

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Trocknungsverfahren zur Füllfähigkeitssteigerung von Tabakmaterial.

- 5 Bei einer technologisch anspruchsvollen Stromtrocknung von Schnittabak, bei der das zu trocknende Tabakmaterial in einem Strom eines heißen Trocknungsgases getrocknet wird, geht es darum, eine Kombination sich zum Teil widersprechender Verfahrensziele zu erreichen. Die verfahrenstechnologisch beste Lösung ist folglich als Optimum der relevanten Zielfunktionen anzustreben. Die unterschiedlichen Zielfunktionen lassen sich zu drei, die Produkt- und Prozeßeigenschaften betreffenden Gruppen zusammen-
- 10 fassen. Die Gruppe der physikalischen Produkteigenschaften umfaßt im wesentlichen die Zielfunktionen einer guten Tabakfüllfähigkeit, bei relativ niedrigem Cigarettenzugwiderstand und einer geringen Degradation, resultierend in stabilen Cigarettenenden. Die chemisch-sensorischen Produkteigenschaften bilden die zweite Gruppe, deren Optimum durch hohe Aromaretention, niedrige Inhaltsstoffbeeinflussung und einen befriedigenden Rauchgeschmack charakterisiert ist. Ferner ist an eine optimale Prozeßführung als dritte
- 15 Gruppe die Forderung eines minimierten Energieeinsatzes sowie, unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes, möglichst niedriger Abgasemissionen zu stellen.

Die einzelnen Zielfunktionen der drei unterschiedlichen Zielgruppen werden im wesentlichen durch die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Prozeßparameter bestimmt, nämlich der Tabakfeuchte vor und der Tabakfeuchte nach der Trocknung, dem lokalen Wärme und Stoffaustauschkoeffizienten zwischen der

20 Tabakoberfläche und dem umgebenden Trocknungsgas während der Behandlung, und der spezifischen Wärme des Trocknungsgases.

25

30

35

40

45

50

55

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

Tabelle

Produkteigen- schaft	Prozeßpara- meter	Tabakfüllfähigkeit, Cigarettenzugwider- stand, Cigaretten- endstabilität	Rauchgeschmack, Inhaltsstoffe, Aromaretention	minimaler Energieeinsatz, geringe Emis- sionen
Tabakfeuchte vor der Trocknung		möglichst hoch, ca. 40 % für Blatt- schnitt, bezogen auf Feuchtbasis	Schneid-Feuchte bevorzugt; d. h. 18 - 20 % für Blattschnitt auf Feuchtbasis	möglichst geringe Feuchtedifferenz
Tabakfeuchte nach der Trocknung		möglichst gering	wenigstens 12 % (Cigarettenfeuch- te)	möglichst geringe Ablufttemperatur
lokaler Wärme- und Stoffaustauschkoef- fizient		während der Behand- lung möglichst hoch	während der Behand- lung möglichst ge- ring	
spezifische Wärme des Trocknungsgases		möglichst hoch, z.B. hoher Wasserdampf- gehalt	minimaler Wasser- dampfgehalt, um Wasserdampfdestil- lation zu vermeiden	hoher Wasser- dampfgehalt

Optimale physikalische Produkteigenschaften werden durch eine relativ hohe Tabakfeuchte vor der Trocknung, als Anhaltswert kann dazu die in der Praxis geltende Obergrenze von ungefähr 40 % für Blattschnitt, bezogen auf den feuchten Tabak, gelten, ferner eine relativ geringe Tabakfeuchte nach der Trocknung, möglichst hohe lokale Wärme- und Stoffaustauschkoefizienten während der Behandlung und eine möglichst hohe spezifische Wärme des Trocknungsgases, was beispielsweise durch einen hohen

Wasserdampfgehalt erreicht werden kann, erzielt. Demgegenüber erfordern optimale chemisch-sensorische Produkteigenschaften, daß die Tabakfeuchte vor der Trocknung in etwa der üblichen Schneid-Tabakfeuchte von ungefähr 18 % bis 20 % auf Feuchtbasis bezogen entspricht, und die Tabakfeuchte nach der Trocknung nicht niedriger ist als die übliche Cigarettenfeuchte, d. h. ungefähr 12 %, wiederum auf Feuchtbasis bezogen. Der lokale Wärme- und Stoffaustausch sollte nun während der Trocknung möglichst gering sein; ebenso, zur Vermeidung von Wasserdampfdestillation, der Wasserdampfgehalt im Trocknungsgas. Die anzustrebenden Prozeßcharakteristika bei insbesondere minimaler Umweltbelastung werden durch eine möglichst niedrige Ablufttemperatur und eine möglichst geringe Feuchtedifferenz des Tabakmaterials vor und nach der Trocknung sowie einen geringen Wasserdampfgehalt im Trocknungsgas repräsentiert.

Aus der DE 34 41 649 A1 ist ein Verfahren zum Reduzieren des Feuchtegehalts von expandiertem Tabak bekannt, bei dem der expandierte Tabak mit heißem Gas bei einer Temperatur innerhalb eines Bereichs von ungefähr 340 °C bis ungefähr 510 °C in einem Trockner getrocknet wird. Dabei ist die Verweilzeit innerhalb eines oder mehrerer hintereinander geschalteter Trockner so bemessen, daß ein Tabakerzeugnis mit einem Feuchtigkeitsgehalt von ungefähr 3 % bis ungefähr 16 %, bezogen auf das Gewicht am Trocknerausgang, erhalten wird. Insbesondere wird die Temperatur des Trocknungsgases innerhalb des Trockners konstant auf etwa 510 °C gehalten.

