



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 600 525 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93120770.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F27B 7/16, F26B 11/04, F27B 7/34**

22 Anmeldetag: **23.12.93**

30 Priorität: **18.05.93 CH 1500/93**

72 Erfinder: **The designation of the inventor has not yet been filed**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.06.94 Patentblatt 94/23**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE FR GB IT LI NL**

74 Vertreter: **Roshardt, Werner Alfred et al  
Dr. R. Keller + Partner  
Patentanwälte  
Marktgasse 31  
Postfach  
CH-3000 Bern 7 (CH)**

71 Anmelder: **U. Ammann Maschinenfabrik AG  
Eisenbahnstrasse 25  
CH-4900 Langenthal(CH)**

54 **Verfahren zum Trocknen und/oder Erwärmen von rieselfähigem Material und Vorrichtung hierzu.**

57 Die Vorrichtung (1) zum Trocknen und/oder Erwärmen von rieselfähigem Material für die Asphaltherstellung hat eine drehbare Brenntrommel (11), welche für das zu trocknende und umzulagernde Material Halteeinbauten aufweist. Die Brenntrommel (11) hat ein koaxial zur Brenntrommelachse (23b) angeordnetes zylinderförmiges, die Brennerflamme radial und axial umschließendes erstes Rohr (25a), dessen Innenwandung glatt und ohne Inneneinbauten im Flammenbereich ausgebildet ist.

Da der Mantel des inneren Rohrs (25a) der Brenntrommel (11) geschlossen ist, das Material nur auf dessen Außenmantel sich befindet, d. h. der

Brennerinnenraum vom Material durch die Rohrwand getrennt ist, ist der Brennerinnenraum mit der Brennerflamme staubfrei. Hierdurch ergibt sich ein einwandfreier, leicht zu handhabender Verbrennungsvorgang, der schadstoffarm abläuft. Durch die glatte Innenwandung des inneren Rohrs (25a) wird sporadisch eingebrachtes (eingespritztes) Spritzmaterial aus der Vortrommel (9) bzw. dem Übergang (10) zur Brenntrommel (11) wieder durch einen koaxialen Schlitz am Rohrende ausgeschieden. Auch durch dieses wenige Spritzmaterial kann keine Beeinträchtigung der Verbrennung erfolgen.

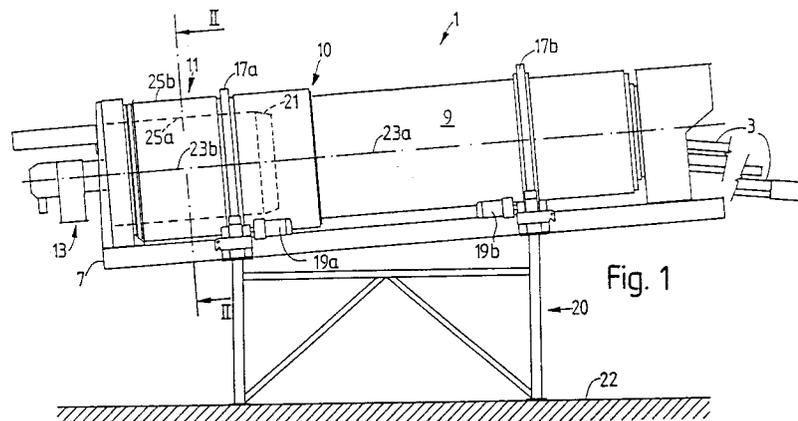


Fig. 1

EP 0 600 525 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5.

In der DE-A 38 15 104 ist eine Vorrichtung zum Trocknen von rieselfähigem Material, wie es insbesondere in der Asphaltherstellung benötigt wird, für Produktionstemperaturen von 180 bis 400 °C beschrieben. Die bekannte Vorrichtung hatte eine drehend angetriebene Brenntrommel, welche durch eine Brennerflamme mittig beheizt wurde. Eine derartige Anordnung wird auch als Drehofen bezeichnet. Innerhalb der Brenntrommel waren Halteeinbauten angeordnet, mit denen das Material unter Durchmischung und Erwärmung um die Brennerflamme herum transportiert wurde. Die Halteeinbauten bestanden aus z-förmig gebogenen Laschen, welche mit einem Laschenfuß an einer Rohrwandung befestigt waren. Die Zwischenräume der äußeren Laschenfüsse waren mit ebenen, sich überlappenden Platten derart überbrückt, daß auf der Verbindung der beiden Laschenfüsse und auf der Rohrwandung liegendes Material nur während der Abwärtsbewegung auf den Platten gleitet, ohne durch die Brennerflamme zu fallen. Fällt Material auf die der Brennerflamme zugewandten Halteeinbauten, so verbleibt es im Brenntrommelgrund.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei der Trocknung von rieselfähigem Material für die Asphaltherstellung eine Verbrennung mit einem hohen wärmetechnischen Wirkungsgrad bei geringem Schadstoffausstoß ohne Gefahr einer Brenntrommelüberhitzung zu schaffen.

Obige Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

Da der Mantel des inneren Rohrs der Brenntrommel geschlossen ist, das Material nur auf dessen Außenmantel sich befindet, d. h. der Brennerinnenraum vom Material durch die Rohrwand getrennt ist, ist der Brennerinnenraum mit der Brennerflamme staubfrei. Hierdurch ergibt sich ein einwandfreier, leicht zu handhabender Verbrennungsvorgang, der schadstoffarm abläuft. Durch die glatte Innenwandung des inneren Rohrs wird sporadisch eingebrachtes (ingespritztes) Spritzmaterial aus der Vortrommel bzw. dem Übergang zur Brenntrommel wieder durch einen coaxialen Schlitz am Rohrende ausgeschieden. Auch durch dieses wenige Spritzmaterial kann keine Beeinträchtigung der Verbrennung erfolgen.

