

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1225/88

(51) Int.Cl.⁶ : **F26B 3/00**
 F26B 23/02

(22) Anmeldetag: 10. 5.1988

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1994

(45) Ausgabetag: 27. 3.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS2821689 DE-AS1604865 DE-AS1779413

(73) Patentinhaber:

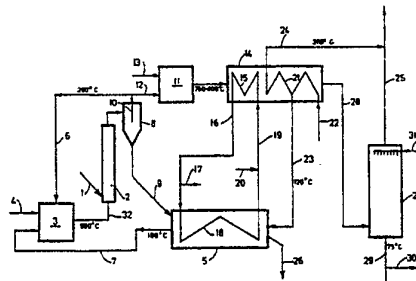
M. KAINDL HOLZINDUSTRIE
 A-5071 WALS, SALZBURG (AT).

(72) Erfinder:

SCHMIDT ALFRED DR.
 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR EMISSIONSARMEN TROCKNUNG VON HOLZSPÄNEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur emissionsarmen Trocknung von Holzspänen, bei welchem die feuchten Holzspäne in einer ersten Trocknerstufe vorgetrocknet und in einer zweiten Trocknerstufe nachgetrocknet werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die in der ersten Trocknerstufe auf einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 20 bis 50% vorgetrockneten Holzspäne in der dieser Trocknerstufe nachgeschalteten, zweiten, indirekt beheizten Trocknerstufe auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 1 bis 6% fertiggetrocknet werden, wobei die in den Abgasen beider Trocknerstufen enthaltenen organischen Stoffe vor der Abgabe der Abgase in die Atmosphäre durch Oxydation bei erhöhter Temperatur zerstört werden.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur emissionsarmen Trocknung von Holzspänen, bei welchem die feuchten Holzspäne in einer ersten vorzugsweise direkt beheizten Trocknerstufe vorgetrocknet und in einer zweiten Trocknerstufe nachgetrocknet werden. Weiters bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einem ersten, vorzugsweise direkt beheizten Trockner zur Vortrocknung der feuchten Holzspäne und einem diesem nachgeschalteten zweiten Trockner.

Aus der DE-OS 2 821 689 ist ein zweistufiger Holztrockner bekannt, wobei der zweite Trockner ein Stromtrockner sein kann. Die DE-OS gibt jedoch keine Angaben über das Ausmaß der Trocknung in den Trocknern, keine Angaben über die Art der Beheizung der zweiten Trockenstufe und keine Angaben über die Behandlung der Abgase, um diese unschädlich zu machen, sodaß die Probleme betreffend die Trocknung und die Entsorgung der bei dieser Trocknung entstehenden Abgase nicht gelöst und diese beiden Prozesse nicht in energetisch günstiger Weise aufeinander abgestimmt werden können. Aus der DE-AS 17 79 413 und 16 04 865 sind ferner Verfahren zur katalytischen Abgasverbrennung bekannt, ohne daß jedoch auf Abgase von Holztrocknern bzw. die damit verbundenen Probleme eingegangen wird.

Holzspäne werden bekanntlich in großer Menge für die Erzeugung von Spanplatten benötigt, wobei die Holzspäne zunächst mit einem Bindemittel, zumeist einem Harnstoff-Formaldehydharz, vermischt und sodann bei hohem Druck und hoher Temperatur in Pressen zu Platten gepreßt werden. Ist in den eingesetzten Holzspänen zu viel Wasser enthalten, so kommt es bei der Entnahme der frisch gepreßten Platten aus den Pressen zu einer explosionsartigen Zerstörung der Platten durch den im Inneren der Platte befindlichen, plötzlich expandierenden Wasserdampf. Es ist daher erforderlich, die Holzspäne vor der Verpressung auf einen Wassergehalt von höchstens 6 Gew.-% (bezogen auf absolut trockenes Holzgewicht) vorzutrocknen. Da aber frische Holzspäne je nach Holzart, Jahreszeit der Schlägerung und Lagerbedingungen 50 bis 150 Gew.-%, im Durchschnitt etwa 100 Gew.-%, bezogen auf das Holztrockengewicht, Feuchtigkeit enthalten, erfordert die Trocknung der Holzspäne von diesem relativ hohen Wassergehalt auf die erforderlichen 1 bis 6 Gew.-% sehr viel Wärme, so daß bei technischen Trocknungsverfahren auf den thermischen Wirkungsgrad besonders zu achten ist.

Zudem ergibt sich bei der Trocknung der Holzspäne noch das weitere Problem, daß im Holz neben Cellulose, Hemicellulose und Lignin noch harzartige Bestandteile (Terpene, vorwiegend -Pinen) enthalten sind. Ein Teil dieser Stoffe hat einen relativ niedrigen Siedepunkt und ist außerdem noch wasserdampfflüchtig. Es kommt daher dazu, daß im Abgas von Spantrockenanlagen neben dem Wasserdampf auch solche Stoffe enthalten sind. Obwohl diese Stoffe nicht schädlich im engeren Sinne sind, geben sie doch den Abdämpfen der Trockner einen charakteristischen unangenehmen Geruch. Zwar kann diese Belastung dadurch gemindert werden, daß statt des relativ harzreichen Nadelholzes das wesentlich harzärmere Laubholz eingesetzt wird, so daß eine geringere Terpenemission anfällt, doch tritt dabei ein anderes Problem auf: Neben den erwähnten Stoffen ist nämlich im Abgas der Trockner auch Holzstaub in geringer Menge enthalten. Es hat sich gezeigt, daß gewisse Holzstaubarten, vorwiegend jene von Buchen- oder Eichenholz, möglicherweise krebserregend sind, so daß bei Einsatz dieser Holzarten die zulässigen Grenzwerte für den Staubgehalt im Abgas auf sehr niedrige Werte herabgesetzt wurden. Die üblichen Entstaubungsvorrichtungen, z.B. Multizyklone, reichen hier nicht mehr aus, es müssen Spezialfilter, insbesondere Gewebefilter, eingesetzt werden, wobei aber der hohe Wassergehalt im Trocknerabgas zu häufigen Betriebsstörungen führt.

