



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F26B 21/08 (2006.01) F26B 21/12 (2006.01)
F26B 25/00 (2006.01) F26B 25/22 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 22186666.8
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F26B 25/006; F26B 21/08; F26B 21/12;
F26B 25/22; F26B 2200/24
- (22)

Anmeldetag: 25.07.2022

<div><div>(84)</div><div>Benannte Vertragsstaaten: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA ME Benannte Validierungsstaaten: KH MA MD TN</div></div> <div><div>(71)</div><div>Anmelder: Fiberboard GmbH 15837 Baruth (DE)</div></div> <div><div>(72)</div><div>Erfinder: • BUNGERT, Bernd Berlin (DE)</div></div>	<div><div>• HEINE, Thomas Berlin (DE)</div><div>• SCHWENDY, Martin Berlin (DE)</div><div>• DÜMICHEN, Christian Rangsdorf (DE)</div><div>• HENNIG, André Rangsdorf (DE)</div></div> <div><div>(74)</div><div>Vertreter: Michalski Hüttermann & Partner Patentanwälte mbB Kaisstraße 16A 40221 Düsseldorf (DE)</div></div>
---	--

- (54)

VERFAHREN ZUM TROCKNEN VON HOLZPRODUKTEN ZUM ERZEUGEN VON
HOLZPRODUKTEN MIT REDUZIERTER VOC-EMISSION
- (57)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen von Holzprodukten mit reduziertem VOC-Ausstoß.

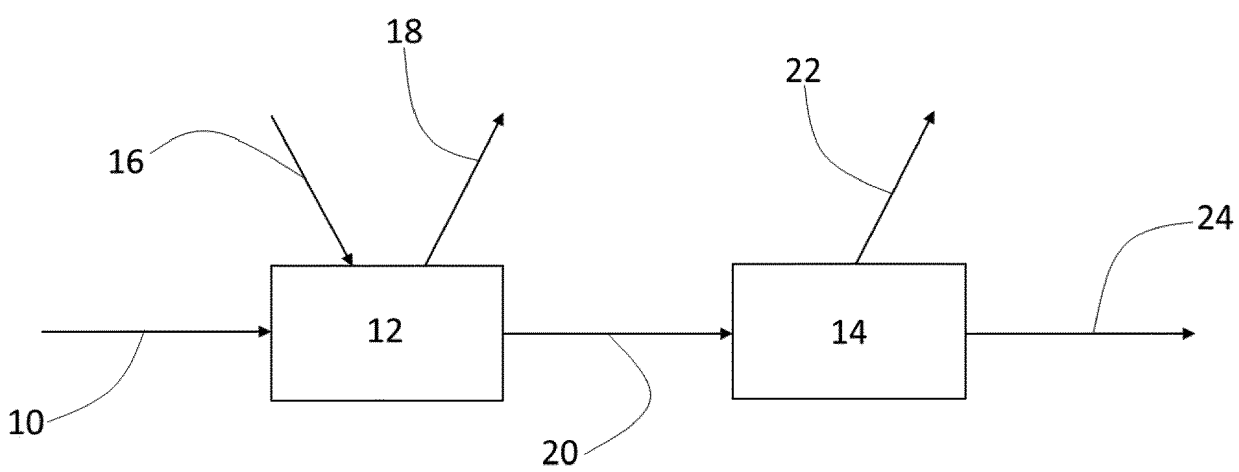


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen von Holzprodukten zum Erzeugen von Holzprodukten mit reduzierter VOC-Emission. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum Herstellen von Holzprodukten, wobei das Verfahren ein verbessertes Entfernen von VOCs aus dem Holzprodukt, wie insbesondere aus dem Holz, durch einen verbesserten Trocknungsschritt erlaubt.

[0002] Für Platten der Holzwerkstoffindustrie, wie insbesondere für Spanplatten, OSB-Platten, oder Paletten, aber auch bei der Herstellung von Pellets aus Holzspänen oder Schnittholz sind Emissionsprobleme bekannt. Diese treten etwa auf nach dem Trocknen in der Abluft und/oder bei dem fertigen Produkt selbst. Bei Spanplatten und OSB-Platten, beispielsweise, ist das sogenannte "Blue Haze" als Erscheinung des Abgases bekannt. Es handelt sich um Aerosole aus Staub mit kondensierenden VOCs, insbesondere Terpenen. Grundsätzlich ist zudem bekannt, dass etwa Spanplatten und OSB-Platten im Innenraum VOCs emittieren.

[0003] Derartige Emissionen sind etwa primäre Emissionen unmittelbar in den Produkten enthaltener Substanzen. Primäre Emissionen können beispielsweise Inhaltsstoffe des Holzes umfassen, wie beispielsweise Terpene, z.B. alpha-Pinen, Delta-3-Caren, aber auch Formaldehyd beispielsweise aus enthaltenem Leim oder organische Säuren, wenn etwa fertige Platten vorgesehen sind. Neben den primären Emissionen entstehen jedoch auch sekundäre Emissionen, also Emissionen von Reaktionsprodukten der im Produkt enthaltenen Substanzen, etwa durch Reaktionen im fertigen, gegebenenfalls bereits genutzten Produkt oder durch Reaktionen in der Innenraumluft von primären Emissionen mit anderen luftgetragenen Verbindungen, wie etwa den reaktiven Spezies Ozon, Hydroxylradikalen, Stickoxiden oder Schwefeldioxid. Ein Beispiel sind Oxidationsreaktionen von Terpenen mit Ozon. Bei der Reaktion des Monoterpens Limonen mit Ozon kann beispielsweise Ameisen- und Essigsäure entstehen.

[0004] Weiterhin ist bekannt, dass Holz Fette beziehungsweise Fettsäuren enthält. Diese werden nach und nach zu Aldehyden reduziert. Leitsubstanzen sind hier Hexansäure und Hexanal. Sekundäre Emission können daher etwa aus sekundären Inhaltsstoffen bestehen, wie etwa aus Aldehyden aus dem Abbau von im Holz enthaltenen Fetten bzw. Fettsäuren, beispielsweise Hexansäure aus Triglyceriden, welches zu Hexanal reagieren kann. Verwandte Substanzen umfassen etwa Formaldehyd aus Ameisensäure, Acetaldehyd aus Essigsäure usw..