Durch die DE 31 47 846 A1 wird ein Verfahren zur Verbesserung der Füllfähigkeit von Tabakmaterial durch Expansion des feuchten Tabakmaterials durch Druckreduktion und anschließende Trocknung auf Verarbeitungfeuchte gelehrt. Dabei wird das Tabakmaterial mit einer Tabakfeuchte von 15 % bis 80 % auf einen Feuchtegehalt von 2 % bis 16 %, jeweils bezogen auf das feuchte Tabakmaterial, getrocknet. Die Temperatur des Trocknungsgases liegt zwischen 50 °C und 1 000 °C und beträgt bevorzugterweise über 100 °C. Eine Expansionsvorrichtung ist dabei stromauf von einer Trocknungsstrecke angeordnet und entweder von der Trocknungsstrecke getrennt oder mit ihr zu einer Einheit verbunden. Wegen der äußerst geringen Verweilzeit des zu trocknenden Tabakmaterials in der Expansionsvorrichtung kann die Trocknung innerhalb der Expansionsvorrichtung vernachlässigt werden.

Ein weiteres Verfahren zur Volumenvergrößerung von zerkleinerten Tabakrippen durch Imprägnieren mit einem mindestens Wasser enthaltenden Imprägniermittel mit anschließender Erhitzung der imprägnierten Tabakrippenteile mit einem gasförmigen, Wasserdampf enthaltenden Trocknungsgas ist aus der DE 30 37 885 A1 bekannt. Das Trocknungsgas weist eine Temperatur von etwa 105 °C bis etwa 250 °C auf. Die Tabakrippenteile werden mittels eines pneumatischen Transportsystems durch eine Expansionszone und eine Trocknungszone transportiert und mindestens etwa 10 Sekunden in der Expansions- und Trocknungszone gehalten sowie auf eine Endfeuchte von mindestens 12,5 Gew.-% getrocknet. Die Transportgeschwindigkeit der Tabakrippenteile wird vorzugsweise in vertikaler Richtung in einer Querschnittserweiterung der Trocknungszone so weit herabgesetzt, daß nur die Teile, die auf einem bestimmten Trocknungsgrad getrocknet sind, weiterbefördert werden.

Bei einem aus der DE 32 46 513 A1 bekannten Verfahren zum Trocknen und Auflockern von geschnittenem Tabak wird der Tabak in eine Rohrleitung eingeführt, durch die ein Gasstrom mit Dampf und Luft mit einer Geschwindigkeit von mehr als etwa 30 m/sec bei einer Temperatur im Bereich von etwa 260 °C bis 370 °C geleitet wird. Die Rohrleitung weist ein langgestrecktes Rohr mit einem ersten und einem zweiten Abschnitt in Tandemanordnung auf, wobei der erste Abschnitt einen kleineren Querschnitt besitzt als der zweite, so daß beim Hindurchströmen des Gases der Druck in diesem Bereich abnimmt. Der Tabak wird innerhalb dieses Rohres ständig beschleunigt, ohne jedoch die Geschwindigkeit des Gasstroms zu erreichen.

Zum Stand der Technik gehörende Verfahren zur Verbesserung der Füllfähigkeit von Tabakmaterial werden zum Teil in der Weise durchgeführt, daß der Tabak mit einer verdampfbaren Flüssigkeit oder einem verflüssigten Gas, zum Beispiel Wasser, CO₂, organische Lösungsmittel, Freon und dergleichen, imprägniert und dieses Imprägnierungsmittel anschließend schnell verdampft bzw. sublimiert wird. Diese Verfahren weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie zwar ein expandiertes Produkt mit erhöhter Füllfähigkeit liefern, die dabei erzeugte Tabakstruktur jedoch nicht besonders stabil ist. Vielmehr wird beispielsweise bei Cigaretten mit diesen Produkten ein sogenannter "Hot Collapse" beobachtet, wodurch das Zusammenbrechen der Tabakstruktur beim Abrauchen umschrieben wird.

Aus der DE-PS 31 30 778 ist ein Verfahren zur Erhöhung der Füllfähigkeit von Tabakmaterial durch eine sogenannte Schockbehandlung bekannt, bei dem entsprechend konditioniertes Tabakmaterial in einem Strom eines heißen und schnell strömenden Gases in sehr kurzer Zeit, nämlich in weniger als 1 Sekunde, getrocknet wird. Durch diese schockartige Behandlung trocknet die Tabakoberfläche innerhalb kürzester Zeit ab und bildet so eine Art Stützschaale für das noch feuchte Tabakinnere. Mit diesem Verfahren lassen sich zwar zufriedenstellende physikalische Produkteigenschaften erzielen, die chemisch-sensorischen und die ökonomisch-ökologischen Gesichtspunkte bleiben jedoch größtenteils außer acht.

Die Erfindung hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei dem die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden; dabei sollen insbesondere die physikalischen und chemisch-sensorischen Eigenschaften von Tabakmaterial für Zigarettenfüllungen verbessert und in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die mit einem solchen

5 Verfahren verbundene Belastung der Umwelt möglichst gering gehalten werden.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung werden durch die Merkmale der Unteransprüche offenbart.