Schließlich können im Trocknerabgas auch noch Stoffe enthalten sein, die sich durch thermische Zersetzung eines oder mehrerer Holzinhaltstoffe (Cellulose, Lignine, Harze usw.) gebildet haben, so z.B. verschiedene Aldehyde und Säuren, wie Formaldehyd, Acetaldehyd, Essigsäure usw. Die Bildung solcher Stoffe tritt insbesondere bei hohen im Trockner verwendeten Trocknungstemperaturen auf, wie sie insbesondere bei direkt beheizten Trocknern zumeist vorliegen. Diese Stoffe sind zwar in der Regel nur in geringen Konzentrationen (etwa 10 bis 30 % von jenen der Terpene) im Abgas enthalten, sind aber doch hygienisch bedenklich und haben teilweise einen unangenehmen, stechenden Geruch, wirken also umweltbelastend.

Die bisherigen Versuche zur Abscheidung der störenden Stoffe aus den Abgasen von Holzspanntrocknern blieben weitgehend erfolglos. Eine Waschung der Abgase mit Wasser zwecks Entfernung der organischen Stoffe ist zwar möglich, entfernt jedoch nur einen Teil der Schadstoffe, etwa 70 bis 80 % verbleiben infolge des hohen Dampfdruckes der betreffenden Substanzen im Abgas. Außerdem muß das Waschwasser einer komplizierten Reinigung unterzogen werden, bevor es in den Vorfluter abgegeben werden kann.

Es wurde ferner bereits vorgeschlagen, die Trocknung der Holzspäne nicht mittels der zumeist üblichen, direkt beheizten Trockner, also durch direkte Trocknung mit heißen Rauchgasen durchzuführen, sondern mittels indirekt beheizter Trockner. Da bei indirekt beheizten Trocknern die Temperatur des Heizmittels (Dampf, Druckwasser, Wärmeträgeröl) auf maximal 200°C abgesenkt werden kann, wogegen

bei direkt beheizten Trocknern die Rauchgaseintrittstemperatur in den Trockner in der Regel bei 400 bis 600 °C liegt, ist mit indirekt beheizten Trocknern eine erhebliche Verringerung der thermischen Zersetzung der Holzbestandteile erzielbar, jedoch bleibt das Problem der Terpenemissionen ungelöst, da deren Abgabe aus den Holzspänen weitgehend temperaturunabhängig ist.

5 Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe, ein Verfahren zur emissionsarmen Trocknung von Holzspänen der eingangs geschilderten Art zu schaffen, bei welchem diese Nachteile vermieden sind und eine Trocknung der Späne auf eine geringe Endfeuchte (etwa 1 % Wassergehalt) ohne wesentliche Emission von
 10 schädlichen Stoffen durchführbar ist. Die Erfindung löst diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch, daß die in der ersten Trocknerstufe auf eine Feuchtigkeitsgehalt von etwa 20 bis 50% vorgetrockneten Holzspäne in der dieser Trocknerstufe nachgeschalteten zweiten Trocknerstufe auf
 15 einen Feuchtigkeitsgehalt von 1 bis 6% fertiggetrocknet werden, wobei die zweite Trocknerstufe indirekt beheizt wird, daß die in den Abgasen beider Trocknerstufen enthaltenen organischen Stoffe vor der Abgabe der Abgase in die Atmosphäre durch Oxydation bei erhöhter Temperatur durch Erhitzung der Abgase beider Trocknerstufen in zumindest einer Brennkammer, vorzugsweise in dieser Brennkammer als erste und
 20 einer zweiten, in Bezug auf den Abgasstrom in Serie liegenden Brennkammer, zerstört werden und daß mit der gesamten Menge oder einer Teilmenge der die erste Brennkammer verlassenden Rauch- bzw. Abgase die erste Trocknerstufe beheizt wird. Auf diese Weise werden die in den Abgasen enthaltenen festen, flüssigen und gasförmigen organischen Stoffe praktisch vollständig oxydiert und es wird ein im wesentlichen schadstofffreies Abgas erhalten.

20 Aufgrund der angeführten erfindungsgemäßen Merkmale kommt man zu einem emissionsarmen, aber wirtschaftlichen Trocknungsverfahren für Holzspäne. Die thermetische Nachverbrennung der Trocknerbrüden - und zwar sowohl bei direkter, als auch bei indirekter Beheizung der Trockner - würde allein zwar die darin enthaltenen Schadstoffe zerstören, würde aber wegen des sehr hohen Energiebedarfes einen wirtschaftlich nicht zu rechtfertigenden Energieverbrauch bedingen. Die Ausführung der Trocknung in zwei
 25 Stufen verbessert zwar den energetischen Wirkungsgrad der Trocknung, würde aber keine wesentliche Verringerung der Schadstoffemissionen mit sich bringen. Erst die Kombination der beiden Maßnahmen ermöglicht es, die Trocknung der Späne sowohl emissionsarm, als auch mit vertretbarem Energieaufwand auszuführen, da die Abwärme der Nachverbrennung der Trocknerbrüden vollständig für die Trocknung genutzt werden kann. Die beiden Maßnahmen hängen also zusammen und können, wenn die erfindungsgemäße Wirkung erreicht werden soll, nicht getrennt werden.