[0005] Bei der Herstellung von Spanplatten, OSB-Platten, Paletten, Schnittholz, oder Schichtholz, beispielsweise, erfolgt der Herstellungsprozess im Wesentlichen "trocken", also im Gegensatz zur Herstellung von MDF/HDF, beispielsweise, erfolgt die Verarbeitung ohne Kontakt mit Wasser oder Wasserdampf. Bei Spanplatten und

OSB-Platten muss aufgrund der gewünschten niedrigen Restfeuchten beziehungsweise Zielfeuchte eine hohe Temperatur beim Trocknen aufgewendet werden. Dadurch entstehen hohe Emissionen von VOCs.

[0006] Die Herstellung von Holzprodukten bietet somit weiterhin Verbesserungspotential.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung zu schaffen, mit der wenigstens ein Nachteil des Stands der Technik zumindest teilweise überwunden werden kann. Es ist insbesondere die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung zu schaffen, mit der in dem Holz befindliche VOCs besonders effizient entfernbar sind.

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Trocknen von Holzprodukten mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung angegeben, die jeweils einzeln oder in Kombination einen Aspekt der Erfindung darstellen können.

[0009] Beschrieben wird ein Verfahren zum Trocknen von Holzprodukten, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- a) Bereitstellen eines Holzprodukts,
- b) Trocknen des Holzprodukts durch thermisches Behandeln; wobei

Verfahrensschritt b) zweistufig ausgeführt wird und zumindest die folgenden Schritte umfasst:

b1) gegebenenfalls Hinzufügen von Wasserdampf zu dem Holzprodukt und Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer ersten Wasserdampfmenge, insbesondere mittels Wasserdampfteildestillation; und

b2) Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer zweiten Wasserdampfmenge bis zu einer vorgebbaren Zielfeuchte, wobei

bei Verfahrensschritt b1) Wasserdampf gegebenenfalls in einem vorgegebenen ersten Mengenbereich hinzugefügt und in einem vorgegebenen zweiten Mengenbereich abgeführt wird derart, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten Mengenbereichs und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukts gewählt wird.

[0010] Ein derartiges Verfahren erlaubt es auf besonders vorteilhafte Weise, den umweltschädlichen und/oder gesundheitsschädlichen VOC-Ausstoß bei der Herstellung und/oder Anwendung von Holzprodukten effizient zu reduzieren. Dies erlaubt eine emissionsarme Weiterverarbeitung und Anwendbarkeit der Holzprodukte sowie darüber hinaus eine problemlose Nutzung der aus dem Holz entfernten VOCs.

[0011] Unter dem Begriff VOC (Volatile Organic Com-

pounds) sind im Sinne der vorliegenden Erfindung insbesondere derartige flüchtige Verbindungen zu verstehen, die in dem Holz vorliegen, welches als Ausgangsmaterial für das hier beschriebene Verfahren dient. Insbesondere sind die in diesem Verfahren beschriebenen VOCs Terpene, welche als Holzöl in dem Holz vorkommen. Beispiele umfassen etwa die folgenden Substanzen, welche in den in Klammern genannten Gewichtsprozenten bezogen auf die enthaltenen VOCs beispielhaft vorkommen können: α -Pinen (20-70%), β -Pinen (5-20%), Limonen (1-5%), Camphen (1-5%), Phenol (0,2-2%). Weitere Bestandteile können Myrcen, α -, β -Phellandren, 3-Caren, Cymol/Cymen, Terpinole, Ocimen umfassen. Weiterhin können unter VOCs organische Säuren, vorliegend als freie Säuren oder gebunden als Fette, also typischerweise als Triglyceride, wie Ameisensäure, Essigsäure, Hexansäure usw., verstanden werden. Im Sinne der vorliegenden Erfindung umfassen VOCs auch die entsprechenden Untergruppen, insbesondere VVOC (very volatile organic compounds, leicht flüchtige org. Verbindungen), SVOC (semi volatile organic compounds, schwer flüchtige org. Verbindungen) und MVOC (microbial volatile organic compounds, biolog. flüchtige org. Verbindungen).

[0012] Das hier beschriebene Verfahren dient dazu, getrocknete holzhaltige Produkte, auch bezeichnet als Holzprodukte, herzustellen, und dabei insbesondere holzhaltige Produkte zu trocknen. Unter einem Produkt kann dabei ein Endprodukt verstanden werden, als auch ein Zwischenprodukt, welches noch einer Weiterverarbeitung zu einem Endprodukt bedarf. Ferner ist unter dem Begriff holzhaltiges Produkt beziehungsweise Holzprodukt zu verstehen, dass das Produkt zumindest zu einem Teil Holz umfasst, oder auch nur aus Holz besteht. Beispiele umfassen etwa WPC-Produkte (Wood Plastic Composite).

[0013] Gemäß Verfahrensschritt a) umfasst das hier beschriebene Verfahren das Bereitstellen eines Holzprodukts. Wie vorstehend beschrieben können die Holzprodukte im Sinne der Erfindung Zwischenprodukte oder Endprodukte sein. Beispiele umfassen etwa OSB-Platten, Spanplatten, Paletten, Flexboard-Produkte, also Dämmplatten und Dämmrollen, oder auch Pellets oder Schnittholz. Auch können im Trockenverfahren hergestellte Faserplatten, etwa mit einer Rohdichte von weniger als 650 kg/m³, die etwa als leichtes MDF (LDF) beziehungsweise bei einer Rohdichte von weniger als 550 kg/m³ als ultraleichtes MDF (ULDF) bezeichnet werden können, verwendet werden. Grundsätzlich können die Holzprodukte im Trockenverfahren produzierte Produkte umfassen. Im Gegensatz zu einem Nassverfahren, mit dem etwa klassische MDF-Platten hergestellt werden, kann unter einem Trockenverfahren ein solches verstanden werden, bei dem bei der Herstellung kein Wasser zugesetzt wird. Als Trockenverfahren im Sinne der vorliegenden Erfindung ist somit insbesondere ein Verfahren zu verstehen, bei dem das Holzprodukt nach dem Bereitstellen in Form von stückigen Teilen oder Partikeln,

