



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 033 081 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2000 Patentblatt 2000/36

(51) Int. Cl.⁷: **A24B 3/18**

(21) Anmeldenummer: **00102159.1**

(22) Anmeldetag: **08.02.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **03.03.1999 DE 19909318**

(71) Anmelder:
**British-American Tobacco (Germany) GmbH
D-20354 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Plückhahn, Frank
95444 Bayreuth (DE)**
• **Schmekel, Gerald
25337 Elmshorn (DE)**
• **Weiss, Arno, Dr.
22848 Norderstedt (DE)**

(74) Vertreter:
**Schwabe - Sandmair - Marx
Stuntzstrasse 16
81677 München (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Expansion von Nahrungs- und Genussmitteln**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Expansion von expansionsfähigen Nahrungs- bzw. Genussmitteln, insbesondere von feuchtem Tabakmaterial, wobei das Material in einer Dampf ent-

haltenden Trägerströmung eine Expansionszone durchläuft, die eine Lavaldüse umfasst, bei der im engsten Querschnitt Schallgeschwindigkeit erreicht wird.

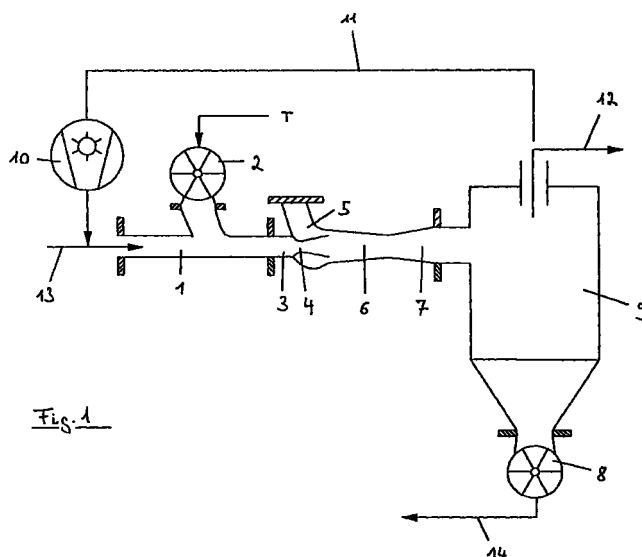


Fig. 1

EP 1 033 081 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Expansion von Nahrungs- bzw. Genussmitteln. Insbesondere können das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung der Erhöhung der Füllfähigkeit von Tabakmaterial bzw. zerkleinerten Rauchmaterialien dienen.

[0002] Was das Tabakmaterial betrifft, sollen unter dem Begriff Tabakmaterial bzw. zerkleinerte Rauchmaterialien entripptes Tabakblatt, Tabakrippe, Tabakstengel, jeweils geschnitten oder zerfasert, wiederaufbereiteter Tabak sowie Tabak-Nebenprodukte wie TV- und ZHV-Winnowings verstanden werden.

[0003] Frisch geerntete grüne Tabakblätter enthalten relativ hohe Anteile Wasser, welches mittels unterschiedlicher Curingverfahren auf weniger als 10 Massen% Wasserrestgehalt vermindert wird. Der Wassergehalt wird definiert als der Massenverlust des Tabaks bezogen auf die Feuchteinwaage in Massen% in einem Trockenschrank durch eine Abtrocknungszeit von 3 Stunden bei 80°C (sogenannte Salvisfeuchte). Dieser so aufbereitete Tabak gelangt als Rohstoff, genannt Rohtabak, in die Fabriken zur Herstellung von z.B. Cigaretten oder anderen Genussmitteln auf Basis von Tabak. Die Verarbeitungskette vom Grünblatt bis zum Rohtabak führt zu einer starken Schrumpfung. Diese Volumenminderung wirkt sich nachteilig auf die sogenannte Füllfähigkeit aus.

[0004] Die Tabakindustrie bezeichnet Füllfähigkeit als die Eigenschaft mit möglichst wenig Masseneinsatz dennoch physikalisch stabile, feste bzw. harte Endprodukte (z.B. Cigaretten) fertigen zu können. (Die Füllfähigkeit wird auch definiert als das Restvolumen bezogen auf die Einwaage in ml/g, welches sich nach Kompression mit einem 3kg Gewicht in einem zylindrischen Gefäß nach einer Wirkzeit von 30 Sekunden einstellt).

[0005] In der Technik sind physikalische und chemische Verfahrensprinzipien bekannt, um den Schrumpfungsprozess rückgängig zu machen:

[0006] Die physikalischen Prozesse (Phasenwechsel nach gasförmig durch Wärmezufuhr) differenzieren sich im wesentlichen durch das Imprägnier/Treibmedium und damit durch den Phasenwechsel. Beispiele sind die Imprägnierung mit CO₂ (Phasenwechsel fest nach gasförmig), die Imprägnierung mit Fronen/Flüssiggas (Phasenwechsel flüssig nach gasförmig) sowie die Imprägnierung mit hochgespanntem N₂ (Phasenwechsel gelöst nach gasförmig).

[0007] Weiterhin erwähnenswert sind die vorgeschlagenen Verfahren mit organischen Lösungsmitteln in flüssiger Form und Austreibung als Gas, wobei im wesentlichen alle bekannten Niedrig-Sieder beschrieben worden sind.

[0008] Die Varianten der chemische Prozesse (Erzeugung eines Gases durch thermische Zersetzung bzw. exotherme Reaktion) unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art der Gaserzeugungsreaktion wie Zersetzung von Additiven durch Wärmezufuhr im Trockner oder durch Zugabe eines weiteren Additives zur Auslösung einer Reaktion. Beispiele hierfür sind die Imprägnierung mit NH₃/CO₂ (thermische Zersetzung fest nach gasförmig), die Imprägnierung mit H₂O₂ (thermische Zersetzung flüssig nach gasförmig) und die Imprägnierung mit N₂H₄/H₂O₂ (exotherme Reaktion flüssig nach gasförmig).

[0009] Wirtschaftliche Bedeutung haben lediglich die physikalischen Verfahren erlangt. Typisch ist die Imprägnierung im Druckbereich. Die anschließende Austreibung im Trockner erfolgt nach der sogenannten Fixierung, die durch Druckabsenkung/Kühlung auf Atmosphärendruck im Imprägnator und damit zur Bildung eines Gleichgewichtsstoffes bei Atmosphäre herbeigeführt wird. Die Bedeutung dieser Prozesse erklärt sich durch die rückstandsfreie Austreibung, preiswerte Treibmittel und die Volumenvergrößerung in der Größenordnung um den Faktor 2.

[0010] Nachteilig bei diesen Verfahren ist die Einschleusung von zusätzlichen Additiven und die Notwendigkeit einer druckbehafteten Verfahrensstufe in den Tabakbehandlungsprozess. Der Imprägnierprozess gestaltet sich normalerweise als aufwendiger Batchprozess.

[0011] Die chemischen Prozesse haben aufgrund der Rückstandsproblematik keinerlei Bedeutung erlangt. Bei allen bekannten Verfahren wird der Tabak entweder bei Atmosphären- oder Überdruck mit Stoffen imprägniert, die in einem zweiten Schritt, z.B. in einem Trockner, schnell vom festen oder flüssigen Zustand in einen gasförmigen überführt werden. Dieser Bläheffekt führt zur Volumenvergrößerung der Tabakstrukturen. Aus der DE 31 47 846 C2 ist ein Verfahren zur Verbesserung der Füllfähigkeit bekannt, bei dem das Tabakmaterial einer Trägerströmung in einer Venturidüse zugeführt und dabei expandiert wird. Nachteilig ist hierbei die noch optimierungsbedürftige Füllfähigkeitssteigerung.

[0012] Was die Expansion sonstiger expansionsfähiger Nahrungs- bzw. Genussmittel (z.B. Getreide und Hülsenfrüchte; "Puffen") betrifft, so werden im Stand der Technik mehrere, meist diskontinuierliche Verfahren und Vorrichtungen beschrieben. Zu nennen sind hier die folgenden Schriften:

[0013] Die DE 195 21 243 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung wobei im Batch-Betrieb ein geschlossener Behälter unter Druck gesetzt und das darin befindliche Gut erhitzt wird. Der obere gutfreie Bereich wird kurzzeitig unter erhöhten Druck gesetzt. Durch schlagartiges Öffnen des Behälters wird das Gut in eine Expansionskammer mit atmosphärischem Druck ausgestoßen. Dabei wirkt der erhöhte Druck als Treibsatz. Das im Gut befindliche Wasser verdampft und das Gut expandiert.

