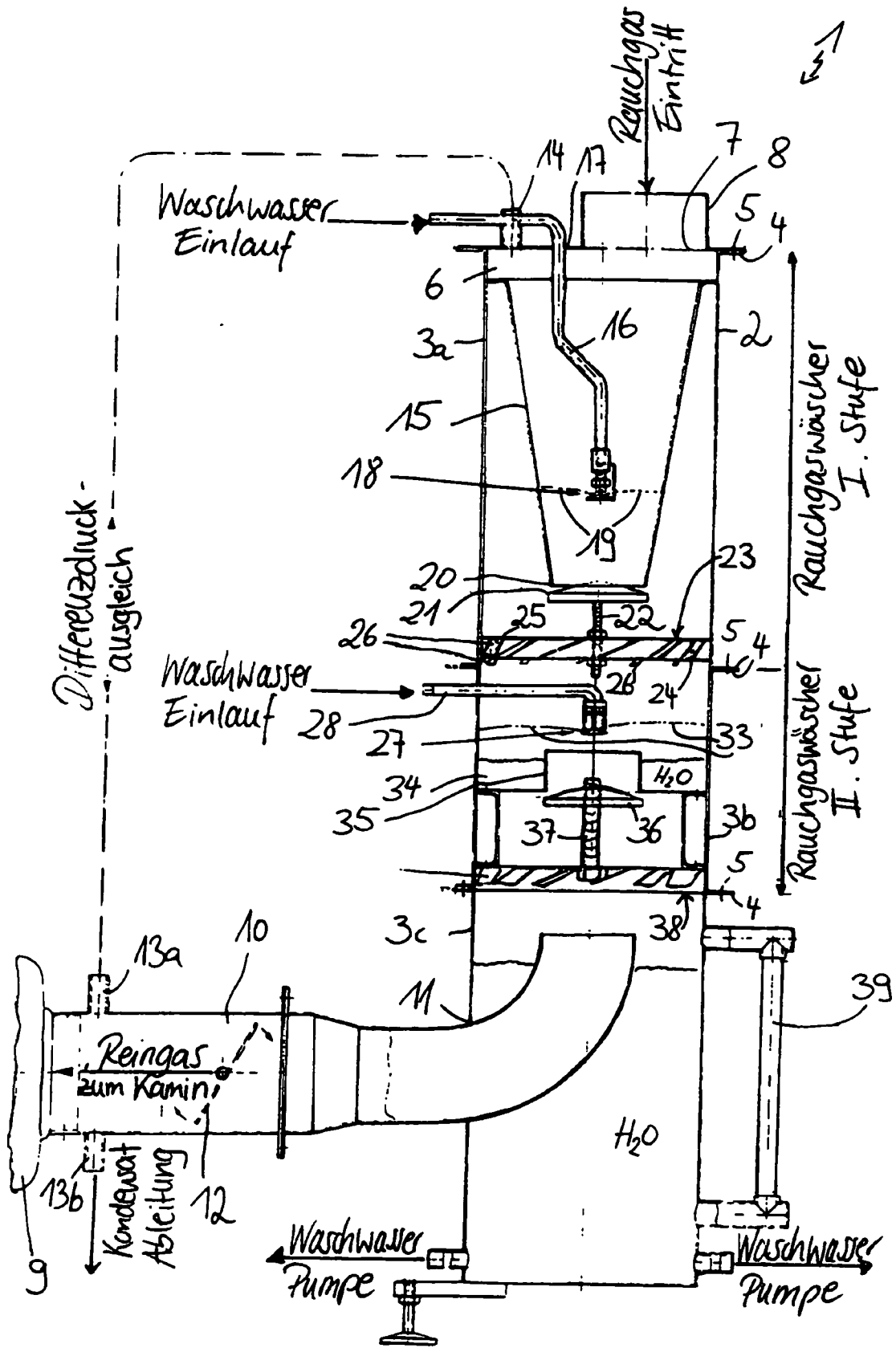
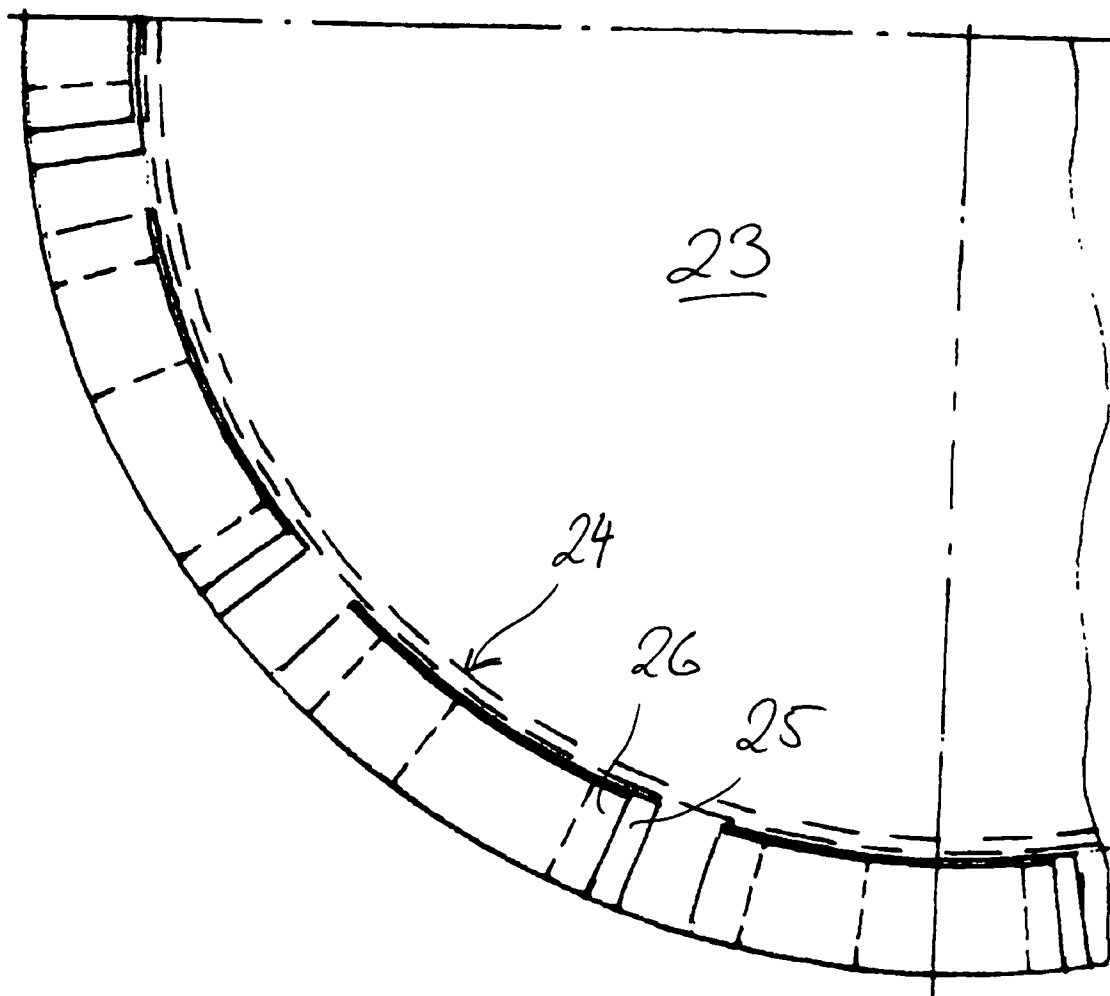