die kleiner sind als der Holzstamm oder Abschnitte des Holzstamms, also z.B. Hackschnitzel, Späne, Strands oder Schnittholz nicht weiter mit flüssigem oder dampfförmigen Wasser behandelt werden, wie dies z.B. typischerweise bei der Herstellung von MDF/ HDF beim Kochen unter erhöhten Temperaturen vor dem Refiner der Fall ist. Von dieser Behandlung ausgenommen ist jedoch die Zugabe von Leim oder Paraffinemulsion in wässrigen Suspensionen oder Emulsionen. Bei einem Trockenverfahren fehlt jedoch das Suspendieren von Hackschnitzeln in flüssigem Wasser oder das Aufheizen von stückigen Teilen mit Wasser oder Wasserdampf.

[0014] Das verwendete Holz ist nicht grundsätzlich beschränkt, beispielsweise kann Holz verwendet werden, das ausgewählt ist aus Kiefernholz, Fichtenholz, Lärchenholz, Birkenholz, Buchenholz, Toteichenholz, Erlenholz, usw., ohne jedoch hierauf beschränkt zu sein.

[0015] Obgleich das Holzprodukt insbesondere in einem Trockenverfahren erzeugt wurde und damit grundsätzlich einen vergleichsweise niedrigen Trockengehalt aufweist, ist aufgrund der gewünschten sehr niedrigen Endfeuchte meist ein Trocknungsschritt vorgesehen. Ein derartiger Trocknungsschritt ist bei dem hier beschriebenen Verfahren gemäß Verfahrensschritt b) realisiert. Insbesondere umfasst der Verfahrensschritt b) das Trocknen des Holzprodukts durch thermisches Behandeln desselben, also unter Einwirkung zur Raumtemperatur erhöhter Temperaturen. Hierzu kann das Holzprodukt grundsätzlich in einem Trockner behandelt werden.

[0016] Genauer ist das Trocknen beziehungsweise der Verfahrensschritt b) gemäß der vorliegenden Erfindung zweistufig ausgebildet und umfasst die Verfahrensschritte b1) und b2). Bevorzugt können die Verfahrensschritte b1) und b2) in zwei aufeinanderfolgenden, beispielsweise unmittelbar aufeinanderfolgenden, Trockeneinrichtungen oder getrennten Trockenbereichen durchgeführt werden. Als Trockeneinrichtungen können beispielsweise an sich bekannte Trommeltrockner, beispielsweise mit eingebauten Rohrwendeln, verwendet werden.

[0017] Bei der Verwendung von Spanplatten, beispielsweise, kann eine Wasserdampfteildestillation als Schritt b1) erfolgen in einem Messerringzerspaner, bei der etwa pneumatischen Förderung zum Trockner, in einem Schneckenapparat, in einem Bandtrockner, in einem bevorzugt kleinen Trommeltrockner oder ähnlichem.

[0018] Gemäß Verfahrensschritt b1) erfolgt als ein erster Trocknungsschritt optional das Hinzufügen von Wasserdampf zu dem Holzprodukt und ein Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer ersten Wasserdampfmenge. Grundsätzlich kann die erste Wasserdampfmenge bei weitgehendem Luftausschluss durch Verdampfen der Wasserdampfteilmenge auf Basis des im Holzprodukt enthaltenen Wassers aufgebracht werden. In anderen Worten kann das für den Verfahrensschritt b1) verwendete Wasser vollständig aus dem zu trocknenden Holz stammen, was, wie nachstehend in

größerem Detail beschrieben, in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukts ermittelt werden kann. Somit kann es vorteilhaft sein, dass bei Verfahrensschritt b1) kein Wasserdampf hinzugegeben wird beziehungsweise, dass das Holz nicht vor oder bei Verfahrensschritt b1) befeuchtet wird.

[0019] In diesem Schritt kann somit durch das Entfernen einer definierten Wasserdampfmenge eine Wasserdampfdestillation beziehungsweise eine Wasserdampfteildestillation (WTD) erfolgen.

[0020] Durch diesen Verfahrensschritt kann es ermöglicht werden, dass die VOCs, wie etwa Terpene, aus dem Holzprodukt effektiv entfernt werden. Denn es kann ausgenutzt werden, dass VOCs mit Wasser ein Heteroazeotrop ausbilden und dadurch vergleichsweise einfach und bei niedrigen Temperaturen aus dem Holz entfernt werden können. Beispielsweise sinkt der Siedepunkt von alpha-Pinen als wichtiges Terpen im Gemisch mit Wasser bei einem Druck von $p=1\text{ bar}$ von 155°C auf ca. 95°C unter Ausbildung eines Heteroazeotrops. Entsprechendes ist ebenfalls möglich mit Hexansäure (Caprylsäure) und allen hochsiedenden, unpolaren Substanzen, wie Hexanal, Öle/ Fette beziehungsweise Fettsäuren. Als Leitsubstanz dient dabei Hexansäure, die z.B. in Leinöl enthalten ist.

[0021] Dabei ist es vorgesehen, dass bei Verfahrensschritt b1) Wasserdampf gegebenenfalls in einem vorgegebenen ersten Mengenbereich hinzugefügt und in einem vorgegebenen zweiten Mengenbereich abgeführt wird derart, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten Mengenbereichs und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukts gewählt wird.

[0022] Die Erfindung basiert somit wie vorstehend beschrieben insbesondere darauf, dass durch das Abtrennen von Dampf aus dem Verfahren gemäß Verfahrensschritt b1) VOCs aus dem Produktionsstrom effizient abgetrennt werden können, da sich diese in dem Dampf des Schrittes b1) anreichern. Somit erfolgt durch eine entsprechende Dampfabtrennung eine Reduzierung des Ausstoßes an VOCs etwa als Abgase oder auch als Ausdünstungen des hergestellten Produkts.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich insbesondere zur Abtrennung von VOCs aus dem Holz signifikante Vorteile erzielen, wie in den nachfolgenden Betrachtungen erläutert werden soll.