[0014] Die DE 195 21 168 beschreibt Vorrichtung und Verfahren analog zur DE 195 21 243, jedoch weist der innere Behälter im oberen gutfreien Bereich keine Löcher auf.

[0015] Die DE 195 21167 beschreibt eine Vorrichtung analog zu DE 195 21243 und DE 195 21 168 wobei die Expansionskammer drehbar ist und das expandierte Gut durch Drehung der Trommel in Längsrichtung ausgetragen wird.

[0016] Die DE 198 06 951 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Puffen von kornförmigem Gut, insbesondere eine Vorwärmkammer für das zu expandierende Gut. Die verwendete Heizvorrichtung umfasst eine Wirbelbettkammer in dem das Gut batchweise erwärmt wird. Mit Hilfe eines Zweigkreislaufs wird das Gut an den Puffingreaktor überführt.

[0017] In der DE 198 06 950 wird eine Expansionskammer beschrieben, die zweiteilig ausgestaltet ist. Der erste Teil beginnt direkt am Austrag der Expansionskammer und hat eine lange, schlanke und kegelförmige Gestalt. Er ist so berechnet, dass sich eine laminare Strömung ausbildet. Er mündet in den zweiten Teil, in dem spätestens Normaldruck erreicht wird. Dort wird die Strömung turbulent.

[0018] Auch nach diesem Stand der Technik kann noch nicht optimal expandiert werden, und die im Batch-Betrieb diskontinuierlich arbeitenden Systeme sind aufwendig und wenig effektiv.

[0019] Diese Erfindung hat sich zur Aufgabe gemacht, die oben angeführten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere soll eine optimale Expansion effektiv möglich werden und hinsichtlich des Tabakmaterials soll die angesprochene Verringerung der Füllfähigkeit/Schrumpfung soweit als möglich rückgängig gemacht werden.

[0020] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0021] Die Erfindung ermöglicht im Tabakbereich vorteilhafterweise bisher nicht erreichte Füllfähigkeitssteigerungen mit Füllfähigkeiten nach der Expansion, die bis zu etwa zehn Prozent über den Werten für übliche, bisher allgemein als optimiert angesehene Expansionsverfahren liegen. Die positiven Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Rauchartikelherstellung sind bei den in der Industrie verwendeten Tabakmaterialmengen enorm. Im Bereich anderer expansionsfähiger Nahrungs- und Genussmittel ergeben sich entsprechende Vorteile.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durchläuft das Material kontinuierlich ein Gebiet höheren Druckes, anschließend ein Gebiet verminderten Druckes und abschließend ein Gebiet atmosphärischen Druckes.

[0023] Das Kernprinzip des Verfahrens nutzt die Eigenschaft von Gasen und Dämpfen Druckenergie mittels einer Düse vollständig in kinetische Energie umwandeln zu können (Extremfall: Druckabbau bis 0 bar). Dieser extreme Druckabbau gelingt nur, wenn an der engsten Stelle der Düse Schallgeschwindigkeit oder gleichbedeutend das kritische Druckverhältnis erreicht wird. Unter diesen Bedingungen erfolgt ein weiterer Druckabbau und damit Geschwindigkeitssteigerung im erweiterten Abschnitt der Düse.

[0024] Die klassisch betriebene Düse ergibt unter den gleichen Bedingungen im erweiterten Teil eine Drucksteigerung und damit Geschwindigkeitsabsenkung. Diese Verhältnisse sind in der beiliegenden Fig. 6 dargestellt, die in der oberen Darstellung einen prinzipiellen Düsenaufbau und darunter die Geschwindigkeits- und Druckverläufe bei verschiedenen Betriebsarten aufzeigt. Der mit einer eingekreisten 1 bezeichnete Verlauf gilt hierbei für eine Düse im unterkritischen Betrieb, während die Verläufe, die mit der eingekreisten 2 bezeichnet sind, für eine Lavalldüse im kritischen Betrieb gelten (mit Überschallgeschwindigkeit), wie sie bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0025] Belädt man nun eine Trägerströmung (Beispiel Sattedampf) vor Düseneintritt z.B. mit Tabakmaterial, so werden die Partikel je nach Eingangsbedingungen auf die Temperatur und den Druck des Dampfes equilibriert (Beispiel 4 bar, 143°C). Nach dem Eintritt der Zweiphasenmischung in den Unterdruckteil der Lavalldüse (Beispiel 0,2 bar) gerät das feuchte Partikel mit zu hoher Temperatur ins Ungleichgewicht (Siedepunkt Wasser bei 0,2 bar: 60°C) und zur Kühlung wird Tabakfeuchte verdampft. Diese erzwungene Verdampfung wird aus der inneren Energie des Partikels gespeist. Wärmeübertragung aus der Umgebung ist aufgrund der Temperaturverhältnisse (Dampf kälter als Partikel) im Unterdruckgebiet nicht möglich. Wärmetransportprozesse finden durch Wärmeleitung von innen nach außen im Partikel statt. Grundsätzlich ist diese Art der Entfeuchtung/Trocknung verschieden von den sogenannten Konvektions-Luftstromtrockner, in dem die benötigte Energie zur Verdampfung vom Gas zum Partikel übertragen wird.

[0026] Durch den sehr niedrigen Druck am Düsenausgang der Lavalldüse können so vorteilhafterweise die hohen Füllfähigkeitssteigerungen erzielt werden. Ferner ermöglicht die Erfindung einen kontinuierlichen Prozess, integrierbar in z.B. einen Tabakvorbereitungsprozess ohne Sonderschritte (insbesondere ist eine Integration ohne vorangegangene Tabakausschleusung in einem Luftstromtrockner möglich). Dabei entsteht nur ein geringer zusätzlicher apparativer Aufwand und zusätzliche Tabakvorbereitungs-Prozessschritte wie Casing/Flavour sind ohne weiteres integrierbar.

[0027] Die Trägerströmung kann einen Dampfgehalt von 10 bis 100% Sattedampf und insbesondere überhitzten Dampf aufweisen.

[0028] Bei einer Ausführungsform der Erfindung liegt der Druck der Trägerströmung vor der Lavalldüse in einem Bereich von weniger als 1 bar bis etwa 30 bar, vorzugsweise 1 bar bis 30 bar und insbesondere 1 bar bis 10 bar, und die Temperatur der Trägerströmung vor der Lavalldüse liegt in einem Bereich von 50°C bis 450°C, vorzugsweise in einem Bereich von 100°C bis 300°C.

[0029] Der Druck am Ausgang der Lavalldüse kann bei 0 bar bis 2 bar, vorzugsweise bei 0,2 bar bis 1 bar liegen.

[0030] Im Weiteren werden insbesondere Ausführungsformen für die Expansion von Tabakmaterial beschrieben.

Diese Ausführungsformen sind jedoch grundsätzlich auf die Expansion anderer Nahrungs- bzw. Genussmittel anwendbar. Hierunter fällt die Verarbeitung von festen, faser-, korn- bzw. bohnenförmigen, oder blattförmigen Nahrungs- bzw. Genussmitteln, z.B. Getreide und Hülsenfrüchte, Cerealien, Gerste, Mais, Bohnen, Weizen, Reis oder Erbsen. Vorrichtungsbestandteile, wie beispielsweise Abscheider sind dann dem jeweiligen zu verarbeitenden Material angepasst.