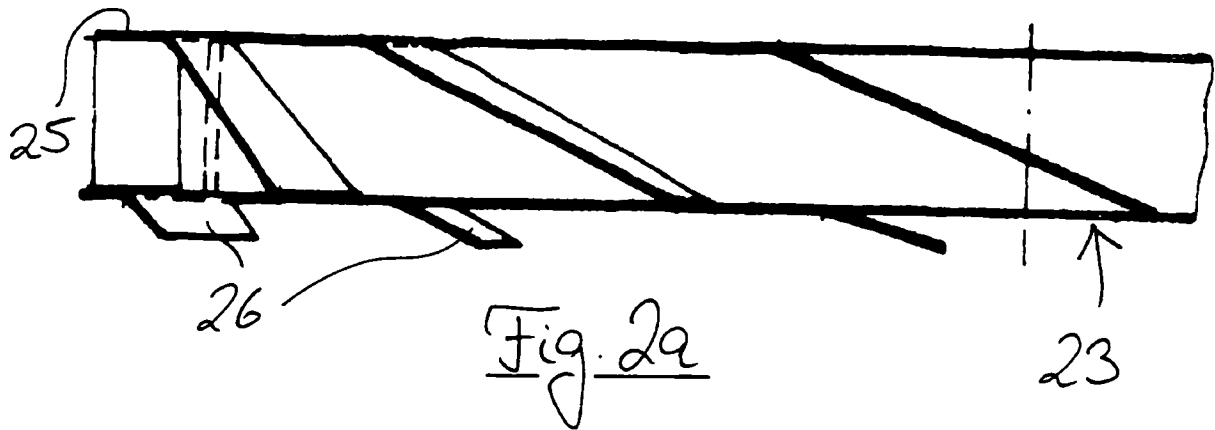