[0024] Gemäß dem Stand der Technik wird zum Trocknen meist das gesamte Holz auf Siedetemperatur gebracht, um so das Wasser aus dem Holz zu entfernen. Beispielhafte Siedebedingungen umfassen etwa 1 bar bei 100°C . Dies erfolgt gemäß dem Stand der Technik bis zu einer vorgebbaren Zielfeuchte ohne Betrachtung der enthaltenen VOCs. Wird ein beispielhafter Wassergehalt des Holzes von 50 Gew.-% angenommen und eine Erwärmung von 20°C auf 100°C muss eine Wärmemenge aufgebracht werden von etwa 1.406.000 kJ, etwa

unter Verwendung eines Kontakttrockners oder einer Konvektionstrockners. Die so ausgetriebenen VOCs sind jedoch sehr stark verdünnt, so dass sie wirtschaftlich kaum sinnvoll isoliert oder anderweitig weiterverwendet werden können.

[0025] Um dagegen gemäß Verfahrensschritt b1) in einem ersten Schritt nur die VOCs zu entfernen ohne das Holz signifikant zu trocknen, was wiederum durch Erwärmen des Holzes auf 100°C bei Verdampfung kleinster Wassermengen, etwa ungefähr 1% der Gesamtwassermenge des Holzes, erfolgen kann, reicht eine beispielhafte Wärmemenge bei vergleichbaren Bedingungen von 22.000 kJ aus, um im Wesentlichen sämtliche VOCs zu entfernen. Dabei wird ausgenutzt, dass Schritt b1) nach dem Entfernen der VOCs ohne Rücksicht auf die Restfeuchte des Holzes beendet sein kann. Dies zeigt, dass bereits mit einem sehr energiearm zu betreibenden Trockner, der zusätzlich nur sehr geringen Bauraum benötigt, VOCs aus dem Holz entfernt werden können, wobei ferner eine hinsichtlich der VOCs hochkonzentrierte Dampfmenge anfällt.

[0026] Das Erhitzen des Holzes zum Entfernen der VOCs gemäß Verfahrensschritt b1) kann dabei auf verschiedene Weise erfolgen, so etwa Wärmezufuhr durch Kontakt, bevorzugt unter weitgehendem Luftausschluss. Dann kann mit dem Wasserdampf besonders bevorzugt Holzöl gewonnen werden. Letzteres ist auch möglich unter Erhitzung durch Zugabe von Wasserdampf. Dabei kann überhitzter Wasserdampf, etwa bei Temperaturen von beispielsweise 140°C , verwendet werden, wobei eine Vermeidung von Kondensation bevorzugt sein kann. Weiterhin ist ein Erhitzen möglich durch Zufuhr von warmer Luft z.B. bei Temperaturen von 160°C . Durch Kondensation kann wiederum Gewinnung Holzöl erfolgen.

[0027] In überraschender Weise hat es sich daher gezeigt, dass es nicht notwendig ist, stetig große Dampfmen gen aus dem Verfahren abzutrennen, um eine signifikante Reduzierung des VOC-Ausstoßes zu bewirken. Es wurde vielmehr gefunden, dass schon durch die Abtrennung von vergleichsweise kleinen Dampfmen gen fast die gesamte Menge an VOCs, insbesondere an Terpenen, ausgeschleust werden kann. Dadurch kann die ausgeschleuste und damit beispielsweise die weiter zu verarbeitende Menge an Dampf signifikant reduziert werden. Dadurch kann Aufwand und können gleichermaßen Kosten bei dem Gesamtprozess reduziert werden. Entsprechendes gilt für die Menge an zugeführtem Wasserdampf, da dieser ausreichend groß sein sollte, um die VOCs effektiv zu entfernen, aber möglichst gering sein sollte, um die Baugröße des Trockners sowie den Energiebedarf für Schritt b1) bzw. bei Kondensation mindestens eines Teils des in Schritt b1) zugeführten Wasserdampfes den energetischen Aufwand in Schritt b2) ebenfalls möglichst gering zu halten.

[0028] Bei dem hier beschriebenen Verfahren wird ferner ausgenutzt, dass Terpene als in diesem Verfahren wichtigstes VOC zwar einen Siedepunkt von über 150°C haben aber dennoch gefunden werden konnte, dass

selbst Abdampfströme oder allgemein Dampfströme mit Temperaturen von unter 100°C ganz erhebliche Menge an flüchtigen organischen Substanzen und insbesondere Terpenen enthalten können. Dies liegt an der Bildung der Heteroazeotrope wie vorstehend beschrieben. Daher ist es bei dem hier beschriebenen Verfahren vorteilhaft, dass auf die gesamt abgetrennte Dampfmenge abgestellt wird, unabhängig von deren Entstehung beziehungsweise des lokalen Abtrennungspunktes.

[0029] Die Abtrennung von Dampfströmen kann dabei grundsätzlich nach Methoden aus dem Stand der Technik erfolgen und es ist vorteilhaft, dass der Dampf zum Sammeln der VOCs behandelt und nicht mitsamt der VOCs in die Umwelt entlassen wird. Beispielsweise kann der Dampf mittels Überdruck oder Unterdruck abgetrennt werden.

[0030] Dass bei Verfahrensschritt b1) Wasserdampf optional in einem vorgegebenen ersten Mengenbereich hinzugefügt und in einem vorgegebenen zweiten Mengenbereich abgeführt wird derart, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten Mengenbereichs und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukts gewählt wird, kann dabei umsetzbar sein auf verschiedenste Weise, wie dies nachfolgend in größerem Detail beschrieben ist.

[0031] Nach dem ersten Trocknungsschritt, also dem Verfahrensschritt b1), bei dem die VOCs im Wesentlichen aus dem Holz der Holzprodukte entfernt wurde, erfolgt gemäß Verfahrensschritt b2) ein weiterer Trocknungsschritt, nämlich das Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer zweiten Wasserdampfmenge bis zu einer vorgebbaren Zielfeuchte. Die Zielfeuchte ist dabei der Feuchtegehalt, welcher bei dem Holzprodukt durch die Trocknung eingestellt werden kann beziehungsweise soll.