30 Die Möglichkeit der erfindungsgemäßen Nutzung der Abwärme der Nachvertrennung ist ferner an das Vorhandensein eines indirekt beheizten Trockners gebunden. Die Abwärme kann in Form von Dampf oder von Wärmeträgeröl gewonnen werden; die Nutzung ist an das Vorhandensein eines Abnehmers für diesen Wärmeträger gebunden, d.h. bei Nutzung für die Trocknung an eine indirekte Beheizung zumindest eines
 35 Teiles der Trocknung. Auch wenn die Nachvertrennung von Abgasen ansich bekannt ist, so ist die Nachvertrennung von Abgasen von zweistufigen Holz Trocknern neu und vorteilhaft, insbesondere im Hinblick auf die energetischen Vorteile und die ansonsten nicht erreichbare Entsorgung der Abgasinhaltsstoffe, insbesondere den Holzstaub.

40 Im Rahmen der Erfindung ist es vorteilhaft, daß die in den Abgasen enthaltenen organischen Stoffe zur Zerstörung entweder auf zumindest 700°C, vorzugsweise 700 bis 1000°C, erhitzt werden oder im Beisein von Oxydationskatalysatoren, z.B. Platin, Chrom- oder Kupferoxyd auf keramischen Trägern, bei einer Temperatur von zumindest 300°C, insbesondere 300 bis 550°C, zerstört werden. Diese Vorgangsweise bei Holz Trocknern mit holzstaubbeladenen Abgasen gibt nunmehr dem Fachmann die Lehre, daß die Abgase auf verschiedene Art entsprechend der energetischen Auslegung der beiden Trockner verbrannt werden
 45 können.

Zweckmäßig wird im Rahmen der Erfindung so vorgegangen, daß die Abgase beider Trocknerstufen in zumindest einer Brennkammer, vorzugsweise in zwei in Bezug auf den Abgasstrom in Serie liegenden Brennkammern, erhitzt werden. Reicht die Temperatur des die erste Brennkammer verlassenden Gases, insbesondere bei Verwendung von Katalysatoren zur Oxydation der organischen Stoffe in der zweiten
 50 Brennkammer aus, so kann im Rahmen der Erfindung das Abgas der ersten Trocknerstufe vollständig in die erste Brennkammer rückgeführt werden, wobei das diese Brennkammer verlassende Gas in zwei Teilströme geteilt wird, von denen der eine zur ersten Trocknerstufe geführt wird, wogegen der zweite in die zweite, insbesondere mit einem Katalysator versehene Brennkammer geführt wird. Da das aus der ersten Brennkammer kommende Gas bereits eine ausreichende Temperatur aufweist, ist in der zweiten Brennkammer kein zusätzlicher Brennstoff erforderlich.
 55

Reicht hingegen die Temperatur des die erste Brennkammer verlassenden Gases zur Oxydation der organischen Stoffe nicht aus, so muß das Abgas der ersten Trocknerstufe in der ihr nachgeschalteten zweiten Brennkammer unter Zufuhr weiteren Brennstoffes auf die erforderliche Temperatur gebracht, also

nahgeheizt werden.

Die Verwendung zweier, in Bezug auf den Durchlauf der zu trocknenden Holzspäne in Serie geschalteten Trockenstufen ergibt durch die Verwendung der indirekt beheizten zweiten Trockenstufe die Möglichkeit, das beschriebene Verfahren besonders energiesparend durchzuführen. Hierbei ist es gemäß einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, die Abwärme der erhitzten Abgase zumindest zur teilweisen Beheizung der zweiten Trocknerstufe zu verwenden. Hierbei ist es im Rahmen der Erfindung besonders günstig, die Trocknung der Holzspäne in der ersten Trocknungsstufe so weit erfolgen zu lassen, daß die aus der Erhitzung der Abgase verfügbare Abwärme zumindest zur Deckung des Wärmebedarfes der zweiten Trocknungsstufe ausreicht. Besonders günstig ist es im Rahmen der Erfindung, dies so durchzuführen, daß auch der Wärmebedarf einer zweiten Trocknerstufe nachgeschalteten Späneverarbeitungsanlage, insbesondere der Wärmebedarf von Pressen, gedeckt wird. Dies kann in einfacher Weise durch eine in den gereinigten Abdampf der Trockner eingeschaltete weitere Stufe durchgeführt werden, welche die in diesem Abdampf enthaltene Wärme rückgewinnt. Durch eine solche Ausführung der Holzspanntrocknung gelingt es, die Trocknung mit hohem thermischen Wirkungsgrad, dabei aber praktisch emissionsfrei zu führen, denn die Feuchte der Holzspäne, die aus der ersten Trocknerstufe austreten, ist durch entsprechende Regelung der Beheizung dieser Trockenstufe wählbar. Auf diese Weise ist es möglich, die Trocknung an die wechselnde Eingangsfeuchte der frischen Holzspäne und an den wechselnden Wärmebedarf von Plattenpressen anzupassen, dabei aber den Brennstoffverbrauch minimal, d.h. den thermischen Wirkungsgrad der Trocknung optimal zu halten.