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren erzielten Vorteile beruhen darauf, daß der lokale Wärmeübergangs- und der lokale Stoffübergangskoeffizient von vorbehandeltem, d. h. geschnittenem und befeuchtem Tabakmaterial, innerhalb einer Trocknungsstrecke, in der das Tabakmaterial zur Trocknung in einem Strom eines Heißgases geführt wird, von sehr hohen Werten zu Beginn der Trocknungsstrecke während deren Durchströmung ständig abnimmt und am stromabwärtigen Ende der Trocknungsstrecke nur noch vergleichsweise niedrige Werte aufweist. Dadurch wird, wie bei der bereits erwähnten Schockbehandlung, 15 die Oberfläche von geschnittenen einzelnen Tabakstücken sehr rasch fixiert, so daß für das noch feuchte Tabakmaterial eine als eine Art "Korsett" dienende Schale erzeugt wird. Im weiteren Verlauf des Trocknungsvorganges wird dann jedoch die Konvektion zwischen der Tabakoberfläche und des sie umgebenden Heißgases durch Verzögern der Strömungsgeschwindigkeit dieses Heißgases und des Tabakmaterials verringert und infolge davon der örtliche Wärmeübergangs- und Stoffübergangskoeffizient zwischen dem 20 Tabakmaterial und dem Heißgas vermindert. Diese Verfahrensführung gewährleistet einerseits, daß die anfänglich abgetrocknete und fixierte Oberfläche des im Feuchtprozeß vergrößerten Tabakfaservolumens im weiteren Verlauf der Trocknung trocken bleibt, obwohl ständig Feuchtigkeit aus dem Faserinneren an die fixierte Oberfläche nachdiffundiert, andererseits aber die Trocknung nicht so intensiv verläuft, daß das Tabakmaterial überhitzt und geschmacklich in unerwünschter Weise verändert werden könnte.

Nach der Erfindung wird die Verfahrensführung durch Spezifikation von Höchstgeschwindigkeit und Höchsttemperatur des Trocknungsgases am Ende der Trocknungsstrecke mitbestimmt. Dabei ist die erfindungsgemäße Angabe solcher Verfahrensparameter am Ausgang in engem Zusammenhang mit den Werten der gleichen Parameter an der Aufgabe in die Trocknungsstrecke zu sehen. Die Wertepaare von verfahrensbestimmenden Parametern an der Aufgabe und am Ende der Trocknungsstrecke sind das 30 Ergebnis einer Optimierung für die Durchführung der Tabaktrocknung unter Erfüllung von Zielfunktionen der physikalischen und chemisch-sensorischen Produkteigenschaften und hinsichtlich einer Energieeinsparung, was seinerseits der Verringerung von Umweltbelastungen zugutekommt. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch die Angabe von Wertepaaren in Form von Mindest- und Höchstwerten zu Beginn und am Ende des Trocknungsvorganges aus, während die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren 35 diesbezüglich lediglich recht vage bleiben und insbesondere solche wesentlichen Verfahrensparameter nicht für bestimmte Stellen innerhalb einer Trocknungsanlage angeben.

Desweiteren läßt sich durch ein relativ geringes Massenverhältnis von Trocknungsgas zu Tabakmaterial und der dadurch großen Wärme- und Stoffaustauschfläche ein rascher Temperaturabfall dieses Trocknungsgases erreichen. Somit wird der Überhitzung des Tabaks weiter entgegengewirkt. Der Energieverbrauch bei der Trocknung kann gering gehalten werden, weil die Menge des zu erheizenden Trocknungsgases vergleichsweise klein ist und, wie noch gezeigt werden wird, die damit verbundene niedrige Temperatur des Trocknungsgases am Ende des Trocknungsvorganges den Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert. Zweckmäßigerweise wird dieses Massenverhältnis von Trocknungsgas zu Tabak auf Werte zwischen 1 und 3 eingestellt.

Bei einer erfindungsgemäßen Steuerung des Verfahrens liegt der lokale Wärmeübergangskoeffizient zu Beginn der Trocknung zwischen 800 und 1000 J/sm²K und zum Ende der Trocknung zwischen 120 und 180 J/sm²K. Der lokale Stoffübergangskoeffizient als weiterer wesentlicher Verfahrensparameter beträgt bevorzugt 1 bis 2 m/s zu Beginn und 0,15 bis 0,25 m/s zum Ende der Trocknung.

Als weitere, die lokalen Wärme- und Stoffübergangskoeffizienten beeinflussende Größe wird die 50 Strömungsgeschwindigkeit des Heißgases beim Durchströmen der Trocknungsstrecke von einem Wert zwischen 30 und 100 m/s, vorzugsweise zwischen 40 und 100 m/s, auf höchstens noch 15 m/s, bevorzugt auf einen Wert zwischen 8 bis 15 m/s, verzögert.