[0032] Dieser zweite Trocknungsschritt kann ausgeführt werden, wie es für derartige Holzprodukte grundsätzlich bekannt ist, um die Holzprodukte auf die gewünschte Restfeuchte zu bringen.

[0033] Insbesondere ist dieser Schritt ebenfalls durchführbar unter Einsatz von Wärme beziehungsweise unter Verwendung eines üblichen technischen Trocknungsapparats.

[0034] Durch diese zweistufige Trocknung mit den Schritten b1) und b2) kann somit zunächst durch eine Wasserdampfteildestillation der Gehalt an VOCs signifikant reduziert werden. Dies ermöglicht selbstredend, die Emission der getrockneten Holzprodukte, sei es in Innenräumen oder auch bei weiteren Prozessschritten, deutlich zu reduzieren. Dabei kann Verfahrensschritt b1) auf das Entfernen der VOCs maßgeschneidert werden, was einen geringen Energieeinsatz mit effizienter VOC-Entfernung kombinieren kann.

[0035] Im Schritt b2) kann dann in gewohnter Weise eine Trocknung durchgeführt werden, um so die gewünschte Endfeuchte zu erreichen.

[0036] Durch die Ausgestaltung des Trocknens als

zweistufiges Verfahren kann ferner eine besonders einfache Implementierung in bestehende Verfahren ermöglicht werden, da die Wasserdampfteildestillation gemäß Schritt b1) auf einfache Weise vor dem üblichen Schritt b2) eingefügt werden kann. Dies etwa durch das Einfügen eines zusätzlichen Trockners vor dem eigentlichen Trockner herkömmlicher Verfahren. Der zusätzlich eingeführte Trockner kann dabei sehr geringe Ausmaße aufweisen, etwa in einem Bereich von kleiner oder gleich 5 Vol.-% Trocknungsvolumen verglichen mit einem herkömmlichen Trockner. Denn die in dem für den Schritt b1) benötigte Verweilzeit des Holzes in dem Trockner ist äußerst gering, so dass sehr schnell eine große Menge an VOCs entfernt werden können. Darüber hinaus reicht bereits eine sehr geringe Energiemenge aus, um die VOCs zu entfernen.

[0037] Durch einen insbesondere von dem Verfahren b2) räumlich getrennten Schritt b1) kann ferner ein besonders einfaches Sammeln der VOCs erfolgen, wobei die gesammelte Dampfmenge sehr gering ist, insbesondere in einem Vergleich zu der Möglichkeit, die beim gesamten Trocknen anfallende Gesamtdampfmenge zu sammeln. Eine effiziente Sammlung der VOCs aus dem Dampfstrom eines herkömmlichen Trockners ist faktisch nicht umsetzbar. Erfindungsgemäß ist es dagegen problemlos möglich, die abgeführten VOCs zu sammeln und dann etwa weiterzuverwenden. Auch ist die Konzentration der VOCs in der bei b1) abgetrennten Dampfmenge vergleichsweise hoch, so dass eine Isolierung vereinfacht ist. Es ist im Sinne der vorliegenden Erfindung jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Schritte b1) und b2) nacheinander in einem Trockner durchgeführt werden.

[0038] Schließlich kann das Verfahren besonders energiearm und dadurch ressourcenschonend durchgeführt werden, da durch eine Bildung eines Heteroazeotrops wie vorstehend beschrieben nur ein geringer Energieeintrag notwendig ist, um die VOCs zu verdampfen und aus dem Holz zu entfernen.

[0039] Je nach Art der Aufheizung kann selbstverständlich eine interne Wärmerückgewinnung, z.B. durch Abkühlen von Abluft oder Abdampf erfolgen.

[0040] Das Abtrennen des Dampfes und dabei die Verfahrensschritte b1) und b2) können dabei bevorzugt kontinuierlich erfolgen. Dabei umfasst ein kontinuierliches Abtrennen des Dampfes beispielsweise ein unterbrechungsfreies Abtrennen oder auch ein stetiges periodisches Abtrennen, also umfassend definierbare periodisch wiederkehrende Pausen.

[0041] Das vorliegende Verfahren bietet auch Vorteile gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren. So ist beispielsweise bekannt, ein als UTWS Trocknen oder eco dry bezeichnetes Verfahren auszuführen, bei dem mit hoher Energie ungewollte Substanzen entfernt werden. Dabei erfolgt jedoch die gesamte Trocknung mit überhitztem Wasserdampf. Eingetragene Luft erschwert die Kondensation. Ein Umrüsten bei bestehenden Anlagen ist technisch selten möglich und

kaufmännisch praktisch nicht sinnvoll. Demgegenüber erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren jedoch deutlich kürzere Verweilzeiten im Trockner für Schritt b1), geringere abgetrennte Gasmengen bei der VOC-Abtrennung und verbesserte Kondensationsbedingungen. Aus der Herstellung von Pellets ist etwa die Trocknung mit überhitztem Wasserdampf bekannt. Dabei wird aber ähnlich dem UWTS Verfahren die gesamte Trocknung mit überhitztem Wasserdampf durchgeführt, wodurch sich auch gegenüber diesem Verfahren erfindungsgemäß die vorbeschriebenen Vorteile bilden.

[0042] Hinsichtlich der wenigstens einen Spezifikation der Holzprodukte sei erwähnt, dass nur eine Spezifikation als Basis für die Ermittlung der hinzuzufügenden und/oder abzutrennenden Dampfmenge dienen kann, oder dass bevorzugt eine Mehrzahl an Spezifikationen als Basis für die Ermittlung der hinzuzufügenden und/oder abzutrennenden Dampfmenge dienen kann.

[0043] Beispielsweise kann eine Spezifikation oder kann eine Mehrzahl an Spezifikationen ausgewählt sein aus den folgenden Spezifikationen.