Durch die besondere Halterung eines inneren Rohrs kann ein schnelles Aufheizen und Abkühlen der Brenntrommel beim An- und Ausfahren der Anlage erreicht werden, ohne daß thermische Belastungen auftreten, welche der Vorrichtung schaden können. Es kann lediglich eine geringfügige elastische Verformung auftreten, welche sowohl das in-

tere wie auch das äußere Rohr der Brenntrommel gegenüber ihrer zylindrischen Form im kalten Zustand in eine leicht "mehreckige" Form je nach Anzahl verwendeter Stützen verspannt. Durch die gewählte Konstruktion ist ein einfacher Aus- und Einbau des inneren Rohrs der Brenntrommel aufgrund von Abrasionsverschleiß durch das rieselnde Material möglich. Schnelle Temperaturänderungen beim An- und Ausfahren der Vorrichtung sind ferner durch die geringe Wärmekapazität des inneren Rohrs sowie der Halteeinbauten erreichbar.

Da so gut wie kein Material und Staub in den Verbrennungsraum eindringen bzw. in das innere Rohr der Brenntrommel hereingespritzte einzelne Materialteilchen diese schnell wieder verlassen, erfolgt eine Verbrennung mit hohem wärmetechnischen Wirkungsgrad bei geringem Schadstoffausstoß; ferner kann ein "Verbrennen" des Materials auch nicht mehr erfolgen.

Durch die bevorzugte Ausgestaltung des freien Brenntrommelendes mit einem konischen Einzug wird die Brennerflamme derart geformt, daß eine Rückführung und Verwirbelung von Verbrennungsgasen zur noch besseren Verbrennung erfolgt.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der Vorrichtung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zum Trocknen und Mischen von rieselfähigem Material für die Asphaltherstellung,

Fig. 2 einen Querschnitt durch die in **Figur 1** gestrichelt angedeutete Brenntrommel in gegenüber **Figur 1** vergrößerter Darstellung entlang des Schnittes II - II in **Figur 1**,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Variante der Brenntrommel in gegenüber **Figur 2** verkleinerter Darstellung,

Fig. 4 einen axialen Längsschnitt durch ein inneres und äußeres Rohr der Brenntrommel in größerer Darstellung, wobei zur Vereinfachung die Halteeinbauten für das zu trocknende Material weggelassen wurden,

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung im geänderten Maßstab von zwischen der Vor- und der Brenntrommel der Vorrichtung angeordneten Überleitelementen für das rieselfähige Material,

Fig. 6 einen schematischen, vereinfachten axialen Längsschnitt durch Brenn- und Vortrommel, wobei die Überleitelemente und Hitzeschilder nicht dargestellt sind,

Fig. 7 einen schematischen Querschnitt durch die Brenntrommel zur Darstel-

lung einer Lagerungsvariante des inneren Rohres im äußern, wobei hier Halteeinbauten nicht dargestellt sind und

Fig. 8 einen schematischen, vereinfachten axialen Längsschnitt durch die Brenn- und Vortrommel, wobei hier insbesondere die Einleitung von Verbrennungs- und Zuluft in die Brenntrommel dargestellt ist.

Die in **Figur 1** dargestellte Vorrichtung **1** zum Trocknen und Mischen von rieselfähigem Material **2** arbeitet im sogenannten Gegenstrombetrieb, d. h. das zu trocknende Material **2** wird auf der rechten Seite in **Figur 1** mit einem Förderband **3** eingebracht und läuft dann zuerst gegen die heißen Flammenabgase und dann auf dem Mantel eines durch die Flammengase **5** erhitzten Rohres **25a** zum Materialausgang **7**.

Vom Förderband **3** kommend durchwandert das Material **2** eine auf ihrer Innenwandung drei Reihen Streuschaufeln **6** aufweisende Vortrommel **9**, von der es dann über zur Vortrommelachse schräg verlaufende Überleitungselemente **8** (**Figur 5**) am Ort **10** zur gestrichelt dargestellten Brenntrommel **11** übergeführt wird. Die Überleitelemente **8** sind auf Hitzeabschirmplatten **12** als Hitzeabschirmelemente angeordnet, welche die Wärme der Brennerflamme von dem äußeren Rohr **25b** der Brenntrommel **11** fernhalten soll. In der Vortrommel **9** wird das Material **2** durch die Streuschaufeln **6** emporgehoben und fällt als Vorhang durch die von der Brennerflamme **5** erzeugten heißen Abgase. Durch das Emporheben und Herunterfallen wird das Material **2** infolge der Neigung der Achsen **23a** und **23b** von Brenn- und Vortrommel **11** und **9** um  $4^\circ$ , wie unten erläutert, in Richtung Brenntrommel **11** befördert. Die schräggestellten Überleitelemente fangen das Material **2** des Vorhangs auf und schieben es unter Beschleunigung von der Vortrommel **9** in die Brenntrommel **11** zwischen die beiden koaxialen, zylindrischen Rohre **25a** und **25b** ein.

Das innere (erste) Rohr **25a** weist eine glatte Innenfläche ohne jegliche Einbauten auf. Die Vortrommel **9** und das äußere **25b** der beiden Rohre **25a** und **25b** sind miteinander verbunden und liegen drehbar auf zwei Laufringen **17a** und **17b** auf, welche über zwei Elektromotore **19a** und **19b** angetrieben werden.

Analog zum Ort **10** weist die Vortrommel **9** am Ort des Materialeintrags durch das Förderband **3** ebenfalls schräg an der Wandung der Vortrommel **9** angeordnete Überleitelemente auf.