- 5 **[0031]** Bevorzugt wird die Trägerströmung vor dem Einbringen des Materials/Tabakmaterials überhitzt.
- [0032]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchläuft die Trägerströmung eine Einlaufstrecke, eine Düsenvorkammer, die Lavalldüse, einen Einlaufdiffusor und einen Auslaufdiffusor.
- [0033]** Das Tabakmaterial kann dabei der Trägerströmung einerseits in der Einlaufstrecke vor der Lavalldüse, vorzugsweise über eine Zellradschleuse mit einem an die Einlaufstrecke ansetzenden Kopfstück, zugeführt werden.
- 10 **[0034]** Andererseits besteht die Möglichkeit, das Tabakmaterial der Trägerströmung an der Lavalldüse im Bereich des minimalsten Druckes, vorzugsweise über eine Zellradschleuse mit einem an die Lavalldüse ansetzenden Kopfstück zuzuführen.
- [0035]** Was die Weiterverarbeitung des Tabakmaterials betrifft, ist es erfindungsgemäß möglich, das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor einem Tabakabscheider, insbesondere einem Fliehkraftabscheider
- 15 zuzuführen, dessen Unterdruck vorzugsweise mittels einem Unterdruckverdichter aufrechterhalten wird. Das Tabakmaterial kann aber auch nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor zunächst einem Luftstromtrockner und danach einem Tabakabscheider, insbesondere einem Fliehkraftabscheider zugeführt werden.
- [0036]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Gasströmung, welche die an den Auslaufdiffusor anschließenden Bauteile passiert, mittels eines Umluftsystems gesammelt, verdichtet und
- 20 wieder als Trägerströmungsanteil verwendet.
- [0037]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist bevorzugt dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einrichtung, insbesondere einen Wärmetauscher aufweist, der die Trägerströmung vor dem Einbringen des Tabakmaterials überhitzt.
- [0038]** Die Strömungsführungseinrichtungen umfassen bei einer Ausgestaltung der Vorrichtung eine Einlaufstrecke, eine Düsenvorkammer, die Lavalldüse, einen Einlaufdiffusor und einen Auslaufdiffusor.
- 25 **[0039]** Eine Zellradschleuse mit einem an die Einlaufstrecke angesetzten Kopfstück kann vorgesehen sein, mittels der das Tabakmaterial der Trägerströmung in der Einlaufstrecke vor der Lavalldüse zugeführt wird.
- [0040]** Ferner kann die Vorrichtung eine Zellradschleuse mit einem an die Lavalldüse angesetzten Kopfstück aufweisen, mittels der das Tabakmaterial der Trägerströmung an der Lavalldüse im Bereich des minimalsten Druckes, zugeführt wird.
- 30 **[0041]** Bevorzugt weist die Vorrichtung einen Tabakabscheider, insbesondere einen Fliehkraftabscheider, auf, dem das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor zugeführt wird, und dessen Unterdruck vorzugsweise mittels einem Unterdruckverdichter aufrechterhalten wird.
- [0042]** Bei einer anderen Ausgestaltung weist die Vorrichtung einen Luftstromtrockner und an diesen anschließend einen Tabakabscheider, insbesondere einen Fliehkraftabscheider, auf, denen das Tabakmaterial nach dem Durchgang
- 35 durch den Auslaufdiffusor zugeführt wird.
- [0043]** Von besonderem Vorteil ist es, ein Umluftsystem vorzusehen, mittels dem die Gasströmung, welche die an den Auslaufdiffusor anschließenden Bauteile passiert, gesammelt, verdichtet und wieder der Trägerströmung zugeführt wird.
- [0044]** Die Erfindung wird im Weiteren anhand der beiliegenden Zeichnungen mittels der Beschreibung von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:
- 40

- Fig. 1 eine Schemadarstellung einer Expansionsvorrichtung für Tabakmaterial mit einem anschließenden Zyklonabscheider gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;
- 45 Fig. 2 eine Schemadarstellung einer Expansionsvorrichtung für Tabakmaterial mit einem anschließenden Trockenturm gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3 eine Schemadarstellung einer Expansionsvorrichtung für Tabakmaterial mit einem anschließenden Zyklonabscheider und einer Tabakmaterialzuführung an einer Lavalldüse gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;
- 50 Fig. 4 eine Schemadarstellung einer Expansionsvorrichtung für Tabakmaterial mit einem anschließenden Trockenturm und einer Tabakmaterialzuführung an einer Lavalldüse gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung;
- 55 Fig.5 ein Balkendiagramm, das die Füllfähigkeitssteigerung bei erfindungsgemäßen Verfahren und bei Vergleichsverfahren nach dem Stand der Technik gegenüberstellt; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Düsenquerschnittes mit Druck- und Geschwindigkeitsverläufen für den kritischen und nicht kritischen Betrieb.

[0045] In den Figuren 1 bis 4 bezeichnen die Bezugszeichen: 1 eine Einlaufstrecke, 2 eine Zellradschleuse, 3 eine Düsenvorkammer, 4 eine Lavalldüse (auch als Treibdüse bezeichnet), 5 ein Kopfstück an der Lavalldüse, 6 einen Einlaufdiffusor, 7 einen Auslaufdiffusor, 8 eine Austragsschleuse, 9 einen Zyklonabscheider, 10 einen Verdichter, 11 ein Umluftsystem, 12 ein Abluftsystem, 13 eine Trägerströmung, 14 einen Tabakaustrag aus dem Zyklonabscheider, 15 einen Trockenturm, 16 eine optionale Casing/Flavour-Einspeisung, 17 eine Tragluftzufuhr zum Trockenturm und 18 den Austrag aus dem Trockenturm. T weist auf Tabakmaterial hin. Gleiche Bezugszeichen deuten auf gleichartige Komponenten hin.

[0046] Die Figuren 1 und 2 zeigen diejenigen Ausführungsformen der Erfindung, bei denen das Tabakmaterial in der Einlaufstrecke, also auf der Druckseite der Lavalldüse in die Trägerströmung 13 eingespeist wird.

[0047] Die Fig. 1 erläutert hierbei eine Ausführungsform mit einer Direktabscheidung im Tabakabscheider 9 nach der Düse 4. Der Tabak wird durch eine Schleuse, vorzugsweise durch eine Zellradschleuse 2, die für größere Differenz- und Absolutdrücke geeignet ist, in die Einlaufstrecke 1 gefördert. Dort wird der Tabak mit der Trägerströmung 13 gemischt, vorgewärmt und bei Verwendung von Dampf aufgefeuchtet. Das Massenstromverhältnis von Trägerströmung zu Tabakmaterial kann einfach durch die Wahl des engsten Querschnitts in der Lavalldüse 4 (Treibdüse) bei vorgegebenem Massenstrom des Tabakmaterials eingestellt werden. Beispielsweise stellt sich bei 2 bar Sattedampfvordruck (ca. 120°C) ein maximaler Massenstrom von 400 kg/h bei Düsendurchmesser 21,8 mm; hingegen wird bei 15,4 mm Düsendurchmesser ein maximaler Durchsatz von 200 kg/h erreicht. Das sinnvoll nutzbare Verhältnis liegt im Bereich 0,1-10 kg Trägerströmung je kg Tabakmaterial. Nach dem Passieren der Düsenvorkammer 3 und der Düse 4 stellt sich nach der adiabatischen Entspannung je nach Art der Trägerströmung, nach Konstruktion des Apparates und nach Verfahrensablauf ein niedriger Druck und damit korrespondierend eine niedrige Temperatur der Trägerströmung ein. Das Tabakmaterial versucht dem Temperatur-Ungleichgewicht durch Verdampfung und Entzug der inneren Energie, die durch Aufladung im Eingangsbereich dem Tabakmaterial aufgeprägt wurde, entgegenzuwirken. Vorzugsweise werden am Ausgang der Lavalldüse 4 Drücke von weniger als 1 bar eingestellt. Je nach gewünschtem Prozessdruck im Tabakabscheider 9 muss der Dampf mit Hilfe des Einlauf-/Auslaufdiffusors 6/7 entsprechend komprimiert werden.

[0048] Diese Verfahrensvariante nach Fig. 1 ist vorzugsweise bei den der Expansion nachfolgenden Tabaktrocknungsverfahren angezeigt, welche die Trägerströmung 13 nicht als Trocknungs- bzw. Transportmedium nutzen. Dies sind z. B. die Trommel-, Vibro-/Wirbelschicht- oder Bandtrocknung. Diese Trocknungsverfahren erfordern die vorangehende Trennung von Tabakmaterial und Trägerströmung, die mittels eines Tabakabscheiders, vorzugsweise eines Fliehkraftabscheiders 9, wie z. B. Zyklon- oder Tangentialseparator, erfolgt. Sollten die Vorteile der Vakuumexpansion ohne anschließende Komprimierung auf Atmosphärendruck genutzt werden, muss im Sinne der Trommel- bzw. Vibro-/Wirbelschicht- oder Bandtrocknung das Tabakmaterial ebenfalls von der Trägerströmung getrennt werden, wobei der Tabakaustrag 14 vom Unterdruck- in den Atmosphärendruckbereich erfolgt. Der Unterdruck im Tabakabscheider 9 kann beispielsweise durch eine nicht dargestellte Vakuumpumpe aufrecht erhalten werden.