Neben dem vergleichsweise hohen Tabakanteil im Gemischstrom aus Trocknungsgas und Tabakmaterial trägt, wie eine kurze Betrachtung der Energiebilanz zeigt, eine niedrige Temperatur des Trocknungsgases nach der Trocknung dazu bei, den Energieverlust gering zu halten. Unter Vernachlässigung der Energieverluste an die Umgebung und der Verdampfungswärme zum Verdampfen von Tabakinhaltsstoffen wird Energie hauptsächlich für die Verdampfung des im Tabakmaterial enthaltenden Wassers benötigt. Der zur Charakterisierung der Effizienz der Trocknung dienende thermische Wirkungsgrad läßt sich durch die

Formel

$$\text{thermischer Wirkungsgrad} = \frac{\text{verdampfte Wassermenge} * \text{Verdampfungswärme}}{\text{zugeführte Energie}}$$

darstellen. Aus der Energiebilanz ergibt sich die zugeführte Energie zu:

$$m c_p T_{\text{aus}} + \Delta m_W h_W$$

mit

- m : Abgasmenge
- c_p : mittlere spezifische Wärmekapazität des Abgases von 0 °C bis T_{aus}
- T_{aus} : Temperatur des Trocknungsgases am Ende der Trocknung
- Δm_W : verdampfte Wassermenge
- h_W : Verdampfungswärme von Wasser bei 0 °C

so daß sich für den thermischen Wirkungsgrad ergibt:

$$\eta_{th} = \frac{\Delta m_W h_W}{m c_p T_{\text{aus}} + \Delta m_W h_W}$$

Aus dieser einfachen Abschätzung wird deutlich, daß der thermische Wirkungsgrad um so besser ist, je geringer die Abluftmenge und -temperatur sind. Erfindungsgemäß soll die Ablufttemperatur unter 130 °C, vorzugsweise auf 100 °C bis 130 °C, eingestellt werden. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können so Wirkungsgrade von bis zu 85 %, jedoch wenigstens 80 %, erzielt werden.

Der in einer Trennungseinrichtung, beispielsweise einem Tangentialseparator oder einem Zyklon, vom getrockneten Tabak getrennte größere Teil des Trocknungsgases wird zur Reduzierung der Abgasmenge und/oder des Energieverbrauchs vorteilhafterweise über einen direkt oder aber indirekt beheizten Heißgaserzeuger erhitzt und für die neuerliche Trocknung wieder dem Kreislauf zugeführt. Um die Umweltbelastung durch Abgasemissionen so gering wie möglich zu halten, wird der verbleibende kleinere Teil des Trocknungsgases mit den darin verteilten, verdampften Tabakinhaltsstoffen erfindungsgemäß in einer biologischen Abgasreinigung umweltverträglich aufbereitet, wobei deren Investitions- und Betriebskosten in etwa einfach proportional mit der zu reinigenden Abgasmenge steigen.

Weitere Merkmale der Erfindung und damit erzielbare Vorteile werden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und der Zeichnung offenbart.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Trocknungsvorrichtung.

Über eine Zuführung 2 gelangt geschnittenes Tabakmaterial in eine Befeuchtungseinrichtung 4, der über eine Zuführung 6 Wasser zugeführt wird.

Die Befeuchtungseinrichtung 4 kann beispielsweise durch eine Feuchttrommel oder einen Feuchttunnel gebildet sein. In der Befeuchtungseinrichtung 4 wird das Tabakmaterial auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 18 % bis 40 %, auf Feuchtbasis bezogen, gebracht. Durch den daraufhin erfolgenden Quellvorgang vergrößert sich das Volumen des Tabakmaterials. Das Ergebnis dieser Feuchtebehandlung kann zusätzlich mittels Wasserdampf 5 noch verbessert werden.

Anschließend wird das gefeuchtete Tabakmaterial über eine gasdichte Schleuse 8 in eine pneumatische Trocknungsstrecke 12 gefördert. Die Trocknungsstrecke 12 besteht im wesentlichen aus zwei senkrecht stehenden, miteinander verbundenen Abschnitten 10, 14. Am Aufgabepunkt 9 der Trocknungsstrecke 12 wird das Tabakmaterial in einen Strom eines Trocknungsgases eingeleitet, der die in der dargestellten Vorrichtung senkrecht stehende Trockenstrecke 12 von oben nach unten durchströmt. Neben dem hier erläuterten Verfahren, bei dem das Tabakmaterial und das Trocknungsgas im Abstrom geführt werden, kann eine solche Trocknungsstrecke 12 grundsätzlich beliebig orientiert sein.

Am Aufgabepunkt 9 beträgt die Temperatur des zuvor in dem Heißgaserzeuger 20 erhitzten Trocknungsgases 200 °C bis 600 °C und seine Strömungsgeschwindigkeit 40 bis 100 m/s. Dabei weist das Trocknungsgas am Aufgabepunkt 9 einen Wasserdampfgehalt von 20 bis 90 Massenprozent auf, und das

Massenverhältnis von Trocknungsgas zu Tabakmaterial liegt hier zwischen 1 und 3, wobei sich diese Werte nach der Formel

$$\frac{\text{Massenstrom Tabakmaterial}}{\text{Massenstrom Heißgas}} \times 100 = \text{Massenprozent}$$