Die Vorrichtung **1** ist auf einem Gestell **20** derart montiert, daß die Achsen **23a** und **23b** von Vortrommel **9** und Brenntrommel **11** miteinander fluchten und von der Brenneranordnung **13** zum Förderband **3** hin gegenüber der horizontalen Ab-

stellebene **22** der Vorrichtung schräg nach oben, bevorzugt unter  $4^\circ$ , geneigt sind.

Das Rohr **25a** ist an seinem entgegengesetzten freien Endbereich **21**, bevorzugt beginnend nach **80%** bis **90%**, hier bei **90%** der Brenntrommellänge konisch nach innen gezogen. Der konische, nach innen bis auf **90%** des ursprünglichen Durchmessers gezogene Endbereich **21** dient dazu, den Flammendurchmesser in der Flammenspitze zu reduzieren, damit eine Rückführung und Verwirbelung von Verbrennungsgasen, insbesondere mit der unten beschriebenen Zuluft **52**, zur noch besseren Verbrennung erfolgen kann. Der eingezogene, ringförmige Endbereich **21** verleiht dem Rohr **25a**, welches durch die Erwärmung der Brennerflamme **5** stark belastet wird, eine hohe mechanische Festigkeit; auch wird hierdurch Spritzmaterial aus der Vortrommel **9** zurückgehalten. Die Flammenlänge wird so eingestellt, daß sie keinesfalls in den Rieselvorhang am Vortrommelende hineinragt. Die Flamme endet in bevorzugter Weise innerhalb des Rohres **25a**.

Das innere Rohr **25a** der Brenntrommel **11** mit einem Innendurchmesser von **2 m** und einer Rohrlänge von **3 m**, wobei diese Angaben nur beispielsweise Ausführungsformen darstellen, ruht auf mehreren, radialen Ringen **24**, von denen einer in **Figur 2** und zwei in **Figur 4** dargestellt sind. Zur besseren Darstellung der Halterung des inneren Rohres **25a** wurden die Schaufeln **33a** und **33b** für den Materialtransport nicht dargestellt. Das innere Rohr **25a** liegt auf den Ringen **24** auf und kann sich somit infolge thermischer Ausdehnungen insbesondere in axialer Richtung verschieben. Die Ringe **24** haben ein T-förmiges radiales Querschnittsprofil. Jeder Ring **24** wird durch vier radial auf ihm stehende rohrförmige Stützen **27** gegen das äußere Rohr **25b** abgestützt. Das jeweils eine Ende jeder Stütze **27** ist mit dem inneren Mantel des äußeren Rohres **25b** verschweißt. Das dem verschweißten Ende gegenüberliegende Stützenende ist eingeschnitten, wobei Schnittbreite und -tiefe derart gewählt sind, daß der zentrische T-Schenkel des Ringes **24** spielbehaftet einliegt. Am Außenmantel des dem Brennergrund benachbarten Endbereichs des inneren Rohres **25a** sind nun vier gleichdistanzierte Flansche **18** angeschweißt, welche zwei Durchgangslöcher aufweisen, deren Abstand derart gewählt ist, daß ein U-förmiger Klemmbügel **28** mit seinen Schenkeln durchschiebbar ist. Diese Schenkel sind mit einem Gewinde versehen. Der Schenkelabstand ist um eine Toleranz größer als der Durchmesser der Stützen **27**. Mit diesen Klemmbügeln **28** werden nun die Stützen **27**, wie in **Figur 4** dargestellt, mit den Flanschen **18** verbunden. Da nur das äußere Rohr **25b** angetrieben wird, erfolgt die Kraftübertragung für das innere Rohr **25a** über die Schweißstellen der vier Stützen **27** am Innen-

mantel des äußeren Rohres **25b**, über die Stützen **27**, die Klemmbügel **28** und die Flansche **18** auf das innere Rohr **25a**. Da das innere Rohr **25a** nur an seinem dem Brennergrund benachbarten Ende befestigt ist, kann eine freie axiale thermische Ausdehnung erfolgen, zumal der äußere Mantel des inneren Rohres **25a** auf dem Dachschenkel des T-Profiles frei gleiten kann. Radiale Verspannungen werden vermieden durch die Bewegungsmöglichkeit des geschlitzten Stützenendes auf den zentralen T-Schenkel des Rings **24**. Durch die Stützen **27** wird der Materialtransport zwischen den beiden Rohren **25a** und **25b** nicht behindert.

Im Zwischenraum **31** mit einer beispielsweise Höhe von 25 cm zwischen den beiden Rohren **25a** und **25b** ist die Beschauflung **35a/35b** - (Halteeinbauten) für die Mitnahme des Materials **2** während der Umdrehungen der Brenntrommel **11** angeordnet. In **Figur 2** werden für den Materialtransport zwei unterschiedliche Schaufeln **33a** und **33b** verwendet. Das Material verbleibt in den Schaufeln **33a** und **33b** bis etwa zu einem Gleitwinkel  $\alpha$  von 60°. Die in **Figur 2** gestrichelt dargestellte Mengendifferenz **35a**, **35b**, ... gibt schematisch die Materialmenge an, welche bei der Drehbewegung aus den Schaufeln **33a** und **33b** herausfällt und an der der Flamme **5** abgewandten Seite des inneren Rohres **25a** herunterrieselt und dieses unter Wärmeaufnahme durch das Material **2** kühlt. Das im Kulminationsort (vertikal über der Achse **23b** der Brenntrommel **11**) der Drehbewegung in den Schaufeln **33a** und **33b** noch verbleibende Material **2** rieselt dann auf der linken Rohrseite hinunter und kühlt auch diese.