Die eingangs erwähnte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Trockner indirekt beheizt ist, daß den beiden Trocknern eine erste Brennkammer und gegebenenfalls eine zweite Brennkammer zur Erhitzung der Abgase dieser beiden Trockner nachgeschaltet ist und daß der erste Trockner über eine Leitung an die erste Brennkammer für seine Erwärmung mit der gesamten Menge oder einer Teilmenge der Ab- bzw. Rauchgase dieser Brennkammer angeschlossen ist. Damit läßt sich mit geringem apparativem Aufwand das erfindungsgemäße Verfahren durchführen, wobei die Verwendung unterschiedlich beheizter Trockner, insbesondere eines indirekt beheizten Trockners für die zweite Trockenstufe, günstige Temperaturbedingungen im Hinblick auf einen günstigen thermischen Wirkungsgrad der Trocknung bringt, da im indirekt beheizten Trockner das Wärmeträgermedium wesentlich weniger heiß ist als die zur Beheizung eines direkten Trockners eingesetzten Rauchgase. Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß vom zweiten Trockner eine Leitung für die Abgase in eine Brennkammer für die Beheizung des ersten Trockners führt, aus dem eine weitere Leitung in die Brennkammer zur Erhitzung der Abgase führt. Die Abgase aus dem zweiten Trockner gelangen daher hintereinander in zwei Brennkammern, was einer völligen Verbrennung der in ihnen enthaltenen Schadstoffe förderlich ist. Falls gewünscht, kann von der zur Brennkammer für die Erhitzung der Abgase führenden Leitung eine Leitung abzweigen, die zurück zur Brennkammer für die Beheizung des ersten Trockners führt. Für die in letzterer Leitung strömenden Abgase ergibt sich ebenfalls eine zweifache Verbrennung. Ist jedoch die Temperatur des die erste Brennkammer verlassenden Gases für die Oxydation der organischen Stoffe in der zweiten Brennkammer ausreichend hoch, so kam im Rahmen der Erfindung die Anordnung so getroffen sein, daß von der Leitung, welche die Abgase für die Beheizung des ersten Trockners führt, vor der Einmündung einer Eingabeleitung für die feuchten Späne eine Leitung abzweigt, welche in die zweite, mit einem Katalysator ausgerüstete Brennkammer führt.

Wie bereits erwähnt, ist es besonders vorteilhaft, die Abwärme der aus der Brennkammer zur Erhitzung der Abgase abströmende Wärme nutzbringend zu verwerten. Hierzu kann im Rahmen der Erfindung an die Brennkammer für die Erhitzung der Abgase ein Abhitzeessel angeschlossen sein, der eine zum zweiten Trockner und gegebenenfalls auch zu einer Späneverbrennungsanlage führende Abwärmeleitung hat. Weiters kann von diesem Kessel eine Leitung für die abgekühlten Abgase zu einem Kondensator führen, an dessen Gasabfuhrleitung gegebenenfalls eine vom Abhitzeessel beheizte Warmluftleitung angeschlossen ist.

Wenn im Vorstehenden von "Abgasen" der Trocknerstufen gesprochen ist, so sollen darunter auch die dampfförmigen Anteile verstanden werden.

Zweckmäßigerweise kann es sein, wenn für die Beheizung der ersten Trocknerstufe zumindest ein biogener Brennstoff, z.B. Holzstaub, verwendet wird und für die Beheizung der zweiten Trocknerstufe ein flüssiger oder gasförmiger fossiler Brennstoff, insbesondere Erdgas.

In der Zeichnung ist das erfindungsgemäße Verfahren an Hand von schematischen Darstellungen dreier zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Vorrichtungen näher erläutert, die in den Fig.1,2 und 3 dargestellt sind.

Die in Fig.1 dargestellte Anlage soll etwa 60 t Holzspäne pro Stunde mit einer Anfangsfeuchte von 100 % Wasser auf eine Endfeuchte von 2 % Wasser trocknen. Hierzu werden die feuchten Holzspäne über eine Eingabeleitung 1 mit der erwähnten Menge von 60 t/h der Einfallschleuse eines als direkt beheizter Stromtrockner ausgeführten ersten Trockners 2 zugeführt, der von einer Brennkammer 3 über eine Leitung 32 beheizt wird. Die Brennkammer 3 wird über eine Leitung 4 mit etwa 4 t/h Holzstaub beschickt, wie er als Abfall bei der Herstellung der Holzspäne, aber auch beim Schleifen der fertigen Holzspanplatten anfällt. Dieser Holzstaub wird zusammen mit den Abgasen des erwähnten ersten Trockners 2 und eines zweiten Trockners 5 verbrannt, welche Abgase über Leitungen 6 bzw. 7 zugeführt werden und Temperaturen von etwa 200 °C bzw. 100 °C aufweisen. Das in der Brennkammer 3 entwickelte Rauchgas mit einer Temperatur von etwa 550 °C strömt in den ersten Trockner 2 und trocknet dort in üblicher Weise die feuchten Holzspäne auf eine Feuchte von etwa 30 % Wasser. Die Abluft des Trockners 2 wird in einem üblichen Materialabscheider 8 von den mitgeführten Holzspänen getrennt, welche über eine Leitung 9 dem zweiten, indirekt beheizten Trockner 5 zugeführt werden. An den Materialabscheider 8 ist eine Abgasleitung 10 angeschlossen, an welche einerseits die Leitung 6, andererseits eine zu einer weiteren Brennkammer 11 führende Leitung 12 angeschlossen sind. Die über die Leitung 12 in die Brennkammer 11 gelangenden Abgase werden dort mit Hilfe von etwa 1400 Nm³/h Erdgas auf etwa 750 bis 800 °C erhitzt, welches Erdgas über eine Leitung 13 der Brennkammer 11 zugeführt wird. An die Brennkammer 11 ist ein Abhitzekeessel 14 angeschlossen, in welchem in einem Rohrsystem 15 ein Wärmeträgeröl auf eine Temperatur von etwa 200 °C erhitzt wird, das den Abhitzekeessel 14 über eine Leitung 16 mit dieser Temperatur verläßt. Dieses Wärmeträgeröl wird einerseits über eine an die Leitung 16 angeschlossene Leitung 17 zur Beheizung der für die Verpressung der Holzspanplatten verwendeten Pressen verwendet, andererseits führt die Leitung 16 zur indirekten Heizung 18 des zweiten Trockners 5 und von dort wieder zum Rohrsystem 15 des Abhitzekeessels 14 über eine Leitung 19 zurück, an welche eine von den Pressen kommende Leitung 20 angeschlossen ist. Im Abhitzekeessel 14 befindet sich ferner ein weiteres Rohrsystem 21, in welchem über eine Leitung 22 zugeführte Luft vorgewärmt wird, die einerseits mit einer Temperatur von etwa 120 °C über eine Leitung 23 als Spülluft dem zweiten Trockner 5 zugeführt wird, andererseits mit einer Temperatur von etwa 200 °C über eine Leitung 24 einer Abgasleitung 25, die zum Kamin führt.