berechnen. Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeit des Trocknungsgases zum Tabakmaterial in Verbindung der hohen Trocknungsgastemperatur sowie dessen Wasserdampfgehalt ergibt sich kurzzeitig an dieser Stelle ein extrem hoher lokaler Wärme- und Stoffaustausch zwischen dem Trocknungsgas und dem befeuchteten Tabakmaterial. Hierbei stellt sich der Wärmeübergangskoeffizient α zu etwa 800 bis 1200 J/sm²K und der Stoffübergangskoeffizient β zu etwa 1 bis 2 m/s ein. Der hohe Wärme- und Stoffaustausch führt zu einer oberflächlichen Abtrocknung und Fixierung des im Feuchteprozeß gequollenen Tabakfaservolumens. Im weiteren Verlauf wird die Trocknung nun so gesteuert, daß einerseits die Tabakoberfläche trocken bleibt, um das Erweichen der fixierten Oberfläche durch nachdiffundierendes Wasser aus dem Faserinneren zu vermeiden, andererseits ist die Trocknung jedoch nicht zu intensiv, um einer eventuellen Überhitzung und der damit verbundenen geschmacklich negativen Beeinflussung des Tabaks vorzubeugen. Um dies zu vermeiden, wird das Tabakmaterial in dem kurzen ersten Abschnitt 10 der Trocknungsstrecke 12, der als einfaches Rohrstück ausgebildet sein kann, auf annähernd Trocknungsgasgeschwindigkeit, lediglich um die Sinkgeschwindigkeit der Tabakpartikel voroder nacheilend, beschleunigt. Durch die abnehmende Relativgeschwindigkeit zwischen Trocknungsgas und Tabakmaterial nimmt der Wärme- und Stoffaustausch während des Beschleunigungsvorganges ständig ab. In dem sich anschließenden zweiten Abschnitt 14 der Trocknungsstrecke 12 werden das Trocknungsgas und gemeinsam damit das Tabakmaterial verzögert und dadurch die Konvektion an der Tabakoberfläche weiter verringert. Während des Verzögerungsvorganges nimmt die Relativgeschwindigkeit und damit der Wärme- und Stoffaustausch zwischen dem Tabakmaterial und dem Heißgas mit fortschreitender Trocknung kontinuierlich ab. Zu diesem Zweck weist der Abschnitt 14 der Trocknungsstrecke 12 an seinem stromabwärtigen Ende eine Querschnittsfläche auf, die drei- bis fünfmal so groß ist wie die Querschnittsfläche des Abschnitts 10. Somit stellt sich an diesem stromabwärtigen Ende des Abschnitts 14 ein lokaler Wärmeübergangskoeffizient $\alpha = 120$ bis 180 J/sm²K und ein lokaler Stoffübergangskoeffizient $\beta = 0,15$ bis 0,25 m/s, sowie eine Tabakfeuchte von 12 % bis 15 %, bezogen auf Feuchtbasis, eine Trocknungsgastemperatur von 100 °C bis 130 °C und eine Trocknungsgasgeschwindigkeit von 8 bis 15 m/s ein.

Ferner wird die Reduzierung der lokalen Wärme- und Stoffübergangskoeffizienten innerhalb der Trocknungsstrecke 12 durch das niedrige Massenverhältnis von 1 bis 3 von Trocknungsgas zu Tabakmaterial und der, als Folge davon, großen Wärme- und Stoffaustauschfläche begünstigt.

Zur Erhöhung des Wasserdampfgehaltes des Trocknungsgases kann Wasserdampf 27 über ein Absperrventil 31 zusätzlich in den Kreislauf des Trocknungsgases eingespeist werden. Diese Maßnahme kann jedoch bei sorgfältiger Abdichtung des Kreislaufs gegen Falschluf vermieden werden.

Das getrocknete Tabakmaterial wird nun über eine Trennungseinrichtung 16, beispielsweise einen Zyklon oder einen Tangentialseparator, von dem Trocknungsgas getrennt und über eine weitere gasdichte Schleuse 18 aus der Trocknungsvorrichtung 1 ausgetragen.

Das von dem Tabakmaterial in der Trennungseinrichtung 16 getrennte Trocknungsgas wird durch einen Ventilator 22, eine Leitung 38, 42, 44 zu dem Heißgaserzeuger 20 geführt und auf die ursprüngliche Trocknungsgastemperatur von 200 °C bis 600 °C erwärmt. Dieser Heißgaserzeuger 20 kann wahlweise direkt oder indirekt beheizt werden, so daß der über die Leitung 44 zurückgeführte Trocknungsgasstrom sowohl direkt mit zusätzlichem heißen Trocknungsgas gemischt als auch in in direktem Wärmetausch mit einem geeigneten Wärmedium erwärmt werden kann, wobei heißes Trocknungsgas auch als ein solches Wärmedium eingesetzt sein kann.

Ein kleinerer Teil des Trocknungsgases, nämlich die Abgasmenge, wird an der Stelle 36 von einem Ventilator 24 über eine Abgasleitung 29 und ein Regelventil 30 einem Gaswäscher 28 und anschließend einer biologischen Abgasreinigung 29 zugeführt.

Patentansprüche

55

1. Trocknungsverfahren zur Füllfähigkeitssteigerung von Tabakmaterial, bei dem
 - a) das geschnittene und befeuchtete Tabakmaterial in einem Trocknungsgasstrom befördert, innerhalb einer röhrenförmigen Trocknungsstrecke (12) getrocknet und anschließend vom Trocknungsgas