[0049] Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform erfolgt die Tabakmaterial-Abscheidung nach einem Durchlauf eines Luftstromtrockners, hier eines Trockenturmes 15.

[0050] Der Tabak wird direkt ohne Abscheidung der Trägerströmung 13 nach Durchlauf des Diffusors 6/7 in den Trockenturm 15 geleitet und nach Abfeuchtung über den Tabakabscheider 9, vorzugsweise einen Fliehkraftabscheider, wie z. B. Zyklon oder Tangentialseparator, mittels einer Austragsschleuse 8 ausgeschleust (Pfeil 14). Dazu ist es notwendig, die Trägerströmung 13 bezüglich Geschwindigkeiten und Druck den Verhältnissen im Trockenturm 15 anzupassen. Bevorzugt wird in diesem Fall eine Betriebsweise der Expansion, bei der im Auslaufdiffusor 7 Drücke vorliegen, die zwischen 0,9-1,1 bar betragen.

[0051] Den beiden Varianten nach Fig. 1 und 2 gemeinsam ist die Option der Umluft-/Teilumluf-Betriebsweise mittels Umluftsystem 11 zur erneuten Wiederverwendung der Trägerströmung 13, bevorzugt bei Luft als Trägerströmung 13, die unter Betrachtung der Wirtschaftlichkeit als besonders kostengünstige Lösung herangezogen werden kann.

[0052] Ferner erlauben beide Varianten optional das Einbringen von flüssigen/festen Additiven (Casing, Flavour) in den Kopfbereich 5 an der Lavalldüse 4, wie es in Fig.2 mit dem Bezugszeichen 16 angedeutet ist.

[0053] Die Figuren 3 und 4 zeigen erfindungsgemäße Varianten auf, bei denen die Tabakmaterialzufuhr auf der Saugseite der Düse 4 stattfindet.

[0054] In Fig. 3 ist der Fall einer Direktabscheidung im Tabakabscheider 9 nach Düse/Diffusor 4, 6/ 7 aufgezeigt. Hierbei wird also die Vermengung von Tabakmaterial mit der Trägerströmung durch das Einbringen des Tabakmaterials in den Kopfbereich 5 an der Lavalldüse 4 bewirkt. Dabei wird das Tabakmaterial direkt über eine Zellradschleuse 2 in den Bereich des minimalen Druckes (0 — 1 bar) am Auslauf der Düse 4 gebracht. Dies hat den Vorteil, dass der Differenzdruck zur Umgebung am Tabakmaterial-Eintrag weniger als 1 bar beträgt und die Temperatur der Trägerströmung an dieser Stelle deutlich niedriger (< 150 °C) ist. Dadurch wird die Schleuse 2 einer geringeren Belastung durch hohe Temperaturen bei gleichzeitiger "Differenzdruckfestigkeit" (minimale Leckluftmenge) ausgesetzt.

[0055] Die Apparatur (Düse 4, Einlaufdiffusor 6,) und der Vordruck vor der Düse 4 sollten für diese Verfahrensvariante so gestaltet werden, dass sich am Auslauf der Düse 4 der minimal erreichbare Druck einstellt. Damit kann die Druckerhöhung, die sich durch die über die Schleuse 2 eintretende Leckluft ergibt, kompensiert werden.

[0056] Bei dieser Verfahrensvariante sollte das Tabakmaterial vor Eintritt in die Düse 4 auf eine Temperatur oberhalb von 90°C vorgewärmt werden (z. B. durch einen Dampftunnel), damit das Tabakmaterial im Unterdruckbereich der Düse 4 (< 1 bar) schlagartig in das oben beschriebene Gebiet eines thermodynamische Ungleichgewichtes gerät und dadurch Wasser zur Kühlung verdampft wird. Wie bereits beschrieben, wird abhängig vom gewünschten Prozessdruck im Tabakabscheider 9 der Dampf mit Hilfe des Auslaufdiffusors 7 entsprechend komprimiert.

[0057] Diese Verfahrensvariante ist wiederum vorzugsweise bei den der Expansion nachfolgenden Tabaktrocknungsverfahren angezeigt, die die Trägerströmung 13 nicht als Trocknungs- bzw. Transportmedium nutzen. Dies sind z. B. die Trommel-, Vibro-/ Wirbeischicht- oder Bandtrocknung. Diese Trocknungsverfahren erfordern die vorangehende Trennung von Tabak und Trägerströmung, die mittels eines Tabakabscheiders 9, vorzugsweise eines Fliehkraftabscheiders, wie z. B. Zyklon oder Tangentialseparator, erfolgt.

[0058] Sollten die Vorteile der Vakuumexpansion ohne anschließende Komprimierung auf Atmosphärendruck genutzt werden, muss im Sinne der Trommel- bzw. Vibro-/Wirbelschicht- oder Bandtrocknung Tabakmaterial ebenfalls von der Trägerströmung getrennt werden, wobei der Tabakaustrag 14 vom Unterdruck- in den Atmosphärendruckbereich erfolgt.

[0059] Die Fig. 4 zeigt wiederum eine Ausführungsform mit einer Abscheidung nach Luftstromtrockner-Durchlauf. Bei dieser Variante wird - wie anhand der Fig. 3 bereits beschrieben - das Tabakmaterial im Kopfbereich 5 in die Vorrichtung eingebracht. Das im Weiteren für die Fig. 3 beschriebene Verfahren findet ebenfalls seine Anwendung (bis auf die Abscheidung im Separator direkt nach der Expansionsdüse). Der Unterschied liegt in der Kombination der Einbringung des Tabakmaterials auf der Saugseite der Düse mit der Abscheidung des Tabaks nach vorherigem Durchlauf durch einen Lufttrockner.

[0060] Das Tabakmaterial wird dabei wieder direkt ohne Abscheidung der Trägerströmung nach Durchlauf des Diffusors 6/7 in den Trockenturm 15 und nach Abfeuchtung/Trocknung über einen Tabakabscheider 9, vorzugsweise einen Fliehkraftabscheider wie z. B. Zyklon oder Tangentialseparator, ausgeschleust (Pfeil 14). Auch hier ist es wieder notwendig, das Treibmittel bezüglich Geschwindigkeiten und Druck den Verhältnissen im Trockenturm 15 anzupassen. Bevorzugt wird auch in diesem Fall eine Betriebsweise der Expansion, bei der im Auslaufdiffusor 7 Drücke vorliegen, die zwischen 0,9 bis 1,1 bar betragen.

[0061] Beiden Varianten (Fig. 3 und 4) ist wiederum die Option der Umluft-/Teilumluf-Betriebsweise (Bezugszeichen 11) zur Wiederverwendung der Trägerströmung gemeinsam, bevorzugt bei Luft als Trägerströmung.

[0062] Die Fig. 5 zeigt ein Balkendiagramm, das die Füllfähigkeitssteigerung bei erfindungsgemäßen Verfahren und bei Vergleichsverfahren nach dem Stand der Technik gegenübersteht. Die Versuchsparameter sind im Folgenden aufgezeigt:

Versuch 1 (Lavalldüse):

[0063]

Tabakmaterial: Standard-Rippenmischung,
Anlagenaufbau: siehe Fig. 1 (ohne Verdichter 10, ohne Umluft, ohne optionales Casing, Flavour)
Düsen-Durchmesser: 15 mm
Trägerströmung: Sattdampf
Parameter: 2,2 bar Vordruck (Pos. 3), Druck in Düse 0,6 bar (Pos. 6), Dampftemperatur ca. 123°C in Pos. 3,
Dampftemperatur in Zyklon (Pos. 9) ca. 100°C, Dampfdruck in Zyklon (Pos. 9) ca. 1 bar
Trägerströmungsmassenstrom-/Tabakmassenstromverhältnis 0.67,
Tabakfeuchte vor Expansionsvorrichtung (vor Schleuse Pos. 2) ca. 40 % (Feuchtbasis),
Tabakfeuchte nach Expansionsvorrichtung (nach Zyklon Pos. 9) ca. 43,5 % (Feuchtbasis)

Versuch 2 (Lavalldüse):

[0064]

Tabakmaterial: Standard-Rippenmischung,
Anlagenaufbau: siehe Fig. 1 (ohne Verdichter 10, ohne Umluft, ohne optional Casing, Flavour)
Düsen-Durchmesser: 15 mm
Trägerströmung: Sattdampf
Parameter: 2,2 bar Vordruck (Pos. 3), Druck in Düse 0,65 bar (Pos. 6), Dampftemperatur ca. 123°C in Pos. 3,