Der zweite Trockner 5 ist als indirekt beheizter Röhrentrockner ausgeführt, in welchen die Späne auf die gewünschte Endfeuchte von etwa 2 % Wasser gebracht werden. Zur Entfernung des verdampften Wassers, dessen Menge etwa 8,4 t/h beträgt, wird die über die Leitung 23 mit einer Menge von etwa 34000 Nm³/h zugeführte Warmluft verwendet, wobei die gesamte Abluft über die Leitung 7 in die Brennkammer 3 strömt. Die trockenen Späne verlassen über eine Abfuhrleitung 26 den Trockner 5 in einer Menge von etwa 30,6 t/h.

Das Abgas des einen Wärmetauscher bildenden Abhitzekeessels 14 enthält die gesamte Wassermenge der Späne und das aus den über die Leitungen 4 und 13 zugeführten Brennstoffen entstandene Wasser in Form von Dampf. Ein erheblicher Teil des Wärmeinhaltes dieses Abgases kann in einem Kondensator 27 unter Gewinnung von Heißwasser von etwa 75 °C rückgewonnen werden, wobei der Kondensator 27 über eine Leitung 28 an den Ausgang des Abhitzekeessels 14 angeschlossen ist. Das erwähnte Heißwasser verläßt den Kondensator 27 über eine Leitung 29, an welche eine zu einem Vorfluter führende Abzweigleitung 30 angeschlossen sein kann.

Da durch die erwähnte Wärmerückgewinnung im Kondensator 27 die über die Leitung 28 zugeführten Abgase erheblich abgekühlt werden, muß das über die Abgasleitung 25 aus dem Kondensator 27 abgeführte, gekühlte Abgas vor Austritt in die Atmosphäre wieder etwas aufgewärmt werden, um einen entsprechenden Auftrieb im Kamin zu erzeugen. Dies erfolgt zweckmäßig durch Zumischung einer geringen Menge (maximal 10.000 Nm³/h) an vorgewärmter Luft über die Leitung 24.

Die am Kamin austretenden Gase weisen einen Taupunkt von etwa 20 °C auf und ergeben bei der Vermischung mit der Umgebungsluft bei den meisten Witterungsbedingungen keine Kondensation, d.h. sie sind nicht sichtbar. Außerdem enthalten sie - abgesehen von geringen Mengen an Holzasche - praktisch keine Schadstoffe und verursachen praktisch keine Geruchsbelästigung.

Die durch den Kamin abgeführte Abgasmenge beträgt etwa 60 000 Nm³/h, die dem Kondensator 27 über eine Leitung 31 zugeführte Menge an Kühlwasser mit einer Temperatur von etwa 10 °C beträgt etwa 300 m³/h. Die über die Leitung 17 den Pressen zugeführte Wärmemenge beträgt etwa 12,6 GJ/h.

Als direkt beheizter Trockner 2 und als indirekt beheizter Trockner 5 können Konstruktionen an sich bekannter Bauart verwendet werden, die nicht im Detail beschrieben zu werden brauchen. Wie bekannt, hat ein direkt beheizter Trockner eine von der Brennkammer 3 beheizte Heißgasrohrleitung, welche die Brennkammer mit dem eigentlichen Trockner verbindet und in welche über eine Einfallschleuse die Aufgabe der nassen Späne erfolgt. Der Transport der einfallenden Späne in die Vortrockenstrecke erfolgt durch die Rauchgase aus der Feuerung. Die Späne gelangen sodann in eine rotierende Trocknertrommel,

die aus ineinandergeschobenen und fest miteinander verbundenen Rohren besteht, die mit Hubschaufeln ausgebildet sind. Von dieser Trommel gelangen die Späne über einen Abscheider zur Abtrennung von Schwergut zum Materialabscheider 8.

Bei einem indirekt beheizten Trockner ist bekanntlich ein von rotierenden Röhrenbündeln gebildetes Heizregister als Heizung 18 vorgesehen, wobei Hub- und Transportschaufeln das zu trocknende Material durch den Trockner wälzen bzw. transportieren und oftmals über die Heizregister rieseln lassen. Die Einblasung vorgewärmter Frischluft erfolgt zweckmäßig in ein zentrales Hauptrohr oder seitlich in eine Mulde, in welcher das Heizregister umläuft.

Anstelle eines einzigen Trockners 5 können die über die Leitung 9 zugeführten vorgetrockneten Holzspäne auch mehreren indirekt beheizten Trocknern 5 parallel zugeführt werden. Eine solche Anordnung kann aus Leistungsgründen zweckmäßig sein, wobei die einander parallel geschalteten Trockner 5 vom Abhitzekeessel 14 gleichmäßig mit Wärmeträgeröl beschickt werden.