Massenverhältnis von Trocknungsgas zu Tabakmaterial liegt hier zwischen 1 und 3, wobei sich diese Werte nach der Formel

$$\frac{\text{Massenstrom Tabakmaterial}}{\text{Massenstrom Heißgas}} \times 100 = \text{Massenprozent}$$

berechnen. Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeit des Trocknungsgases zum Tabakmaterial in Verbindung der hohen Trocknungsgastemperatur sowie dessen Wasserdampfgehalt ergibt sich kurzzeitig an dieser Stelle ein extrem hoher lokaler Wärme- und Stoffaustausch zwischen dem Trocknungsgas und dem befeuchteten Tabakmaterial. Hierbei stellt sich der Wärmeübergangskoeffizient α zu etwa 800 bis 1200 J/sm²K und der Stoffübergangskoeffizient β zu etwa 1 bis 2 m/s ein. Der hohe Wärme- und Stoffaustausch führt zu einer oberflächennähe Abtrocknung und Fixierung des im Feuchteprozeß gequollenen Tabakfaservolumens. Im weiteren Verlauf wird die Trocknung nun so gesteuert, daß einerseits die Tabakoberfläche trocken bleibt, um das Erweichen der fixierten Oberfläche durch nachdiffundierendes Wasser aus dem Faserinneren zu vermeiden, andererseits ist die Trocknung jedoch nicht zu intensiv, um einer eventuellen Überhitzung und der damit verbundenen geschmacklich negativen Beeinflussung des Tabaks vorzubeugen. Um dies zu vermeiden, wird das Tabakmaterial in dem kurzen ersten Abschnitt 10 der Trocknungsstrecke 12, der als einfaches Rohrstück ausgebildet sein kann, auf annähernd Trocknungsgasgeschwindigkeit, lediglich um die Sinkgeschwindigkeit der Tabakpartikel voroder nachteilig, beschleunigt. Durch die abnehmende Relativgeschwindigkeit zwischen Trocknungsgas und Tabakmaterial nimmt der Wärme- und Stoffaustausch während des Beschleunigungsvorganges ständig ab. In dem sich anschließenden zweiten Abschnitt 14 der Trocknungsstrecke 12 werden das Trocknungsgas und gemeinsam damit das Tabakmaterial verzögert und dadurch die Konvektion an der Tabakoberfläche weiter verringert. Während des Verzögerungsvorganges nimmt die Relativgeschwindigkeit und damit der Wärme- und Stoffaustausch zwischen dem Tabakmaterial und dem Heißgas mit fortschreitender Trocknung kontinuierlich ab. Zu diesem Zweck weist der Abschnitt 14 der Trocknungsstrecke 12 an seinem stromabwärtigen Ende eine Querschnittsfläche auf, die drei- bis fünfmal so groß ist wie die Querschnittsfläche des Abschnitts 10. Somit stellt sich an diesem stromabwärtigen Ende des Abschnitts 14 ein lokaler Wärmeübergangskoeffizient $\alpha = 120$ bis 180 J/sm²K und ein lokaler Stoffübergangskoeffizient $\beta = 0,15$ bis 0,25 m/s, sowie eine Tabakfeuchte von 12 % bis 15 %, bezogen auf Feuchtbasis, eine Trocknungsgastemperatur von 100 °C bis 130 °C und eine Trocknungsgasgeschwindigkeit von 8 bis 15 m/s ein.

Ferner wird die Reduzierung der lokalen Wärme- und Stoffübergangskoeffizienten innerhalb der Trocknungsstrecke 12 durch das niedrige Massenverhältnis von 1 bis 3 von Trocknungsgas zu Tabakmaterial und der, als Folge davon, großen Wärme- und Stoffaustauschfläche begünstigt.

Zur Erhöhung des Wasserdampfgehaltes des Trocknungsgases kann Wasserdampf 27 über ein Absperrventil 31 zusätzlich in den Kreislauf des Trocknungsgases eingespeist werden. Diese Maßnahme kann jedoch bei sorgfältiger Abdichtung des Kreislaufs gegen Falschluf vermieden werden.

Das getrocknete Tabakmaterial wird nun über eine Trennungseinrichtung 16, beispielsweise einen Zyklon oder einen Tangentialseparator, von dem Trocknungsgas getrennt und über eine weitere gasdichte Schleuse 18 aus der Trocknungsvorrichtung 1 ausgetragen.

Das von dem Tabakmaterial in der Trennungseinrichtung 16 getrennte Trocknungsgas wird durch einen Ventilator 22, eine Leitung 38, 42, 44 zu dem Heißgaserzeuger 20 geführt und auf die ursprüngliche Trocknungsgastemperatur von 200 °C bis 600 °C erwärmt. Dieser Heißgaserzeuger 20 kann wahlweise direkt oder indirekt beheizt werden, so daß der über die Leitung 44 zurückgeführte Trocknungsgasstrom sowohl direkt mit zusätzlichem heißen Trocknungsgas gemischt als auch in in direktem Wärmetausch mit einem geeigneten Wärmedium erwärmt werden kann, wobei heißes Trocknungsgas auch als ein solches Wärmedium eingesetzt sein kann.

Ein kleinerer Teil des Trocknungsgases, nämlich die Abgasmenge, wird an der Stelle 36 von einem Ventilator 24 über eine Abgasleitung 29 und ein Regelventil 30 einem Gaswäscher 28 und anschließend einer biologischen Abgasreinigung 29 zugeführt.