Jeweils eine einzige Schaufel **35a** bzw. **35b** ist nicht über die gesamte Länge eines Rohres **25b** entlang dessen Mantellinie angeordnet, sondern in mehrere, bevorzugt drei Schaufelteillängsstücke unterteilt. Die unterteilten Stücke sind radial gegeneinander versetzt hintereinander angeordnet. Durch diese Versetzung kann bei einer schnellen Temperatursteigerung, wie sie durch die geringe Wärmekapazität gegeben ist, ein Verzug vermieden und zusätzlich eine hohe mechanische Stabilität erreicht werden.

Die oben beschriebenen Schaufeln und auch die noch nachfolgend beschriebenen Schaufeln sind aus massivem Stahlblech gefertigt und besitzen keine Durchbrüche. Hierdurch soll erreicht werden, daß ein definiertes Herausgleiten des Materials **2** aus den Schaufeln **35a** und **35b** erreicht wird, das Material **2** dann anschließend definiert an der betreffenden Rohrwandung zu deren Kühlung unter seiner eigenen Erwärmung unter Durchmischung entlanggleitet.

Bei der Materialauswahl der Schaufeln **35a** und **35b** sowie der Rohre **25a** und **25b** wurde bewußt eine temperaturfeste Stahlegierung (z. B. Inconell

800) als ein wärmestabiles Material mit einer vergleichsweise hohen Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu Schamotte ausgesucht. Es wurde auch im Bereich der Schaufeln **35a** und **35b**, des bzw. der Rohre **25a** und **25b** sowie anderen zu erwärmenden Baugruppen auf jegliches wärmespeichernde Material, wie z. B. Schamotte verzichtet, um eine sehr schnelle Aufheizzeit von einigen Minuten für die Vorrichtung zu erhalten. Infolge dieser schnellen Aufheizzeiten können auch kleine Materialmengen für besondere Anwendungsgegebenheiten verarbeitet werden.

Der Flammendurchmesser in der Brenntrommel wird über die konstruktive Formgebung der Brennerdüse bzw. -düsen sowie der sie umgebenden Bauteile derart eingestellt, daß er zwischen 30% und 90%, bevorzugt zwischen 50% und 85% des Trommelinnendurchmessers liegt. Bei Vollast der Vorrichtung werden 85% erreicht. Als Durchmesser der Flamme **5** wird derjenige Teil verstanden, in dem die Verbrennung stattfindet und der so heiß ist, daß er leuchtet.

In **Figur 8** ist insbesondere die Zuführung von für die Verbrennung notwendiger Luft dargestellt. Die Verbrennungsluft **51** - nicht zu verwechseln mit der Leck- sowie der Zuluft **52** - wird mit einem Ventilator **53** angesaugt und besteht aus Frischluft **55**. Unter Leckluft wird ein Lufteintritt in die Vorrichtung **1** durch Spalte sowie insbesondere durch den Materialein- und auslaß **7** verstanden. Auf den Einfluß der Leckluft wird nicht weiter eingegangen. Der Frischluft **55** kann, wie in **Figur 8** dargestellt ist, sog. "Blue Smoke" **57** beigefügt werden. Beim "Blue Smoke" handelt es sich um meist blaufarbene, in der Regel organische Dämpfe, welche bei der Ashaltherstellung durch dessen Verdampfen entstehen und mittels Absaughauben abgesaugt werden. Der "Blue Smoke" wird, wie unten beschrieben, bevorzugt in der Brenneranordnung mitverbrannt, wodurch sich eine gesonderte Beseitigung z. B. durch Auswaschen, etc. erübrigt. Die unterschiedlichen Wege von Verbrennungsluft **51** und Zuluft **52** sind durch unterschiedliche Schraffur in **Figur 8** herausgehoben.

Der Fluß der Frischluft **55** bzw. des "Blue Smokes" **57** wird über Stellglieder **59** bzw. **60** für einen optimalen Verbrennungsvorgang eingestellt. Eine weitere Optimierung, auch mit Blick auf schadstoffarme Abgase, erfolgt in der Brenneranordnung **13** durch eine geregelte Aufteilung der Verbrennungsluft **51** in einen Primärluftstrom **63** (engere Schraffur) und einen Sekundärluftstrom **64**. Der Primärluftstrom **63** wird, eine Brennstoffdüse **65** umschließend, durch die der Brennstoff **67** eingebracht wird, in den Brennerraum **42** eingeleitet. Der Fluß des Primärluftstroms **63** wird mit einem Stellglied **69** so eingestellt, daß die Brennstoffverbrennung im Brennerraum **42** in der Brennerflamme **5** in einem inne-

ren sauerstoffarmen Bereich **71** erfolgt.

Die Sekundärluft **64** wird koaxial nach außen um die Primärluft **63** herum in den Brennerraum **42** eingeleitet. Sie wird mit einem Stellglied **73** derart eingestellt, daß die Brennstoffverbrennung in einem äußeren, sauerstoffreichen Bereich **75** erfolgt.

Durch um die Brenneranordnung **13** koaxial angeordnete Rohrstücke als Zuluft einlaßöffnungen **77** kann schadstoffbelastete Zuluft **52** eingeblasen werden. Die Zuluft **52** kann insbesondere mit gas- und staubförmigem sowie mit flüssigem und halbflüssigem Bindemittel und auch mit Materialstaub aus einer Trockentrommel (Recycling-Trommel), in der Ausbausphalt aufbereitet wird, beladen sein. Die Zuluft einlaßöffnungen **77** - in **Figur 7** werden beispielsweise zehn voneinander gleichdistanzierte Einlaßöffnungen **77** verwendet - sind derart angeordnet, daß sie den Verbrennungsvorgang der Brennerflamme **5** nicht stören. Sie können, wie in **Figur 7** dargestellt, parallel zur Brenntrommelachse **23b** ausgerichtet sein; sie können jedoch auch nach außen gerichtet sein oder die Zuluft drallförmig einführen. Die zugeführte Zuluft **52** dient auch noch dazu, das innere Rohr **25a** zu kühlen, um dessen Überhitzung zu verhindern.