Vor oder hinter der Brennkammer 11 kann in den Abgasstrom ein nicht dargestelltes Elektrofilter für Flugasche eingebettet sein, das auf Naßgas anspricht. Eine solche Ausbildung ist bei hohem Staubanteil der Abgase zweckmäßig.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig.2 ähnelt jenem nach Fig.1, jedoch wird als zusätzliche Energiequelle für die Brennkammern 3,11 Warmluft herangezogen, welche vom Abhitzekeessel 14 bzw. dessen Rohrsystem 21 über eine Leitung 34 bezogen wird, die sich zu den Brennkammern 3,11 verzweigt. Diese Ausführungsform ist ebenso wie jene nach Fig.1 für den Fall gedacht, daß die Temperatur des die erste Brennkammer 3 verlassenden Gases zur Oxydation der organischen Stoffe in der zweiten Brennkammer 2 nicht ausreicht, so daß dort das Abgas des ersten Trockners 2 in der Brennkammer 11 durch Zufuhr von weiterem Brennstoff (Erdgas über die Leitung 13) auf die erforderliche Temperatur gebracht werden muß.

Fig.3 zeigt eine Anlage, welche für den Fall gedacht ist, daß die Temperatur des die erste Brennkammer 3 verlassenden Gases zur Oxydation der organischen Stoffe in der zweiten Brennkammer 11 ausreicht. Dem kann insofern nachgeholfen werden, als die zweite Brennkammer 11 mit Oxydationskatalysatoren ausgerüstet ist, durch welche die zur Oxydation der organischen Stoffe erforderliche Temperatur auf etwa 300 bis 550 °C abgesenkt werden kann. Für diesen Fall zweigt von der Leitung 32, über welche die Abgase der Brennkammer 3 für die Beheizung des ersten Trockners 2 diesem zugeführt werden, vor der Einmündung der Eingabeleitung 1 eine Leitung 33 ab, welche die erwähnten Abgase der Brennkammer 3 direkt in die zweite Brennkammer 11 führt, z.B. mit einer Temperatur von 500 °C. In diesem Fall wird das Abgas der ersten Trocknerstufe 2 aus dem Materialabscheider 8 über die Leitung 6 vollständig in die Brennkammer 3 der ersten Stufe zurückgeführt und - wie erwähnt - das diese Brennkammer 3 verlassende Gas in zwei Teilströme aufgeteilt, die über die beiden Leitungen 32 bzw.33 dem Trockner 2 bzw. der Brennkammer 11 zugeführt werden. Da das aus der ersten Brennkammer 3 kommende Gas bereits eine ausreichende Temperatur für die Beheizung der zweiten Brennkammer 11 zwecks Oxydation der organischen Bestandteile aufweist, ist in der zweiten Brennkammer 11 kein zusätzlicher Brennstoff erforderlich. Die Leitung 13 der Ausführungsformen nach den Fig.1 und 2 kann daher bei der Konstruktion nach Fig.3 entfallen, ebenso die Energiezufuhr über die Leitung 34 für die Brennkammer 11.

Bei allen Ausführungsformen kann selbstverständlich in den Kreislauf des Wärmeträgeröles (Leitungen 16,19) ein nicht dargestellter Wärmeträgerölkessel eingeschaltet sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur emissionsarmen Trocknung von Holzspänen, bei welchem die feuchten Holzspäne in einer ersten vorzugsweise direkt beheizten Trocknerstufe vorgetrocknet und in einer zweiten Trocknerstufe nachgetrocknet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in der ersten Trocknerstufe auf einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 20 bis 50% vorgetrockneten Holzspäne in der dieser Trocknerstufe nachgeschalteten zweiten Trocknerstufe auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 1 bis 6% fertiggetrocknet werden, wobei die zweite Trocknerstufe indirekt beheizt wird, daß die in den Abgasen beider Trocknerstufen enthaltenen organischen Stoffe vor der Abgabe der Abgase in die Atmosphäre durch Oxydation bei erhöhter Temperatur durch Erhitzung der Abgase beider Trocknerstufen in zumindest einer Brennkammer, vorzugsweise in dieser Brennkammer als erste und einer zweiten, in Bezug auf den Abgasstrom in Serie liegenden Brennkammer, zerstört werden und daß mit der gesamten Menge oder einer Teilmenge der die erste Brennkammer verlassenden Rauch- bzw. Abgase die erste Trocknerstufe beheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den Abgasen enthaltenen organischen Stoffe zur Zerstörung entweder auf zumindest 700°C, vorzugsweise 700 bis 1000°C, erhitzt