Patentansprüche

1. Trocknungsverfahren zur Füllfähigkeitssteigerung von Tabakmaterial, bei dem
 - a) das geschnittene und befeuchtete Tabakmaterial in einem Trocknungsgasstrom befördert, innerhalb einer röhrenförmigen Trocknungsstrecke (12) getrocknet und anschließend vom Trocknungsgas



getrennt wird,

b) das Trocknungsgas an einer Aufgabe (9) in die Trocknungsstrecke (12) eine Temperatur von mindestens 200 °C und eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 30 m/s besitzt, und

c) die Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases in der Trocknungsstrecke (12) verringert wird,

dadurch gekennzeichnet,

d) daß die Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases an der Aufgabe (9) höchstens 100 m/s beträgt;

e) daß zur Verringerung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten und des lokalen Stoffübergangskoeffizienten zwischen der Oberfläche des Tabakmaterials und dem umgebenden Trocknungsgas mit der Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases auch die Strömungsgeschwindigkeit des Tabakmaterials in der Trocknungsstrecke (12) verringert wird;

f) daß die Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases am Ende der Trocknungsstrecke (12) höchstens 15 m/s beträgt; und

g) daß das Trocknungsgas am Ende der Trocknungsstrecke (12) eine Temperatur von höchstens 130 °C aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der lokale Wärmeübergangskoeffizient zu Beginn der Trocknung 800 bis 1000 J/sm²K und zum Ende der Trocknung 120 bis 180 J/sm²K beträgt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der lokale Stoffübergangskoeffizient zu Beginn der Trocknung 1 bis 2 m/s und zum Ende der Trocknung 0,15 bis 0,25 m/s beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Massen von Trocknungsgas zu Tabakmaterial während der Trocknung 1 bis 3 beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknungsgas zum Ende der Trocknungsstrecke (12) eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 8 m/s aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verzögern der Strömungsgeschwindigkeit des Gemisches aus Trocknungsgas und Tabakmaterial durch Querschnittserweiterung und/oder Temperaturniedrigung erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erniedrigung des lokalen Wärmeübergangskoeffizienten und des lokalen Stoffübergangskoeffizienten in weniger als 1 Sekunde erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknungsgas zum Beginn der Trocknung einen Wasserdampfgehalt von 20 bis 90 Massenprozent aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Trocknungsgas Wasserdampf zugeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknungsgas zu Beginn der Trocknungsstrecke (12) eine Temperatur von höchstens 600 °C und am Ende der Trocknungsstrecke (12) eine Temperatur von mindestens 100 °C aufweist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Tabak zu Beginn der Trocknung einen Feuchtegehalt von 18 % bis 40 % und das getrocknete Tabakmaterial einen Feuchtegehalt von 12 % bis 15 %, jeweils bezogen auf das feuchte Tabakmaterial, aufweisen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der thermische Wirkungsgrad der Trocknung zumindest 80 % beträgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch aus Trocknungsgas und Tabakmaterial nach der Trocknung getrennt und ein größerer Teil des Trocknungsgases wieder dem Trocknungsvorgang zugeführt wird; vorzugsweise wird ein kleinerer Teil des



Trocknungsgases in einer biologischen Abgasreinigung gereinigt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Trocknungsvorgang zuzuführende Trocknungsgas in einem Heißgaserzeuger (20), der wahlweise direkt oder indirekt beheizbar ist, auf seine Betriebstemperatur erwärmt wird.
15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases eine röhrenförmige Trocknungsstrecke (12) zur Führung des Gemisches aus Trocknungsgas und Tabakmaterial verwendet wird, die an ihrem stromabwärtigen Ende (15) eine Querschnittsfläche aufweist, die drei- bis fünfmal so groß ist wie die Querschnittsfläche an dem stromaufwärtigen Ende (9) der Trocknungsstrecke (12).

Claims

1. A drying process for increasing the filling capacity of tobacco material in which
 - a) the cut and moistened tobacco material is conveyed in a drying gas flow, dried within a tubular drying section (12) and thereafter separated from the drying gas,
 - b) the drying gas at a feed means (9) into said drying section (12) has a temperature of at least 200 °C and a flow velocity of at least 30 m/s and
 - c) the flow velocity of the drying gas is reduced in said drying section (12) characterized in
 - d) that the flow velocity of the drying gas at said feed means (9) is at the most 100 m/s;
 - e) that to reduce the local heat-transfer coefficient and the local mass-transfer coefficient between the surface of the tobacco material and the surrounding drying gas with the reduction of the flow velocity of the drying gas the flow velocity of the tobacco material in said drying section (12) is also reduced;
 - f) that the flow velocity of the drying gas at the end of said drying section (12) is at the most 15 m/s; and
 - g) that the drying gas at the end of said drying section (12) has a temperature of at the most 130 °C.
2. The process as set forth in claim 1, characterized in that the local heat-transfer coefficient at the start of the drying is 800 to 1000 J/sm²K and at the end of the drying is 120 to 180 J/sm²K.
3. The process as set forth in any of the claims 1 or 2, characterized in that the local mass-transfer coefficient at the start of the drying is 1 to 2 m/s and at the end of the drying is 0.15 to 0.25 m/s.
4. The process as set forth in any of the claims 1 to 3, characterized in that the ratio of the masses of drying gas to tobacco material during the drying is 1 to 3.
5. The process as set forth in any of the claims 1 to 4, characterized in that the drying gas has at the end of said drying section (12) a flow velocity of at least 8 m/s.
6. The process as set forth in any of the claims 1 to 5, characterized in that the retardation of the flow velocity of the mixture of drying gas and tobacco material is effected by cross-sectional widening and/or temperature reduction.
7. The process as set forth in any of the claims 1 to 6, characterized in that the reduction of the local heat-transfer coefficient and of the local mass-transfer coefficient takes place in less than 1 second.
8. The process as set forth in any of the claims 1 to 7, characterized in that, at the start of drying, the drying gas has a water vapor content of 20 to 90 mass percent.
9. The process as set forth in any of the claims 1 to 8, characterized in that water vapor is supplied to the drying gas.