EP 1 033 081 A2

Dampftemperatur in Zyklon (Pos. 9) ca. 100°C, Dampfdruck in Zyklon (Pos. 9) ca. 1 bar
Trägerströmungsmassenstrom-/Tabakmassenstromverhältnis 0.43,
Tabakfeuchte vor Expansionsvorrichtung (vor Schleuse Pos. 2) ca. 40 % (Feuchtbasis),
Tabakfeuchte nach Expansionsvorrichtung (nach Zyklon Pos. 9) ca. 43 % (Feuchtbasis)

5

Versuch 3 (STS-Düse):

[0065]

10 Tabakmaterial: Standard-Rippenmischung,
Anlagenaufbau: Handelsübliche STS-Vorrichtung
Trägerströmung: Sattedampf
Parameter: Trägerströmungsmassenstrom-/Tabakmassenstromverhältnis 0.67,
15 Tabakfeuchte vor Expansionsvorrichtung ca. 40 % (Feuchtbasis),
Tabakfeuchte nach Expansionsvorrichtung ca. 44 % (Feuchtbasis)

Versuch 4 (STS-Düse):

[0066]

20 Tabakmaterial: Standard-Rippenmischung,
Anlagenaufbau: Handelsübliche STS-Vorrichtung
Trägerströmung: Sattedampf
Parameter: Trägerströmungsmassenstrom-/Tabakmassenstromverhältnis 0.47,
25 Tabakfeuchte vor Expansionsvorrichtung ca. 40,7 % (Feuchtbasis),
Tabakfeuchte nach Expansionsvorrichtung ca. 44,3 % (Feuchtbasis)

Versuch 5 (Lavaldüse):

[0067]

30 Tabakmaterial: Standard-Rippenmischung,
Anlagenaufbau: siehe Fig. 1 (ohne Verdichter 10, ohne Umluft, mit Casing in Saugstutzen (Pos. 5),
Düsen-Durchmesser: 15 mm
35 Trägerströmung: Sattedampf
Parameter: 2,2 bar Vordruck (Pos. 3), Druck in Düse 0,6 bar (Pos. 6), Dampftemperatur ca. 123°C in Pos. 3,
Dampftemperatur in Zyklon (Pos. 9) ca. 100°C, Dampfdruck in Zyklon (Pos. 9) ca. 1 bar
Trägerströmungsmassenstrom-/Tabakmassenstromverhältnis 0.67,
40 Tabakfeuchte vor Expansionsvorrichtung (vor Schleuse Pos. 2) ca. 40 % (Feuchtbasis),
Tabakfeuchte nach Expansionsvorrichtung (nach Zyklon Pos. 9) ca. 46 % (Feuchtbasis)

[0068] Es lässt sich ohne weiteres erkennen, dass die Füllfähigkeitssteigerung und die erreichten Absolutwerte bei den Versuchen 1, 2 und 5, die ein erfindungsgemäßes Verfahren verwendeten, wesentlich größer sind als bei den bisher als optimiert angesehenen STS-Verfahren, deren Ergebnisse durch den Balken zu den Versuchen 3 und 4 dargestellt sind. Es ergeben sich erfindungsgemäß etwa um 10 % höhere Füllfähigkeiten. Die positiven Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Rauchartikelherstellung sind hier bei den in der Industrie verwendeten Tabakmaterialmengen enorm.

[0069] In der noch abschließend gezeigten Tabelle sind geeignete und bevorzugte Parameterwerte für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nochmals zusammengefasst.

50

55

5	Parameter	Gesamtbereich	Bevorzugter Bereich
	Trägerströmungs-Druck vor Düse	1-30 bar	1-10 bar
10	Trägerströmungs-Temperatur vor Düse	50-450°C ¹⁾	100-250°C ¹⁾
	Trägerströmungs-Druck in Düse	>0-2 bar	0,2-1,0 bar
	Trägerströmungs-Druck in Auslaufdif- fusor (Pos. 7)	>0-2 bar	0,2-1,1 bar
15	Tabakfeuchte vor Einlass-Zellrad- schleuse	10-60% (Feuchtbasis)	17-45% (Feuchtbasis)
	Tabaktemperatur vor Einlass-Zellrad- schleuse	10-100°C	20-95°C
20	Verhältnis Trägerströmungsmassen- strom/Tabakmassenstrom	0,1-10 (kg/h)/(kg/h)	0,2-1 (kg/h)/(kg/h)
	Dampfgehalt Trägerströmung	10-100% (Massenprozent Feuchtba- sis)	50-100% (Massenprozent Feuchtba- sis)

25 1) Bei zusätzlicher Überhitzung der Trägerströmung durch einen Wärmetauscher vor Eintragszellradschleuse ("Überhitzter Dampf")

[0070] Alle verwendeten Druckangaben sind Absolutwerte.

30 [0071] Es wurden auch Versuche zur Expansion anderer Nahrungs- und Genussmittel durchgeführt, und zwar mit guten Expansionsergebnissen. Insbesondere eigneten sich Gerste und Mais für die erfindungsgemäße Expansion, um gepuffte Formen herzustellen. Der Versuchsaufbau entsprach hierbei grundsätzlich demjenigen nach dem oben beschriebenen Versuch 1, was Anlagenaufbau und Trägerströmung betrifft.

Patentansprüche

- 35
1. Verfahren zur Expansion von expansionsfähigen Nahrungs- bzw. Genussmitteln, bei dem die Nahrungs- bzw. Genussmittel in einer Dampf enthaltenden Trägerströmung (13) eine Expansionszone durchlaufen, die eine Laval-
düse (4) umfasst, bei der im engsten Querschnitt Schallgeschwindigkeit erreicht wird.
 - 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Tabakmaterial, insbesondere feuchtes Tabakmaterial (T) expandiert wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass feste, faser-, korn- bzw. bohnenförmige, oder blattförmige Nahrungs- bzw. Genussmittel expandiert werden.
 - 45 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eines oder mehrere der folgenden Nahrungs- bzw. Genussmittel expandiert werden: Getreide und Hülsenfrüchte, Cerealien, Gerste, Mais, Bohnen, Weizen, Reis, Erbsen.
 - 50 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerströmung (13) einen Dampfgehalt von 10 bis 100 % aufweist, und/oder die Tabakeingangsfeuchte 10 bis 60 % (Feuchtbasis) vorzugsweise 17 bis 45 % (Feuchtbasis) beträgt.
 - 55 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerströmung (13) Sattedampf aufweist.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerströmung (13) überhitzten Dampf aufweist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck der Trägerströmung (13) vor der Lavaldüse in einem Bereich von weniger als 1 bar bis etwa 30 bar, vorzugsweise 1 bar bis 30 bar und insbesondere 1 bar bis 10 bar liegt, und dass die Temperatur der Trägerströmung (13) vor der Lavaldüse (4) in einem Bereich von 50°C bis 450°C, vorzugsweise in einem Bereich von 100°C bis 300°C liegt.
- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck am Ausgang der Lavaldüse (4) bei 0 bar bis 2 bar, vorzugsweise bei 0,2 bar bis 1 bar liegt.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerströmung (13) vor dem Einbringen der Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere des Tabakmaterials überhitzt wird.
- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerströmung eine Einlaufstrecke (1), eine Düsenvorkammer (3), die Lavaldüse (4), einen Einlaufdiffusor (6), und einen Auslaufdiffusor (7) durchläuft.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial der Trägerströmung (13) in der Einlaufstrecke (1) vor der Lavaldüse (4), vorzugsweise über eine Zellradschleuse (2) mit einem an die Einlaufstrecke (1) ansetzenden Kopfstück (5), zugeführt werden.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial der Trägerströmung (13) an der Lavaldüse (4) im Bereich des minimalen Druckes, vorzugsweise über eine Zellradschleuse (2) mit einem an die Lavaldüse (4) angesetzten Kopfstück (5), zugeführt werden.
- 30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor (7) einem Abscheider, insbesondere einem Tabakabscheider (9), speziell einem Fliehkraftabscheider zugeführt werden, dessen Unterdruck vorzugsweise mittels einer Unterdruckpumpe aufrechterhalten wird.
- 35 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor (7) zunächst einem Luftstromtrockner (15) und danach einem Abscheider, insbesondere einem Tabakabscheider (9), speziell einem Fliehkraftabscheider zugeführt wird.
- 40 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasströmung, welche die an den Auslaufdiffusor (7) anschließenden Bauteile passiert, mittels eines Umluftsystems (11) gesammelt, verdichtet und wieder als Trägerströmungsanteil verwendet wird.
- 45 17. Vorrichtung zur Expansion von Nahrungs- bzw. Genussmitteln, insbesondere feuchtem Tabakmaterial (T) mit Strömungsführungseinrichtungen (1, 3, 4, 6, 7), in denen die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial (T) in einer Dampf enthaltenden Trägerströmung (13) eine Expansionszone durchlaufen, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsführungseinrichtungen eine Lavaldüse (4) umfassen, die so betrieben wird, dass in ihrem engsten Querschnitt Schallgeschwindigkeit erreicht wird.
- 50 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einrichtung, insbesondere einem Wärmetauscher aufweist, der die Trägerströmung (13) vor dem Einbringen des Tabakmaterials überhitzt.
- 55 19. Verfahren nach Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsführungseinrichtungen eine Einlaufstrecke (1), eine Düsenvorkammer (3), die Lavaldüse (4), einen Einlaufdiffusor (6), und einen Auslaufdiffusor (7) umfassen.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Zellradschleuse (2) mit einem an die Einlaufstrecke (1) ansetzenden Kopfstück (5) aufweist, mittels der die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial der Trägerströmung (13) in der Einlaufstrecke (1) vor der Lavaldüse (4) zugeführt werden.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Zellradschleuse (2) mit einem an die Lavaldüse (4) ansetzenden Kopfstück (5) aufweist, mittels der die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial der Trägerströmung (13) an der Lavaldüse (4) im Bereich des minimalsten Druckes, zugeführt werden.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Abscheider, insbesondere einen Tabakabscheider (9), speziell einem Fliehkraftabscheider, aufweist, dem die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor (7) zugeführt werden, und dessen Unterdruck vorzugsweise mittels einer Unterdruckpumpe aufrechterhalten wird.