werden oder im Beisein von Oxydationskatalysatoren, z.B. Platin, Chrom- oder Kupferoxyd auf keramischen Trägern, bei einer Temperatur von zumindest 300°C, insbesondere 300 bis 550°C, zerstört werden.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abgase beider Trocknerstufen in zumindest einer Brennkammer, vorzugsweise in zwei in Bezug auf den Abgasstrom in Serie liegenden Brennkammern, erhitzt werden.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abgas der ersten Trocknerstufe vollständig in die erste Brennkammer rückgeführt wird und daß diese Brennkammer verlassende Gas in zwei Ströme geteilt wird, von denen der eine zur ersten Trocknerstufe geführt wird, wogegen der zweite in die zweite, insbesondere mit einem Katalysator versehene Brennkammer geführt wird.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abgas der ersten Trocknerstufe in der ihr nachgeschalteten zweiten Brennkammer unter Zufuhr weiteren Brennstoffes nachgeheizt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abwärme der erhitzten Abgase zumindest zur teilweisen Beheizung der zweiten Trocknerstufe verwendet wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trocknung der Holzspäne in der ersten Trocknerstufe so weit erfolgt, daß die aus der Erhitzung der Abgase verfügbare Abwärme zumindest zur Deckung des Wärmebedarfes der zweiten Trocknerstufe ausreicht.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trocknung der Holzspäne in der ersten Trocknerstufe so weit erfolgt, daß die aus der Erhitzung der Abgase verfügbare Abwärme zur Deckung des Wärmebedarfes der zweiten Trocknerstufe und des Wärmebedarfes einer der zweiten Trocknerstufe nachgeschalteten Späneverarbeitungsanlage, insbesondere von Pressen, ausreicht.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abgase der zweiten Trocknerstufe mit Zusatzbrennstoff vermischt in einer ersten Brennkammer verbrannt werden, deren Abwärme die erste Trocknerstufe beheizt, deren Abgase in einer zweiten Brennkammer mit Zusatzbrennstoff vermischt und verbrannt werden.
- 35 10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem ersten, vorzugsweise direkt beheizten Trockner zur Vortrocknung der feuchten Holzspäne und einem diesem nachgeschalteten zweiten Trockner, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Trockner (5) indirekt beheizt ist, daß den beiden Trocknern (2,5) eine erste Brennkammer (3) und gegebenenfalls eine zweite Brennkammer (11) zur Erhitzung der Abgase dieser beiden Trockner (2,5) nachgeschaltet ist und daß der erste Trockner (2) über eine Leitung (32) an die erste Brennkammer (3) für seine Erwärmung mit der gesamten Menge oder einer Teilmenge der Ab- bzw. Rauchgase dieser Brennkammer (3) angeschlossen ist.
- 40 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom zweiten Trockner (5) eine Leitung (7) für die Abgase in eine Brennkammer (3) für die Beheizung des ersten Trockners (2) führt, aus dem eine weitere Leitung (12 bzw. 6) in die Brennkammer (11 bzw.3) zur Erhitzung der Abgase führt.
- 45 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der zur Brennkammer (11) für die Erhitzung der Abgase führenden Leitung (12) eine Leitung (6) abzweigt, die zurück zur Brennkammer (3) für die Beheizung des ersten Trockners (2) führt (Fig.1,2).
- 50 13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Leitung (32), welche die Abgase für die Beheizung des ersten Trockners (2) führt, vor der Einmündung einer Eingabeleitung (1) für die feuchten Späne eine Leitung (33) abzweigt, welche in die zweite, mit einem Katalysator ausgerüstete Brennkammer (11) führt.
- 55 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß an die Brennkammer (11) für die Erhitzung der Abgase ein Abhitzekeessel (14) angeschlossen ist, der eine zum zweiten Trockner (5) und gegebenenfalls auch zu einer Späneverarbeitungsanlage führende Leitung (16) zur

Führung von Abwärme hat.

- 5 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom Abhitzeessel (14) eine Leitung (28) für die abgekühlten Abgase zu einem Kondensator (27) führt, an dessen Leitung (25) zur Abfuhr der Gase gegebenenfalls eine vom Abhitzeessel (14) beheizte Leitung (24) zur Führung von Warmluft angeschlossen ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