Der Zuluftfluß und die Leistung der Brenneranordnung **13** sind unabhängig voneinander einstellbar, da die Zuluft gesondert zur Verbrennungsluft zugeführt wird. Eine Nachverbrennung bzw. Zersetzung der in der Zuluft enthaltenen Bindemittel erfolgt durch die Strahlungswärme der Brennerflamme **5** sowie durch die heiße Innenwand des Rohrs **25a**.

Die Brennerflamme wird derart eingestellt, daß die Brenntrommel **11** eine Brennerraumbelastung zwischen  $0,5 \text{ MW/m}^3$  und  $3 \text{ MW/m}^3$ , bevorzugt zwischen  $0,8 \text{ MW/m}^3$  und  $1,5 \text{ MW/m}^3$ , erfährt. Die hier beschriebene Vorrichtung **1** wird unter den nachfolgenden typischen, jedoch nur beispielsweise Daten betrieben:

Bei einem zu trocknenden und zu erhaltenden rieselfähigen Materialfluß von 132 t/h mit einer Körnigkeit von 0 bis 22 mm und einer Feuchtigkeit von 2,4% werden 812 kg/h Heizöl EL als Brennstoff verwendet. Mit diesem Brennstofffluß ergibt sich eine Brennerleistung von 9,6 MW (die Nominalleistung wäre 12 MW), woraus sich mit einem Innendurchmesser von 2,2 m und einer Länge von 1 m des inneren Rohrs **25a** eine Brennerraumbelastung von  $1,03 \text{ MW/m}^3$  ergibt; das äußere Rohr **25b** weist einen Innendurchmesser von 2,5 m auf. Am Materialausgang **7** ist das Material dann auf  $205^\circ\text{C}$  erhitzt. Der Abgasfluß (Rohgase) der Vorrichtung **1** beträgt 21 400 Normalkubikmeter pro Stunde (h) bei einem Sauerstoffgehalt von 9,8% und einer Luftüberschlußzahl (Lambda) von 1,83. Die Abgase (Rohgase) enthalten - korrigiert auf trockene Luft und umgerechnet auf einen 17%-gen

Sauerstoffanteil -  $8 \text{ mg/m}^3$  leicht flüchtige organische Verbindungen (VOC),  $14 \text{ mg/m}^3$  Kohlenmonoxid (CO) und  $29 \text{ mg/m}^3$  Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ).

Es kann nun vorkommen, daß vom rein rieselfähigem Material eine geringe Menge trotz der Überleitelemente **8** auf die Innenwand des inneren Rohrs **25a** der Brenntrommel **11** spritzt. Um diese Materialteilchen wieder aus dem Rohr **25a** zu entfernen, ist ein Schlitz **34**, wie im schematischen, stark vereinfachten Schnitt durch die Brenntrommel **11** und die Vortrommel **9** in **Figur 6** angedeutet, zwischen der Innenseite des Rohrs **25a** und einem das Rohr **25a** am Brennergrund abschließenden Hitzeschild **36** vorhanden. Die Schlitzhöhe ergibt sich aus der Korngröße des Materials, welches sporadisch in das Rohr **25a** gelangt plus eine Toleranz und beträgt etwa 60 mm. Größere Materialteilchen können aufgrund der Achsenlage von Brenntrommel **11** und **9** nicht in das Rohr **25a** hineingelangen. Die Materialteilchen innerhalb des Rohrs **25a** werden infolge dessen Rotation, ihrer Schwerkraft und der Neigung der Rohrachse **23b** zum Schlitz **34** hin bewegt, fallen dann durch einen Kanal **38** zwischen einer feststehenden Brenntrommelabschlußwand **40a** und einer mit der Brenntrommel **11** sich drehenden das innere Rohr **25a** verstärkenden, senkrecht zur Rohrachse verlaufenden Rohrverstärkung **40b** (Hitzeschild **36** und Brenntrommelabschlußwand **40a** drehen nicht mit). Der Kanal **38** mündet in den Materialausgang **7**. Obwohl im Brennerraum **42** gegenüber der Umgebung ein Unterdruck herrscht, dringt so gut wie kein die Verbrennung der Brennerflamme **5** behinderender Staub vom Materialausgang **7** ein. Auf eine die Materialteilchen hindurchlassende, aber Staub abblockende Dichtung kann somit im Kanal **38** verzichtet werden.

Anstatt jeweils drei gegeneinander versetzte Schaufeln entlang des Rohrs **25a** anzuordnen, können auch durchgehende Schaufeln verwendet werden. Analog können auch die Streuschaufeln angeordnet werden.

Anstelle der in **Figur 2** gezeigten Brenntrommel **11** kann auch die in **Figur 3** gezeigte Variante einer Brenntrommel **39**, ebenfalls mit einem inneren und einem äußeren Rohr **41a** und **41b**, verwendet werden. Im Unterschied zur Brenntrommel **11** sind hier jedoch am inneren wie auch am äußeren Rohr **41a** und **41b** Längsschaufeln **43a** und **43b** angeordnet. Die Brenntrommel **39** zeigt jedoch gegenüber der Brenntrommel **11** eine schlechtere Materialdurchmischung und eine ungleichmäßigere Erwärmung des Materials. Auch ist diese Brenntrommel **39** aufwendiger in ihrer Herstellung. Das innere Rohr **41a** kann nicht so einfach wie bei der oben beschriebenen Brenntrommel **11** ein- und ausgebaut werden.