Fig. 1





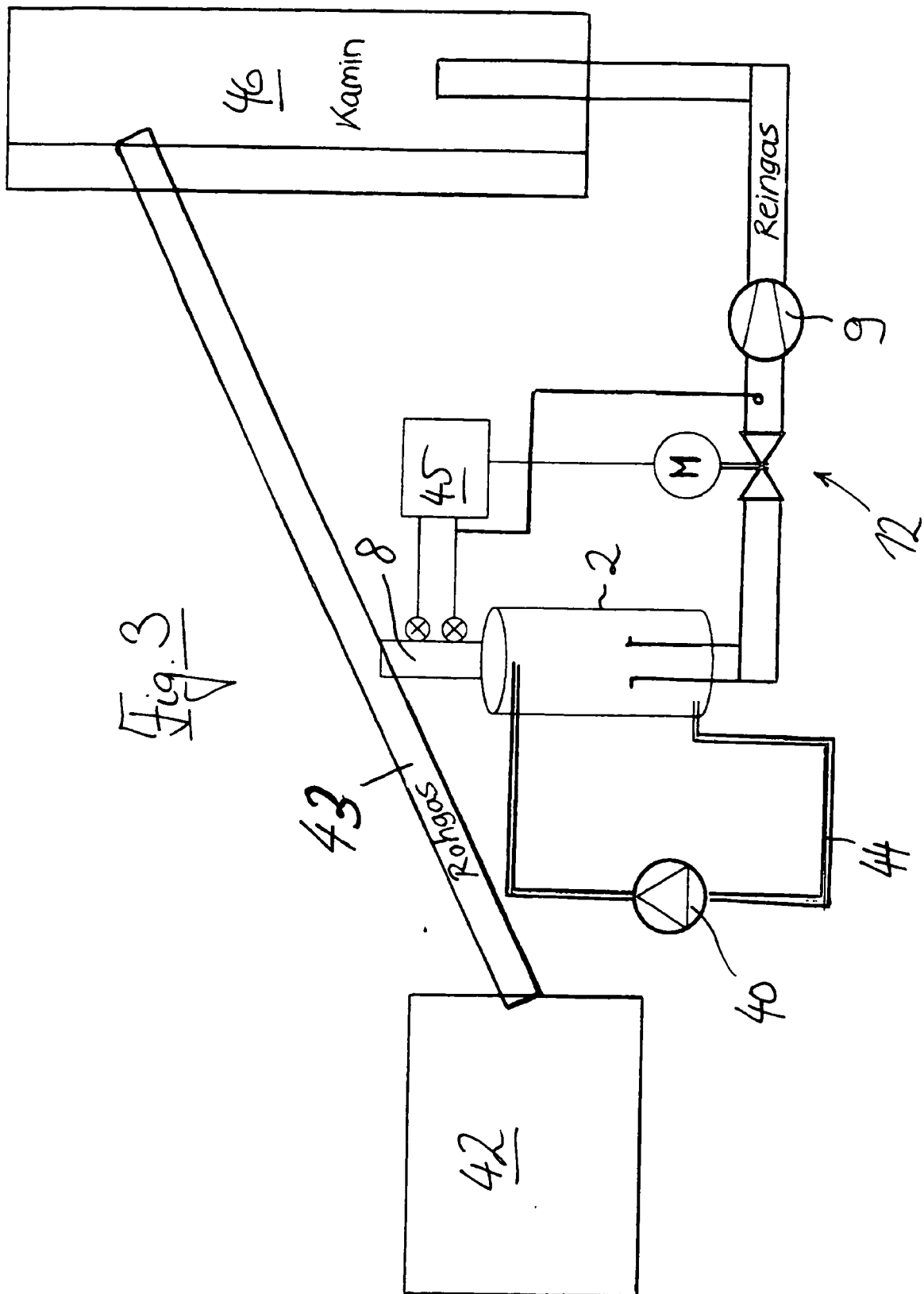


Fig. 3