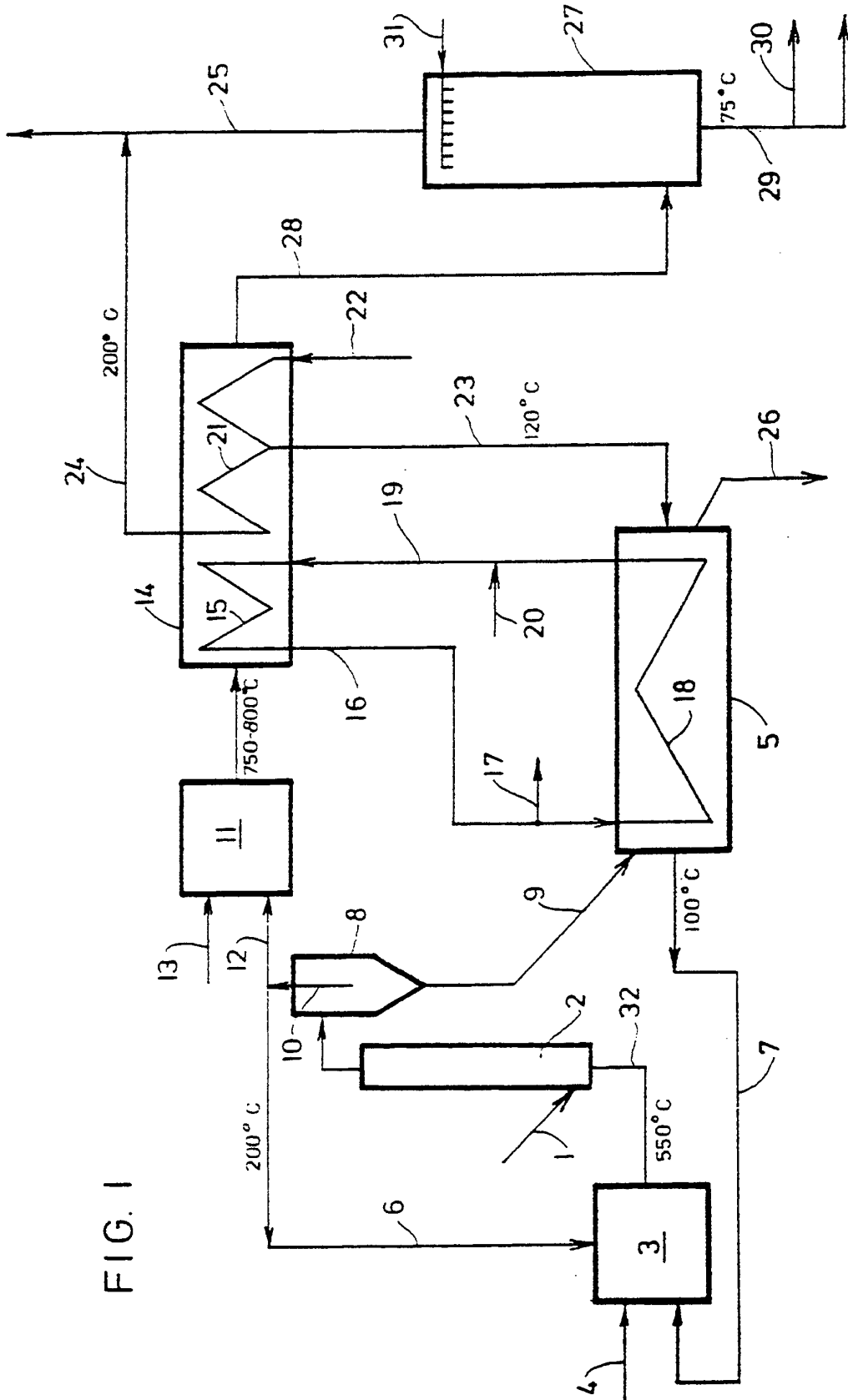


FIG. 1

FIG. 2

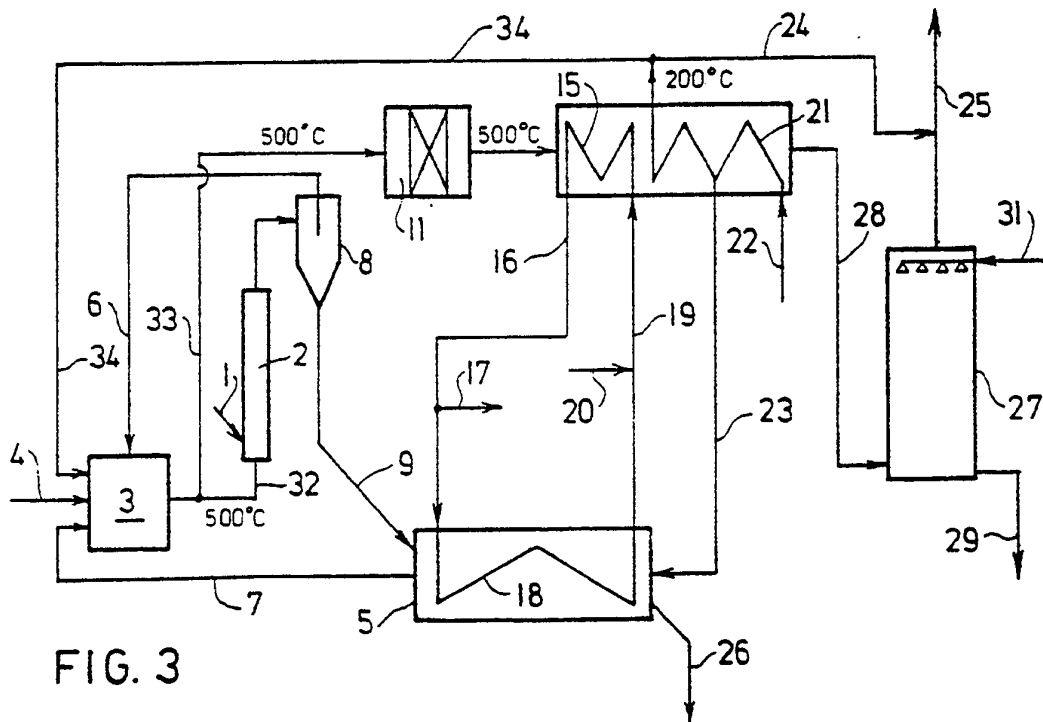
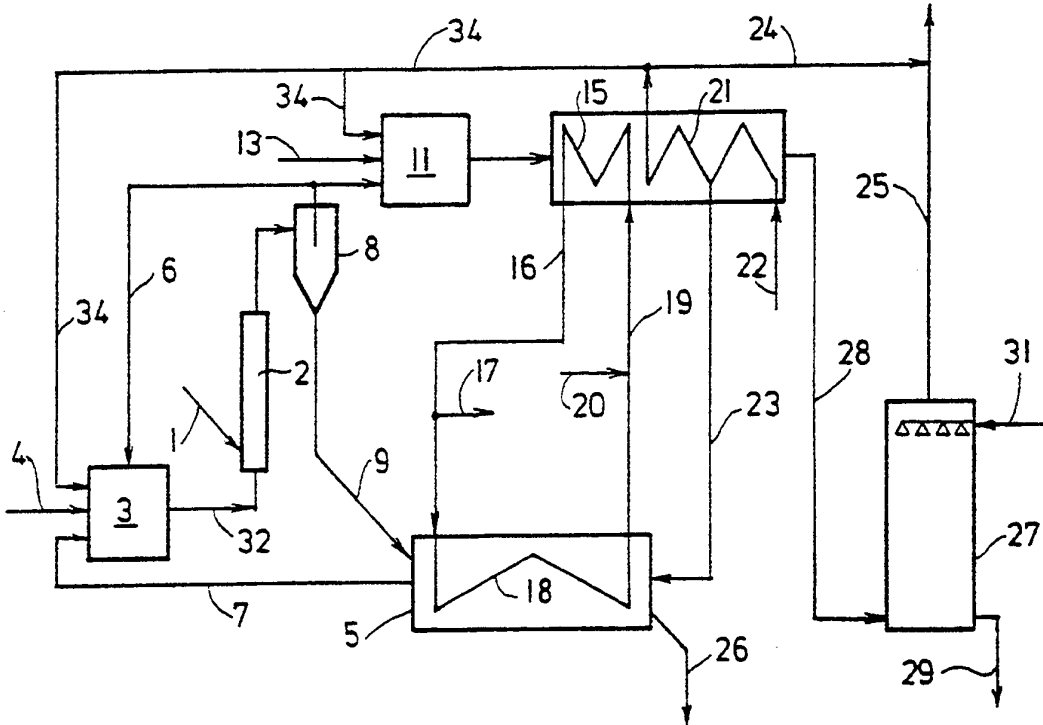


FIG. 3