[0044] Bevorzugt kann eine Untergrenze und eine Obergrenze des Mengenbereichs wenigstens eines des in Verfahrensschritt b1) optional zugegebenen Wasserdampfs und des in Verfahrensschritt b1) abgetrennten Wasserdampfes und damit eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit der Menge des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzes in dem Holzprodukt erfolgen. Dabei kann die Menge sowohl des Holzes als auch des Dampfes etwa bei einem Batch-Prozess die absolute Menge sein, oder kann die Menge sowohl des Holzes als auch des Dampfes bei einem kontinuierlichen Prozess die Menge pro Zeiteinheit sein. Es ist verständlich, dass unabhängig von der jeweiligen konkreten Ausgestaltung und den Bestandteilen des Holzprodukts die Menge des Holzes einen signifikanten Einfluss auf die durch das Holz in den Prozess eingetragenen und damit gleichermaßen auf die auszutragenden VOCs hat, so dass der Menge des Holzes in dem Holzprodukt bei der Ermittlung der abzutrennenden Dampfmenge vorzugsweise beachtet werden sollte.

[0045] Dabei kann die Menge des Holzes gleichermaßen für die eingetragene Wasserdampfmenge als auch für die ausgetragene Wasserdampfmenge von Wichtigkeit sein. Denn so kann sichergestellt werden, dass einerseits die VOCs möglichst vollständig entfernt werden, aber auf der anderen Seite im Verfahrensschritt b2) nicht übermäßig nicht genutzter und bei b1) eingetragener Wasserdampf wieder entfernt werden muss.

[0046] Es kann weiter bevorzugt sein, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze des Mengenbereichs wenigstens eines des in Verfahrensschritt b1) zugegebenen Wasserdampfs und des in Verfahrensschritt b1) abgetrennten Wasserdampfes und damit eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit der Menge der in dem in Verfahrensschritt a) bereitge-

stellten Holzprodukt enthaltenen VOCs, insbesondere Terpene und/oder Fettsäuren oder Fetten, erfolgt.

[0047] In dieser Ausgestaltung kann insbesondere ermittelt oder abgeschätzt werden, wieviel VOCs, also beispielsweise Terpene und/oder Fettsäuren oder Fette, pro Menge an Holzprodukt in diesem erhalten sind. In anderen Worten kann die Menge an VOCs in Gewichtsprozent, bezogen auf die Menge an Holzprodukt, in Betracht gezogen werden, die in dem Holzprodukt vorkommen.

[0048] Diese Spezifikation kann insbesondere von Vorteil sein, da es sich gezeigt hat, dass unterschiedliche Holzarten auch eine unterschiedliche Menge an VOCs aufweisen. Entsprechend kann die Menge an in einer bestimmten Menge an Holz vorliegenden VOCs abhängig sein von der spezifisch eingesetzten Holzart.

[0049] Insbesondere unter Auswahl derartiger Spezifikationen kann die Menge an gegebenenfalls einzubringendem und/oder abzutrennendem Dampf besonders verlässlich reduziert werden, da sichergestellt ist, dass nicht durch Schwankungen in den auftretenden Bestandteilen bei der Abtrennung des Dampfes zu wenig Dampf abgetrennt und somit ein unerwünscht hoher Gehalt an VOCs austritt. Darüber hinaus kann dennoch verlässlich und ohne die vorbeschriebene Gefahr die Menge an abzutrennendem und etwa zu produzierendem Dampf sicher reduziert werden.

[0050] Bezüglich der Ermittlung der Menge an in dem Holzprodukt enthaltenen VOCs kann es ferner bevorzugt sein, dass die Menge der in dem in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukt enthaltenen VOCs durch Untersuchung des eingesetzten Holzprodukts bestimmt wird oder anhand der Art des eingesetzten Holzprodukts, insbesondere des enthaltenen Holzes, abgeschätzt wird.

[0051] Eine Bestimmung der Menge an VOCs durch Untersuchung des Holzprodukts kann eine besonders exakte Bestimmung der in dem Holzprodukt enthaltenen VOCs ermöglichen, so dass die Bestimmung der einzubringenden und/oder abzutrennenden Dampfmenge ebenfalls sehr exakt durchführbar ist. Eine Bestimmung der jeweiligen Menge kann dabei in an sich bekannter Weise durch Analyse der Bestandteile des Holzprodukts erfolgen. Dies kann beispielsweise vorteilhaft sein, da sich der Gehalt an VOCs schlicht durch Ausdünstungen bei der Lagerung Reduzieren kann oder auch Schwankungen der enthaltenen VOCs in der gleichen Holzart auftreten können.

[0052] Eine Abschätzung der in dem Holzprodukt enthaltenen Bestandteile von VOCs anhand der Art des eingesetzten Holzprodukts, also insbesondere unter Betrachtung, welcher Art von Holz das Holzprodukt aufweist, kann eine besonders einfache Bestimmung der Bestandteile erlauben, wobei der Aufwand sehr gering gehalten werden kann. Diese Ausgestaltung kann insbesondere darauf basieren, dass unterschiedliche Holzarten, also beispielsweise Birke oder Fichte, oftmals eine unterschiedliche Menge an VOCs aufweisen, die enthaltene Menge jedoch für die Art des Holzes charakteristisch ist. Somit kann unter Kenntnis des eingesetzten

Holzes im Vorfeld die Menge an VOCs abgeschätzt werden, ohne dass eine Analytik durchgeführt werden müsste.

[0053] Damit potentiell auftretende Ungenauigkeiten der Menge in dem jeweiligen Holz unkritisch sind, kann die Menge an zugegebenen und/oder abgetrenntem Dampf mit einem definierbaren Sicherheitsfaktor bestimmt werden, also etwa eine definierbar größere Menge an Dampf zugegeben und/oder abgetrennt werden, als laut verwendeten Daten der Mengenbereiche notwendig. Dies erlaubt ebenfalls eine besonders sichere und verlässliche Reduzierung der Menge an aus dem Prozess ausgeschleusten VOCs und/oder Fettsäuren.

[0054] Es kann weiter bevorzugt sein, dass die in Verfahrensschritt b1) gesamt abgetrennte Dampfmenge in einem Mengenbereich liegt von der 0,5 bis 100-fachen Masse, bevorzugt der 0,5 bis 50-fachen Masse, besonders bevorzugt der 0,5 bis 10-fachen Masse, bezogen auf die VOC-Menge des bereitgestellten Holzprodukts.