Anstatt das Material **2** in Richtung von der Flammenspitze zum Flammengrund, also im Gegenstrombetrieb zu transportieren, kann es auch in umgekehrter Richtung (Gleichstrombetrieb) bewegt werden. Die Materialbewegung kann nun infolge der geneigten Achsen **23a** und **23b** (ausgehend von der Brenneranordnung bevorzugt um 4° nach unten gerichtete Vor- bzw. Brennertrommelachse) oder durch axial in Längsrichtung geneigte angeordnete Schaufeln während der Drehbewegung erfolgen. Diese Anordnung eignet sich insbesondere für die zusätzliche Einbringung von Ausbauphosphat durch eine nicht dargestellte Mittenzugabeöffnung.

Anstelle einer Halterung des inneren Rohres **25a** der Brenntrommel **11**, wie in den **Figuren 2** und **4** dargestellt, kann auch eine Halterung, wie im skizzierten Querschnitt in **Figur 7** angedeutet, verwendet werden. Bei dieser Rohrhalterung wird auf den Ring **24** verzichtet. Anstelle der Stützen **27** sind die nun verwendeten Stützen **45** pilzförmig ausgebildet, wobei die Oberseite des Pilzhuts **47** der Wölbung der Außenwandung des inneren Rohres **25a** angepaßt ist. Der Stützenfuß ist auf der Innenseite des äußeren Rohrs **25b** angeschweißt. Über den Rohrumfang werden bevorzugt sechs Stützen **45** angeordnet. Eine Stützenreihe ist in der Rohrmitte und eine im Bereich des freien Rohrendes angeordnet.

Im kalten Zustand liegt die Außenwand des inneren Rohres **25a** mit einer Spielpassung auf der Oberseite der Pilzhüte **47** der Stützen **45** auf, wodurch, wie oben bereits ausgeführt, ein einfacher Ein- und Ausbau des inneren Rohres **25a** durchführbar ist. Durch diese punktförmigen Auflageorte ergibt sich im Betrieb infolge thermischer Ausdehnung eine Verspannung des inneren gegenüber dem äußeren Rohr, welche aber nicht weiter stört und auch keine Festigkeitsprobleme aufwirft; d. h. die ideale Zylinderform hauptsächlich des inneren Rohres wird in ein "verschliffenes" Sechseck verwandelt.

Anstelle der Stützen **27** und **45** können auch nicht dargestellte, am konischen Teil **21** radial angeordnete Halteplatten verwendet werden, welche ebenfalls am äußeren Rohr **25b** angeschweißt sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen und/oder Erwärmen von rieselfähigem Material **(2)** für die Asphalterstellung in einer Vorrichtung **(1)** mit einer drehend angetriebenen, eine Beschaufelung **(33a, 33b; 43a, 43b)** aufweisenden Brenn**(11; 39)** und Vortrommel **(9)** sowie mit einer annähernd in der Brenntrommelachse **(23b)** brennenden Brennerflamme **(5)**, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Material **(2)** derart in der Vorrichtung **(1)** transportiert wird, daß kein Ma-

terialstaub in den Flammenraum **(42)** der Brennerflamme **(5)** eindringt.