10. The process as set forth in any of the claims 1 to 9,
characterized in that at the start of said drying section (12) the drying gas has a temperature of at the most 600 °C and at the end of said drying section (12) has a temperature of at least 100 °C.
- 5 11. The process as set forth in any of the claims 1 to 10,
characterized in that the tobacco at the start of the drying has a moisture content of 18% to 40% and the dried tobacco content has a moisture content of 12% to 15%, in each case with respect to the moist tobacco material.
- 10 12. The process as set forth in any of the claims 1 to 11,
characterized in that the thermal efficiency of the drying is at least 80%.
13. The process as set forth in any of the claims 1 to 12,
characterized in that the mixture of drying gas and tobacco material is separated after the drying and a
15 major proportion of the drying gas is returned to the drying operation, and preferably a minor proportion of the drying gas is purified in a biological exhaust purification apparatus.
14. The process as set forth in any of the claims 1 to 13,
characterized in that the drying gas to be supplied to the drying operation is heated to its operating
20 temperature in a hot gas generator which is heatable selectively directly or indirectly.
15. The process as set forth in any of the preceding claims,
characterized in that to reduce the flow velocity of the drying gas a tubular drying section (12) for
conducting the mixture of drying gas and tobacco material is employed, having at its downstream end
25 (14) a cross-sectional area which is 3 to 5 times larger than the cross-sectional area at the upstream end (9) of said drying section (12).

Revendications

- 30 1. Procédé de séchage pour augmenter la capacité de remplissage de matériau de tabac, dans lequel :
- a) le matériau de tabac coupé et humidifié est véhiculé dans un flux de gaz de séchage, séché à l'intérieur d'un tronçon de séchage tubulaire (12), et ensuite séparé du gaz de séchage,
- b) le gaz de séchage possède, en un point d'alimentation (9) dans le tronçon de séchage (12), une température d'au moins 200 °C et une vitesse d'écoulement d'au moins 30 m/s, et
- 35 c) la vitesse d'écoulement du gaz de séchage dans le tronçon de séchage (12) est abaissée, caractérisé en ce que :
- d) la vitesse d'écoulement du gaz de séchage au niveau du point d'alimentation (9) est de maximum 100 m/s;
- e) on abaisse également la vitesse d'écoulement du matériau de tabac dans le tronçon de séchage
40 (12) pour diminuer le coefficient de transfert de chaleur local et le coefficient de transfert de matière local entre la surface du matériau de tabac et le gaz de séchage environnant, en réduisant la vitesse d'écoulement du gaz de séchage;
- f) la vitesse d'écoulement du gaz de séchage à la fin du tronçon de séchage (12) est de maximum 15 m/s; et
- 45 g) le gaz de séchage présente, à la sortie du tronçon de séchage (12) une température de 130 °C, maximum.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le coefficient de transfert de chaleur local est de 800 à 1000 J/sm²K au début du séchage, et de 120 à 180 J/sm²K en fin de séchage.
- 50 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le coefficient de transfert de matière local est de 1 à 2 m/s au début du séchage, et de 0,15 à 0,25 m/s en fin de séchage.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le rapport de la masse du gaz de séchage à celle du matériau de tabac pendant le séchage est compris dans l'intervalle allant de 1 à 3.
- 55 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz de séchage présente, à la fin du tronçon de séchage (12), une vitesse d'écoulement d'au moins 8 m/s.



6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le ralentissement de la vitesse d'écoulement du mélange composé de gaz de séchage et de matériau de tabac est réalisé par une augmentation de section et/ou un abaissement de la température.
- 5 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la baisse du coefficient de transfert de chaleur local et du coefficient de transfert de matière local s'effectue en moins d'1 seconde.
- 10 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le gaz de séchage présente, au début du séchage, une teneur en vapeur d'eau de 20 à 90 pour cent en masse.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que de la vapeur d'eau est conduite dans le gaz de séchage.
- 15 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le gaz de séchage présente une température de 600 °C, maximum, à l'entrée du tronçon de séchage (12), et une température d'au moins 100 °C à la sortie du tronçon de séchage (12).
- 20 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le tabac présente une teneur en humidité de 18 à 40 % au début du séchage, et le matériau de tabac séché, une teneur en humidité de 12 à 15 %, toujours par rapport au matériau de tabac humide.
- 25 12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le rendement thermique du séchage est d'au moins 80 %.
- 30 13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le mélange composé de gaz de séchage et de matériau de tabac est séparé après le séchage, et en ce qu'une majeure partie du gaz de séchage est réalimentée dans le processus de séchage; de préférence, une petite partie du gaz de séchage est purifiée dans une installation d'épuration biologique des gaz usés.
- 35 14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le gaz de séchage devant être apporté pour l'opération de séchage est chauffé à sa température de service dans un générateur de gaz chaud (20), qui peut être à chauffage direct ou indirect, au choix.
- 40 15. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour réduire la vitesse d'écoulement du gaz de séchage, on utilise un tronçon de séchage tubulaire (12) pour guider le mélange composé de gaz de séchage et de matériau de tabac, qui présente à son extrémité aval (15), une aire de section transversale qui est trois à cinq fois plus grande que l'aire de la section transversale à l'extrémité amont (9) du tronçon de séchage (12).
- 45
- 50
- 55