[0055] Für die zuzuführende Dampfmenge gilt, dass diese in einem ähnlichen Bereich der abgeführten Dampfmenge liegen kann. Dies hängt jedoch von der Prozessführung und von der Art der Wärmezufuhr ab. So ist es denkbar, das Holzprodukt unter weitgehendem oder (fast) vollständigem Luftausschluss zu erhitzen und nur das im Holz enthaltene Wasser in den dampfförmigen Zustand zu überführen. Alternativ kann eine Erhitzung durch gesättigten oder überhitzten Wasserdampf erfolgen. Sollte letzteres der Fall sein, dann liegt die zuzuführende Dampfmenge entsprechend höher. Es folgt, dass der Mengenbereich an zuzuführendem Wasserdampf in einem Mengenbereich von der 0 -300 fachen Masse, bevorzugt der 0-150fachen Masse, besonders bevorzugt der 0-30 fachen Masse, bezogen auf die VOC Menge des bereitgestellten Holzprodukts liegt.

[0056] Diese Menge liegt deutlich unterhalb der Dampfmenge, die abgetrennt würde, wenn das Holzprodukt in einem einzigen Trocknungsschritt auf die Endfeuchte getrocknet würde, reicht jedoch in überraschender Weise aus, um im Wesentlichen die Gesamtmenge an VOCs beziehungsweise Fettsäuren aus dem Holzprodukt auszuschleusen und somit den VOC-Ausstoß bei dem hier beschriebenen Verfahren deutlich zu reduzieren. Somit hat sich gezeigt, dass beispielsweise dann, wenn das hier beschriebene Verfahren beziehungsweise die in dem Verfahren abgetrennte Dampfmenge entsprechend angepasst wird, eine überraschend geringe Dampfmenge abgetrennt werden kann, die ausreicht, um die erfindungsgemäße Aufgabe zu lösen.

[0057] Alternativ oder zusätzlich kann es bevorzugt sein, dass die in Verfahrensschritt b1) gesamt abgetrennte Dampfmenge in einem Mengenbereich liegt von der 0,001 bis 0,2-fachen Masse, bevorzugt der 0,001 bis 0,1-fachen Masse, besonders bevorzugt der 0,001 bis 0,02-fachen Masse, bezogen auf die Trockenmasse des bereitgestellten Holzprodukts.

[0058] Für die eingebrachte Dampfmenge gilt, dass diese in einem Mengenbereich der 0-0,6 fachen Masse,

bevorzugt der 0-0,3 fachen Masse, besonders bevorzugt der 0-0,1 fachen Masse, bezogen auf die Trockenmasse des bereitgestellten Holzprodukts liegt.

[0059] Diese Ausgestaltung beruht darauf, dass auch die Trockenmasse des Holzprodukts ein guter Indikator für die Bestimmung der gegebenenfalls einzubringenden und/oder abzutrennenden Dampfmenge sein kann. Auch bei einer derartigen Korrelation liegt die Menge an abzutrennendem Dampf deutlich unterhalb der Menge, die in Lösungen aus dem Stand der Technik durch eine einschrittige Trocknung verwendet werden, reicht jedoch ebenfalls in überraschender Weise aus, um fast die Gesamtmenge an VOCs aus dem Verfahren auszuschleusen und somit den VOC-Ausstoß bei dem hier beschriebenen Verfahren zur Herstellung von Holzprodukten deutlich zu reduzieren.

[0060] Dabei bezieht sich die Trockenmasse des Holzprodukts beziehungsweise des Holzes insbesondere auf absolut trockenes Holz (atro), wie dies in der Holzverarbeitung an sich üblich ist. Die Trockenmasse von verwendetem Holz kann wiederum analytisch bestimmt oder anhand bekannter Daten für die Art des verwendeten Holzes abgeschätzt werden. Darüber ist die Masse wiederum bei kontinuierlichen oder Batch-Verfahren problemlos bestimmbar, als Menge pro Zeiteinheit oder als absolute Menge, wie vorstehend beschrieben.

[0061] Rein beispielhaft ermöglichen derart geringe Mengen bei Verfahrensschritt b1) etwa Verweilzeiten in einem Trockner von wenigen Sekunden, beispielsweise weniger als 10 Sekunden. Dies wird ermöglicht, da beispielsweise eine Trocknung nur um wenige % ausreicht, beispielsweise um 3%. Dies ermöglicht auch, entsprechende Trockner mit einem geringen Volumen zu verwenden. Dies zeigt die problemlose Implementierung in bestehende Verfahren mit geringen Baugrößen und damit entsprechend geringen Investitionskosten.

[0062] Es kann weiterhin bevorzugt sein, dass Verfahrensschritt b1) zumindest teilweise unter Luftausschluss erfolgt. In dieser Ausgestaltung kann entsprechend ausgenutzt werden, dass die im Holz befindliche Wassermenge als Trägersubstanz für die VOCs ausreichen kann.

[0063] Hinsichtlich der Abtrennung des Wasserdampfes in Verfahrensschritt b1) kann es ferner bevorzugt sein, dass in Verfahrensschritt b1) abgeführter Wasserdampf an wenigstens einer Dampf-Emissionsstelle kontinuierlich aus dem Verfahren abgetrennt wird. Dies erlaubt ein besonders effizientes Verfahren und kann bei stationären Bedingungen ohne viel Steuerungsaufwand durchgeführt werden.

[0064] Es kann weiter bevorzugt sein, dass der gemäß Verfahrensschritt b1) abgeführte VOC enthaltende Wasserdampf gesammelt und gegebenenfalls ein oder mehr Bestandteile weiterbehandelt werden. In dieser Ausgestaltung kann das Verfahren somit nicht nur dazu dienen, den VOC-Ausstoß zu reduzieren, sondern das Verfahren kann aufgrund der Möglichkeit, abgetrennte Dampfströme zu sammeln und gegebenenfalls weiter zu behan-

deln, deutlich ökonomischer durchgeführt werden. Denn die in dem Dampfstrom enthaltenen Materialien oder andere Eigenschaften des Dampfstroms, wie etwa dessen Wärme, können bei dem Verfahren oder anderen Verfahren verwendet werden, so dass Kosten und Ressourcen geschont werden können.