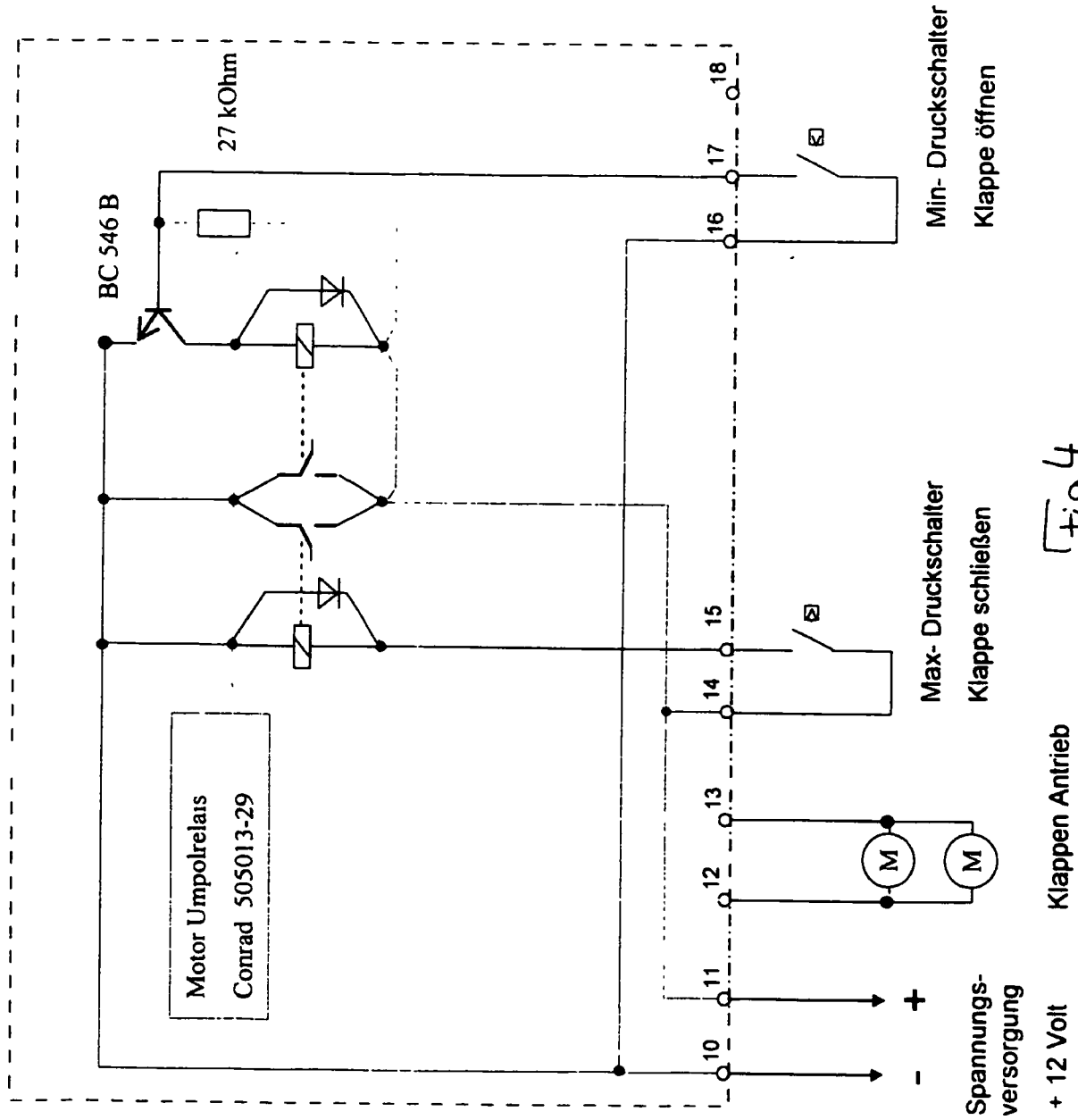


Fig. 4

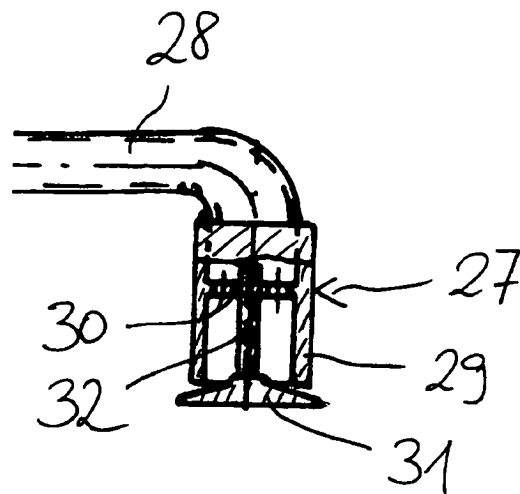


Fig. 5