5

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Luftstromtrockner (15) und an diesen anschließend einen Abscheider, insbesondere einen Tabakabscheider (9), speziell einem Fliehkraftabscheider, aufweist, denen die Nahrungs- bzw. Genussmittel, insbesondere das Tabakmaterial nach dem Durchgang durch den Auslaufdiffusor (7) zugeführt werden.

10

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Umluftsystem (11) aufweist, mittels dem die Gasströmung, welche die an den Auslaufdiffusor (7) anschließenden Bauteile passiert, gesammelt, verdichtet und wieder der Trägerströmung zugeführt wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

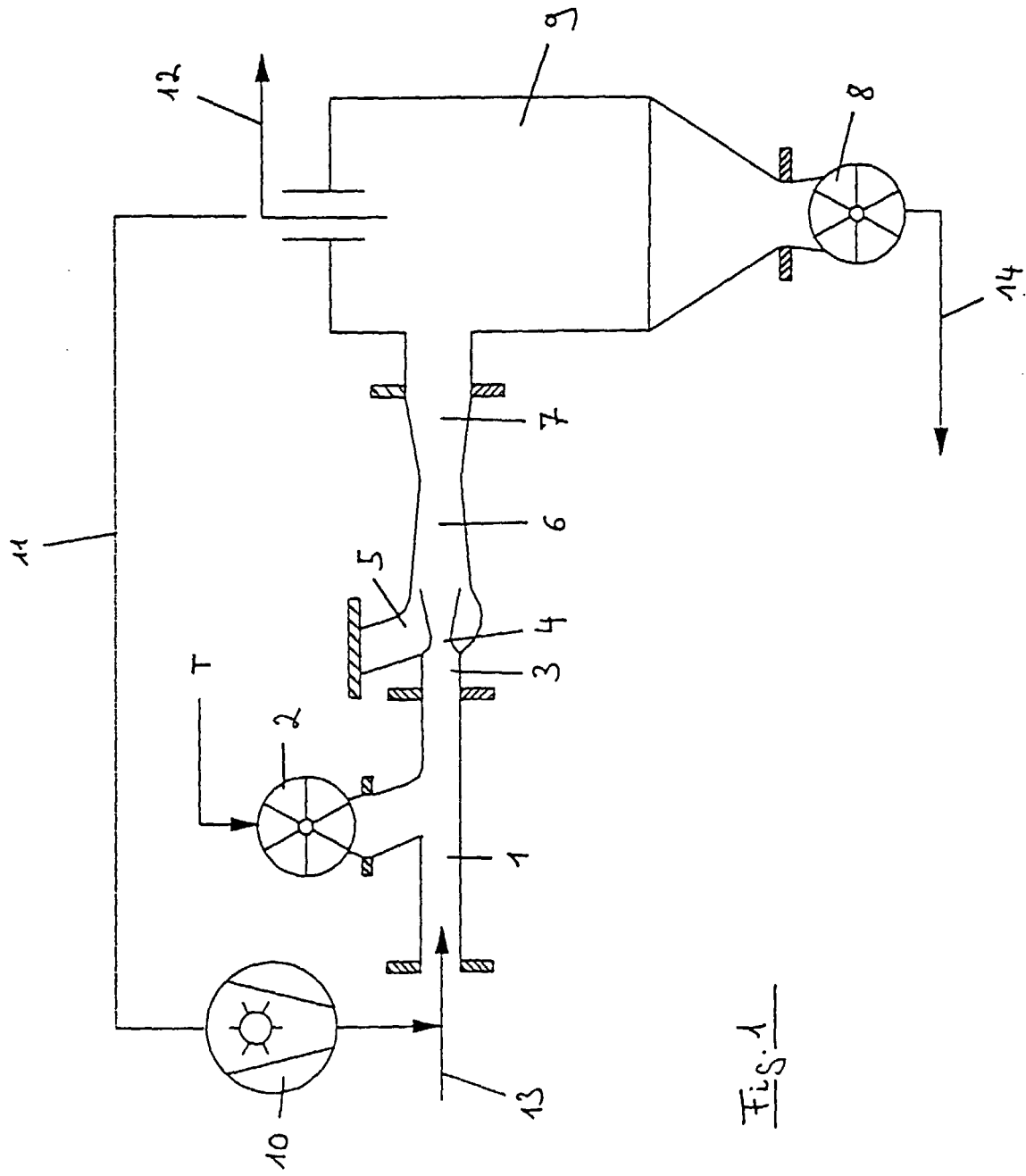


Fig. 1

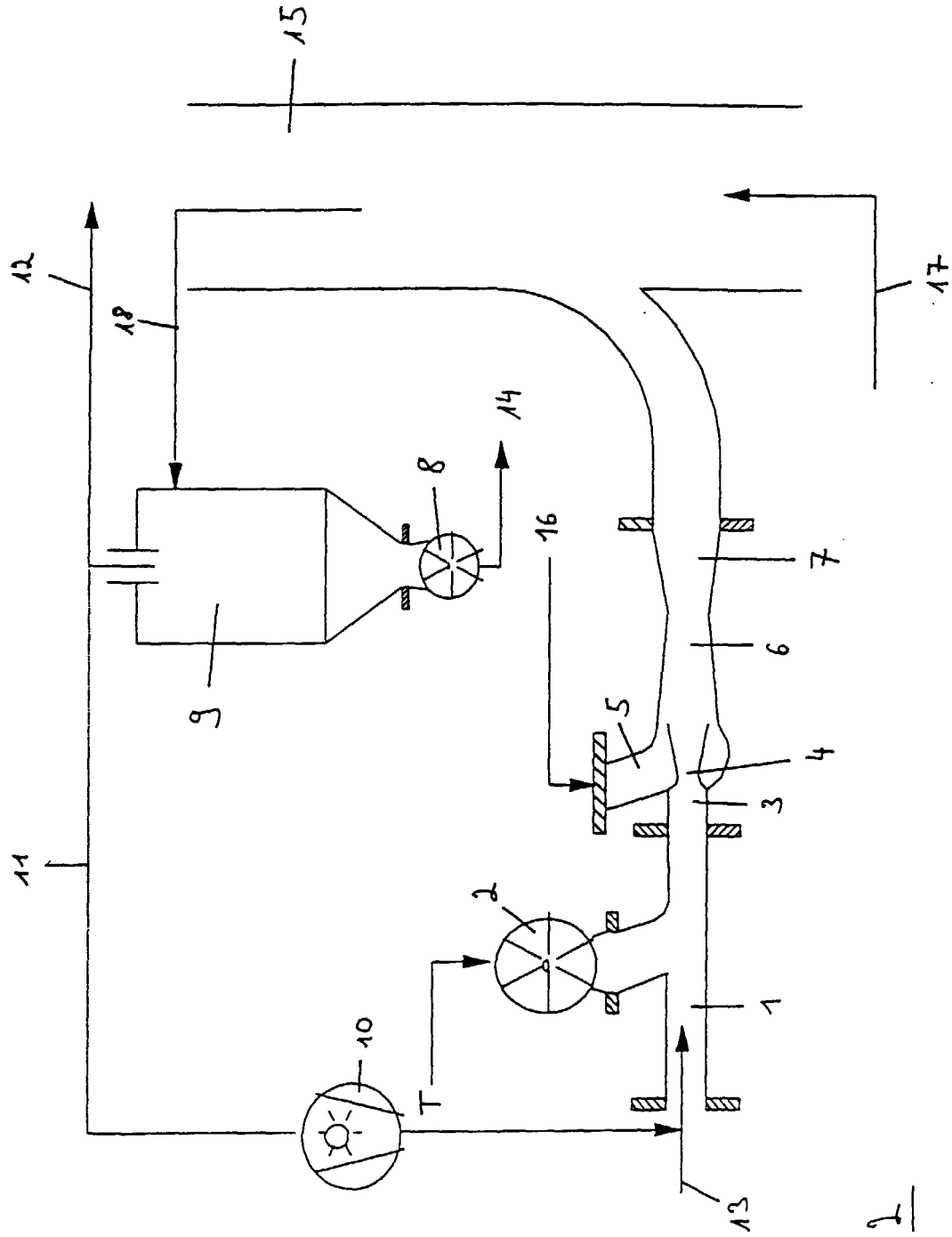


Fig. 2

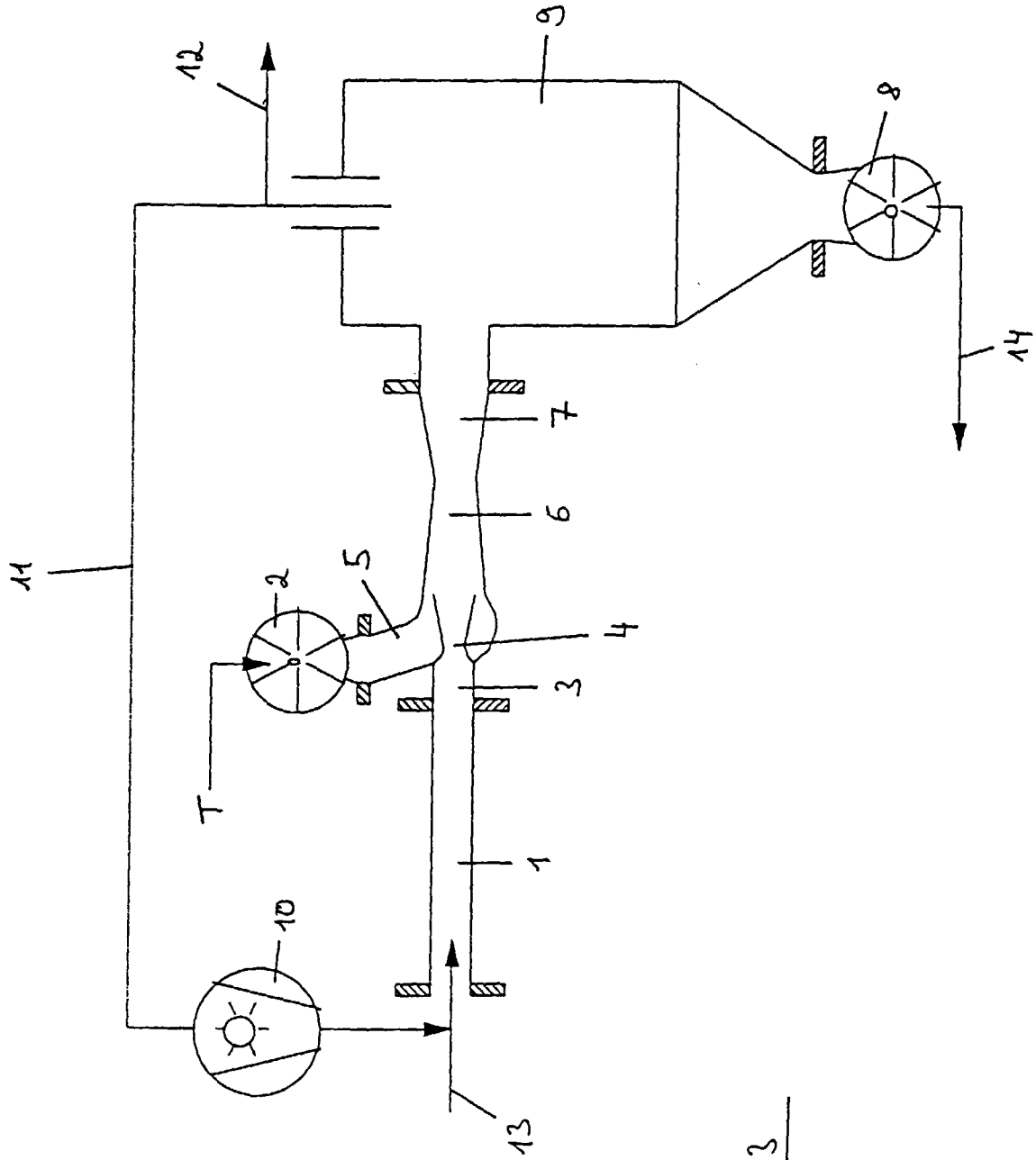


Fig. 3

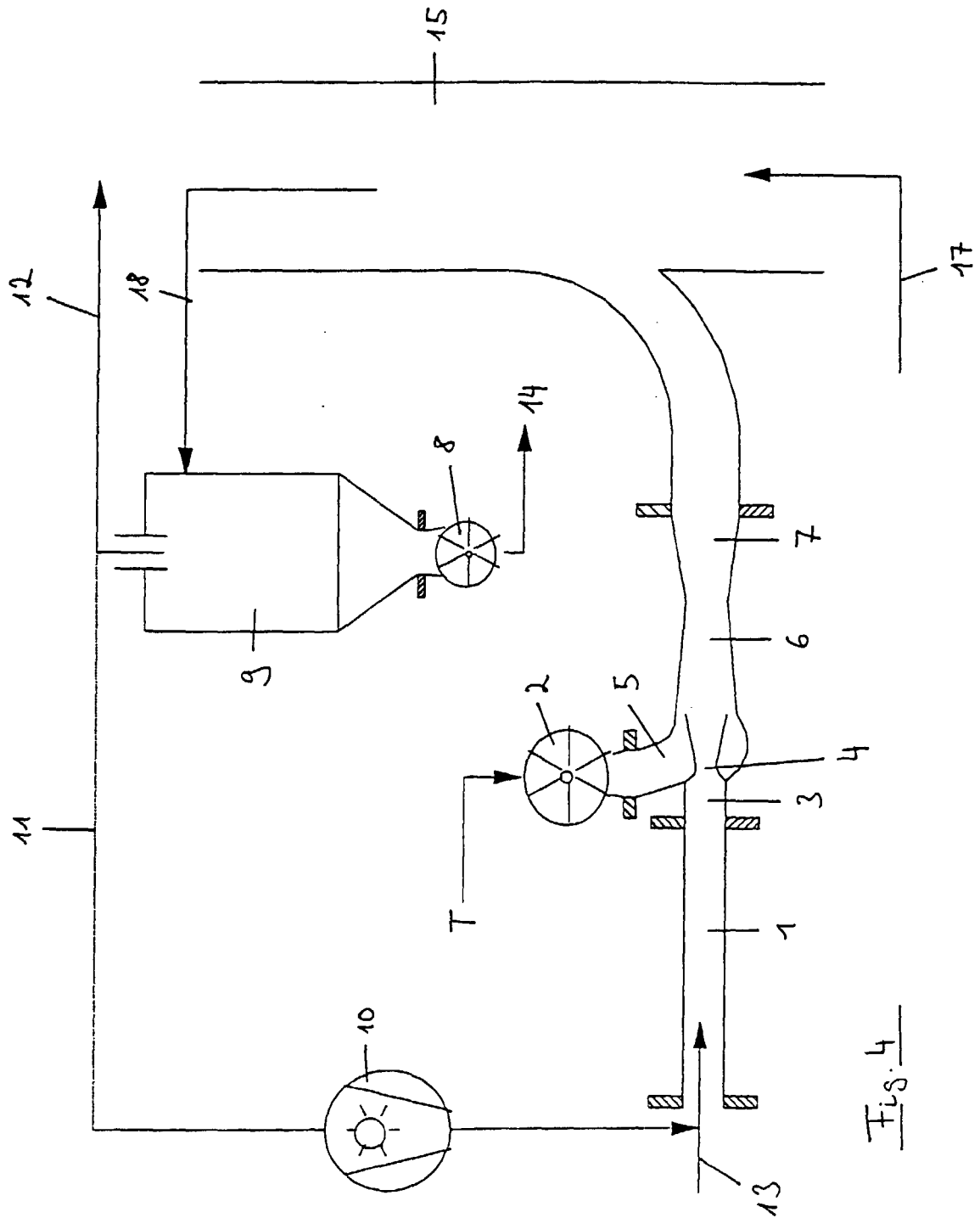