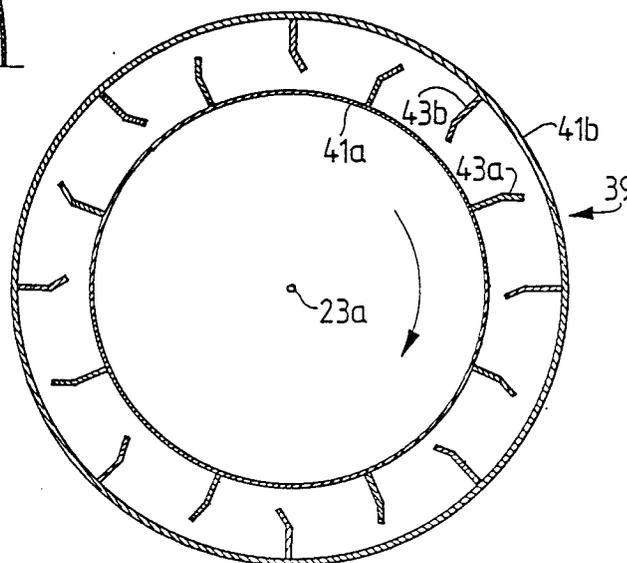
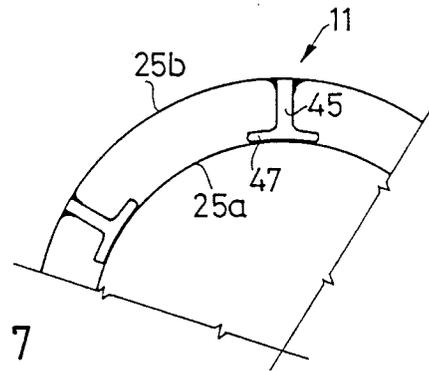
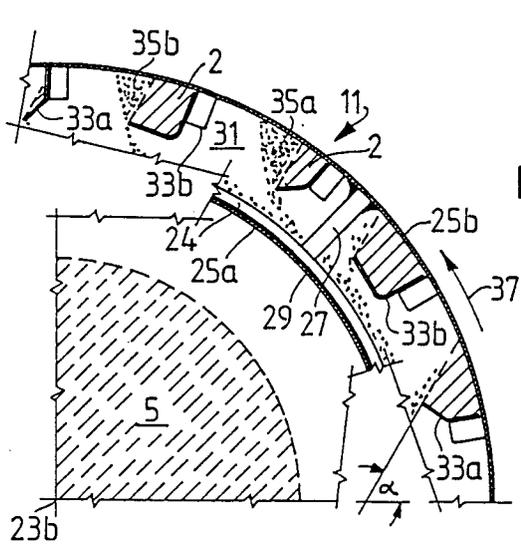
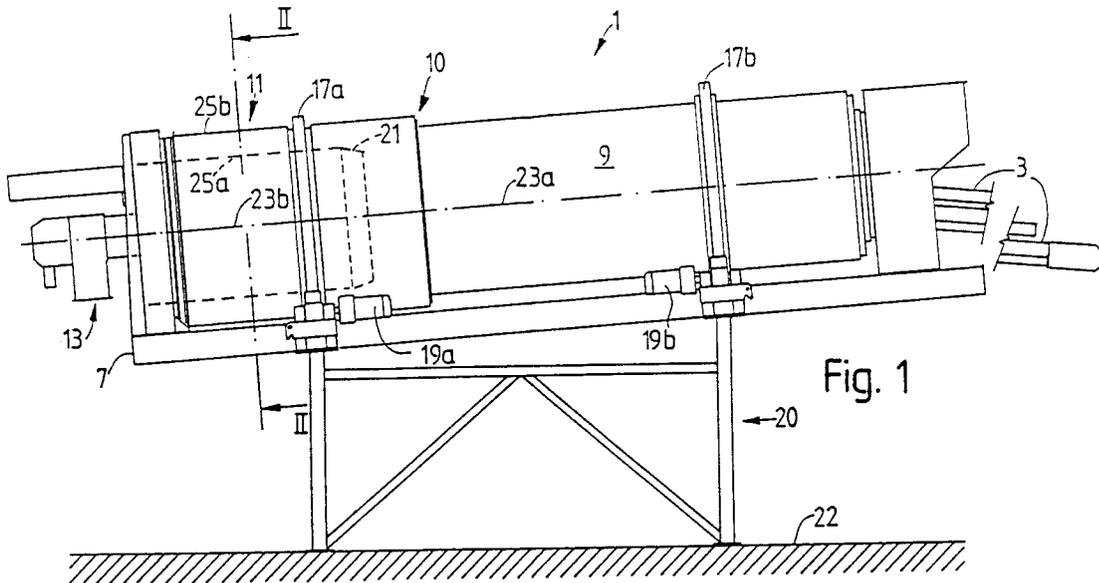
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flammendurchmesser in der Brenntrommel **(11, 39, 51)** zwischen 30% und 85%, bevorzugt zwischen 50% und 67% des Trommelinnendurchmessers eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flammendurchmesser am freien Brenntrommelende, bevorzugt nach 80% bis 90% der Brenntrommellänge, gegenüber dem Flammendurchmesser in der Brenntrommelmitte reduziert wird, damit in den Flammenrandbereichen eine Verbrennungsgastrückführung und/oder -verwirbelung zur Schadstoffreduzierung in den Verbrennungsgasen erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der für die Flamme **(5)** notwendigen Verbrennungsluft schadstoffbelastete Gase, insbesondere bindemittelhaltige Dämpfe der Asphalterzeugung, beigemischt werden.
5. Vorrichtung **(1)** zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit einer Halteeinbauten **(33a, 33b; 43a, 43b)** für das zu trocknende und umzulagernde Material aufweisenden drehbaren Brenntrommel **(11, 39)** **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brenntrommel ein koaxial zur Brenntrommelachse **(23b)** angeordnetes zylinderförmiges, die Brennerflamme **(5)** radial und axial umschließendes erstes Rohr **(25a; 41a)** hat, dessen Innenwandung glatt und ohne Inneneinbauten im Flammenbereich ausgebildet ist.
6. Vorrichtung **(1)** nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr **(25a)** in einem zweiten äußeren Rohr **(25b)** zentrisch und im kalten Zustand spielbehaftet gehalten ist.
7. Vorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr **(25b)** lediglich an seinem dem Flammengrund der Brenneranordnung **(13)** benachbarten Endbereich mechanisch fixiert ist.
8. Vorrichtung **(1)** nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr **(25a)** spielbehaftet mit Stützen **(45)** zwischen dem ersten und zweiten Rohr **(25a, 25b)** radial abgestützt ist, welche bevorzugt an der Innenwand des zweiten Rohres **(25b)** befestigt sind,

damit das erste Rohr **(25a)** infolge einfacher Gestaltung möglichst preisgünstig herstellbar und möglichst einfach aus- und einbaubar ist.

9. Vorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das der Brenneranordnung **(13)** benachbarte, mit Hitzeabschirmelementen **(12)** abgedeckte Brenntrommelende neben einer Öffnung für den Eintritt der Brennerflamme **(5)**, benachbart zur Innenwandung des ersten Rohres **(25a)** einen Schlitz **(34)** aufweist, der so groß gewählt ist, daß aus der Vortrommel **(9)** in das erste Rohr **(25a)** der Brenntrommel **(11)** sporadisch eindringendes Spritzmaterial wieder austreten kann. 5  
10
10. Vorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **gekennzeichnet durch** an dem der Brenntrommel **(11)** benachbarten Ende der Vortrommel **(9)** angeordnete, zur Vortrommelachse **(23a)** geneigte Überleitelemente **(8)**, um das als Materialvorhang in der Vortrommel **(9)** durch die Flammenabgase fallende Material **(2)** beschleunigt und vollständig auf den Außenmantel des ersten Rohrs **(25a)** zu führen. 20  
25
11. Vorrichtung **(1)** nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das die Brennerflamme **(5)** unmittelbar umgebende Rohr **(25a, 41a)** und dessen Halteeinbauten **(43a)** aus einer Stahllegierung mit nur für die statische Stabilität und die Abrasionsresistenz gegen das Material notwendigen Wandstärken ausgebildet ist, um eine geringe Wärmekapazität von Rohr **(25a)** oder Rohr **(41a)** und Halteeinbauten **(43a)** zu erhalten. 30  
35
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Rohr **(25a)** an seinem der Brenneranordnung **(13)** entgegengesetzten Endbereich **(21)**, bevorzugt beginnend bei 80% bis 90% der Rohrlänge, konisch nach innen, bevorzugt bis auf 90% des ursprünglichen Innendurchmessers, gezogen ist. 40  
45