Fig. 4

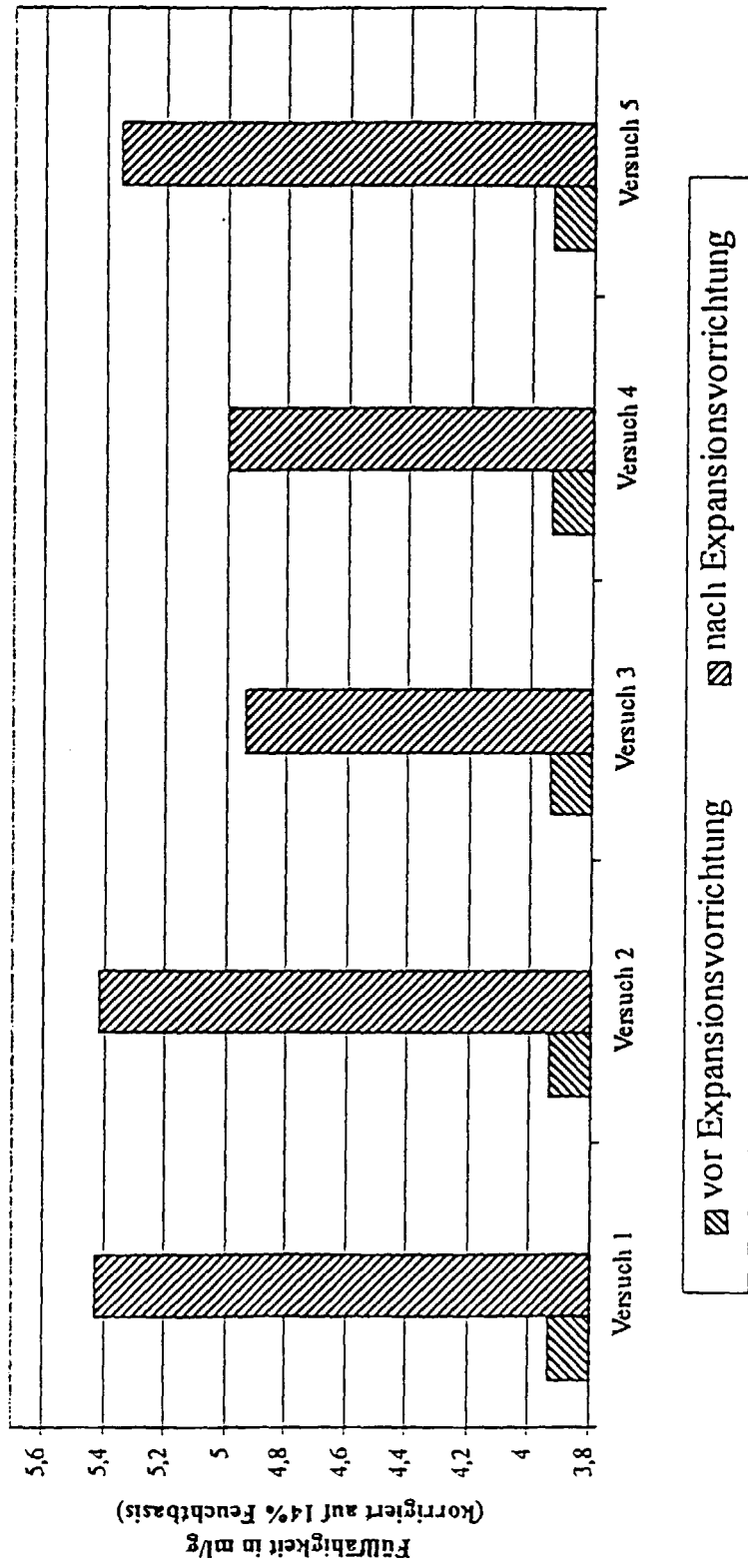
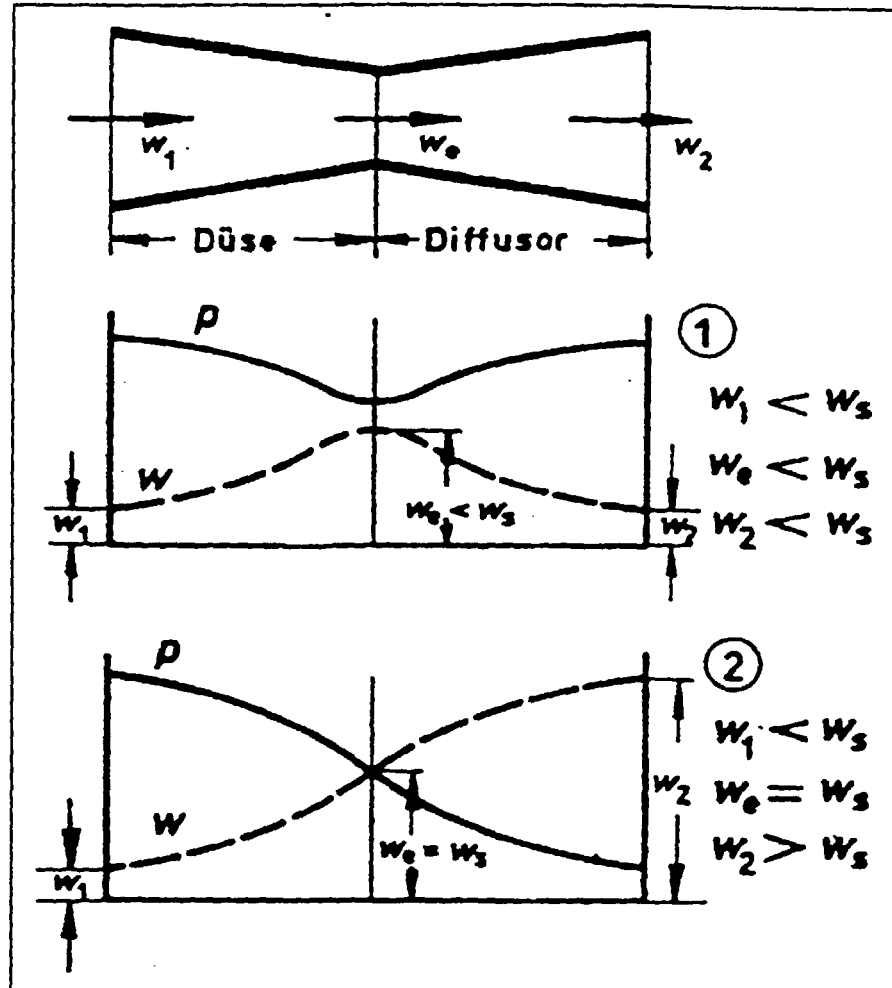


Fig. 5



- | | | |
|-------|---|--|
| w_1 | = | Geschwindigkeit Gas (Dampf) Eintritt Düse |
| w_2 | = | Geschwindigkeit Gas (Dampf) Austritt Düse |
| w_e | = | Geschwindigkeit Gas (Dampf) engster Querschnitt Düse |
| w_s | = | Schallgeschwindigkeit Gas (Dampf) |
| p | = | allgemein Druck |
| w | = | allgemein Geschwindigkeit |

Fig. 6