50

55



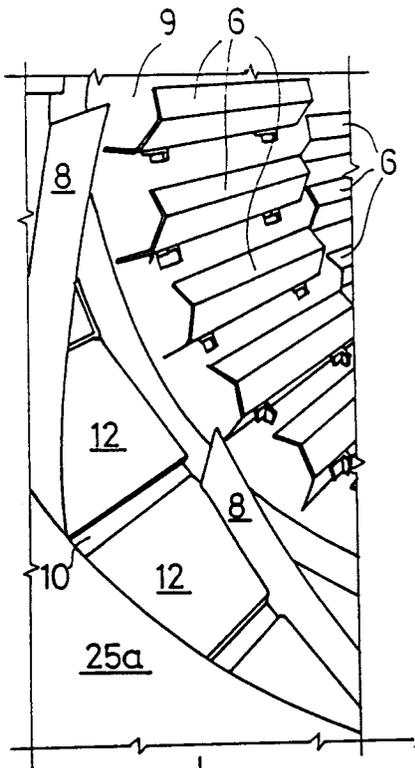


Fig. 5

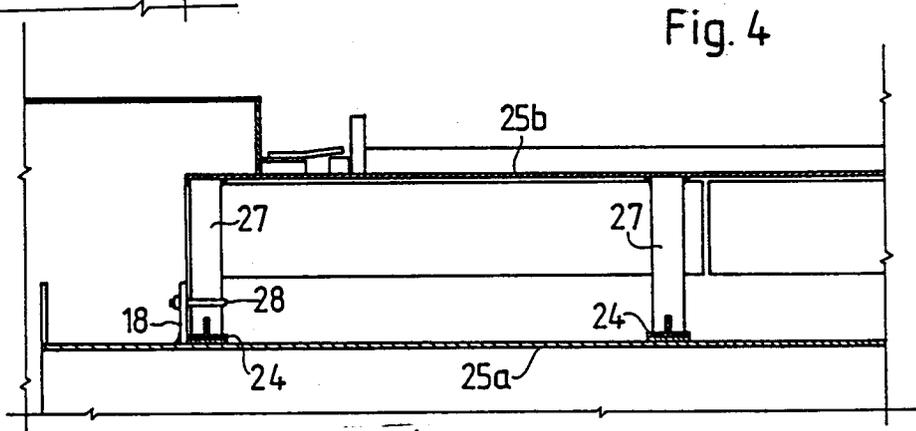


Fig. 4

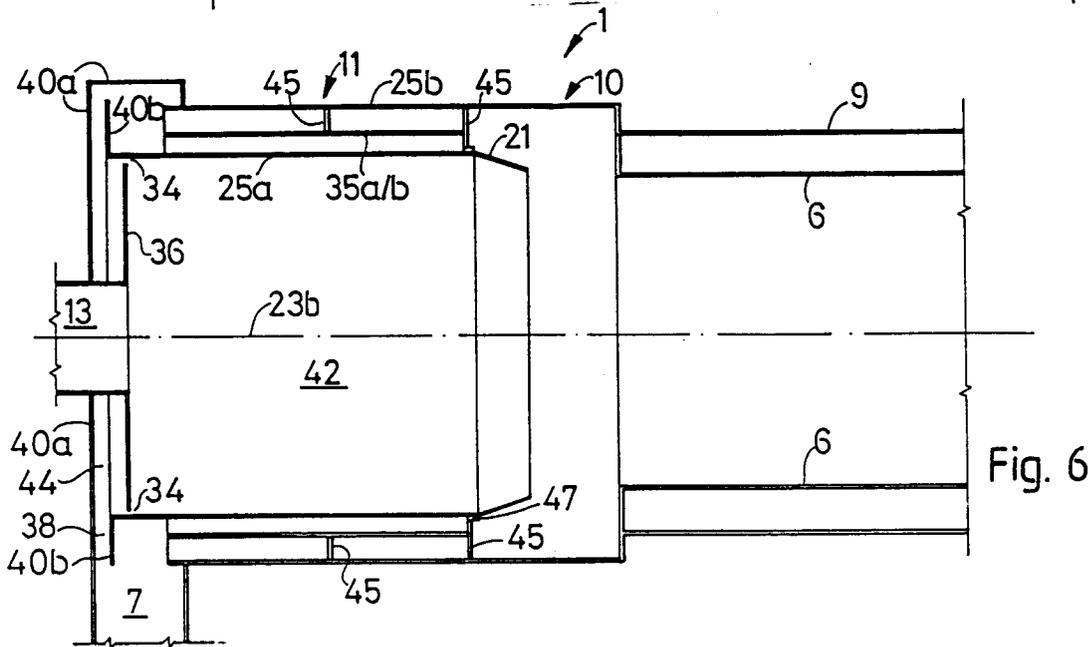


Fig. 6