[0065] Beispielsweise kann es von Vorteil sein, dass als Weiterbehandlung ein Gemisch aus Terpenen oder Terpentinöl isoliert wird. Zusätzlich oder alternativ kann es von Vorteil sein, dass als Weiterbehandlung ein Gemisch aus Fettsäuren oder anderen organischen Substanzen isoliert wird. Derartige Substanzen sollten zwar als Ausstoß des Verfahrens reduziert werden, um ein Freisetzen in die Umwelt zu verhindern, jedoch können diese Substanzen für andere Prozesse oder Anwendungen wertvolle Produkte sein. Gleiches gilt selbstverständlich, wenn die Einzelsubstanzen weiter isoliert werden. Somit kann diese Ausgestaltung besonders vorteilhaft hinsichtlich der Ökonomie des hier beschriebenen Verfahrens und hinsichtlich der Wertschöpfung des eingesetzten Holzes sein. Gleiches gilt, wenn etwa ein Hydrolat als Weiterbehandlung isoliert wird. Als Hydrolat wird dabei im Sinne der Erfindung allgemein die nach Kondensation des Dampfes und Abscheidung von wasserunlöslichen Substanzen erhaltene wässrige Phase verstanden, in der entsprechend wasserlösliche Bestandteile enthalten sein können, wie beispielsweise Formaldehyd oder kurzkettige organische Säuren o.ä..

[0066] Es kann weiterhin vorteilhaft sein, dass der abgetrennte Dampf oder ein oder mehr Bestandteile weiterbehandelt werden durch Verbrennung oder Aussetzen von hohen Temperaturen, Adsorption, Absorption, Methoden der Membrantechnik, Kondensation, Kristallisation oder anderen geeigneten verfahrenstechnischen Methoden.

[0067] Das Verbrennen beziehungsweise das Aussetzen hoher Temperaturen ermöglicht beispielsweise eine thermische Nachverbrennung und dabei etwa energetische Nutzung der in dem abgetrennten Dampfstrom enthaltenen VOCs. Die weiteren genannten Methoden können sich allesamt auf die Isolierung beziehungsweise Abtrennung einzelner Substanzen beziehen.

[0068] Weiter bevorzugt kann wenigstens eine von der Wärme eines in dem Verfahren auftretenden Stoffstroms und der Wärme eines abgetrennten Dampfstroms energetisch in dem Verfahren weiterverwendet werden. In dieser Ausgestaltung kann somit die dem Stoffstrom innewohnende Energie in Form von Wärme weiterverwendet werden, insbesondere, um andere Stoffströme zu erhitzen beziehungsweise um die Trocknung durchzuführen. Auch dieser Schritt kann ökonomische Aspekte des Verfahrens gemäß der Erfindung verbessern und somit Kosten und Ressourcen schonen.

[0069] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele exemplarisch erläutert, wobei die nachfolgend dargestellten Merkmale sowohl jeweils einzeln als auch in Kombination einen Aspekt der

Erfindung darstellen können. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0070] In Figur 1 ist ein Verfahren gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung schematisch gezeigt.

[0071] Gemäß Pfeil 10 soll dargestellt werden, dass ein Holzprodukt bereitgestellt wird. Das Holzprodukt ist insbesondere durch ein Trockenverfahren ausgebildet und soll im weiteren getrocknet werden. Hierzu sind zwei Trockner 12, 14 vorgesehen. Die Trocknung erfolgt somit zweistufig, wobei in dem Trockner optional 12 ein Wasserdampf zu dem Holzprodukt in einem ersten Mengenbereich hinzugefügt wird, was durch den Pfeil 16 dargestellt sein soll und wobei das Holzprodukt unter Abführung eines zweiten Mengenbereichs an Wasserdampf getrocknet wird. Letzteres soll durch den Pfeil 18 dargestellt werden. Dadurch bilden sich aus den im Holzprodukt befindlichen VOCs und dem Wasser Heteroazeotrope, welche mit dem Wasserdampf ausgetragen werden. Dabei wird Wasserdampf in einem vorgegebenen ersten Mengenbereich optional hinzugefügt und in einem vorgegebenen zweiten Mengenbereich abgeführt derart, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten Mengenbereichs und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des bereitgestellten Holzprodukts gewählt wird.

[0072] Von dem ersten Trockner 12 wird das ange-trocknete und hinsichtlich der VOCs abgereicherte Holzprodukt zu dem zweiten Trockner 14 geleitet, wie dies durch den Pfeil 20 gekennzeichnet sein soll. Durch den zweiten Trockner 14 erfolgt das Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer zweiten Wasserdampfmenge bis zu einer vorgebbaren Zielfeuchte, was durch den Pfeil 22 gekennzeichnet sein soll. Nach dem Trockner 14 wird das auf Endfeuchte gebrachte Holzprodukt bereitgestellt, wie durch den Pfeil 24 gezeigt.

[0073] Nach dem Bereitstellen des Holzprodukts mit Endfeuchte kann das Holzprodukt fertig gestellt sein oder weiterbearbeitet werden.

[0074] Ferner kann der abgeführte VOC enthaltende Wasserdampf gesammelt und gegebenenfalls ein oder mehr Bestandteile weiterbehandelt werden.

Bezugszeichenliste

[0075]

- 10 Pfeil
- 12 Trockner
- 14 Trockner
- 16 Pfeil
- 18 Pfeil
- 20 Pfeil
- 22 Pfeil
- 24 Pfeil

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen von Holzprodukten, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
 - a) Bereitstellen eines Holzprodukts,
 - b) Trocknen des Holzprodukts durch thermisches Behandeln; wobei Verfahrensschritt b) zweistufig ausgeführt wird und zumindest die folgenden Schritte umfasst:
 - b1) gegebenenfalls Hinzufügen von Wasserdampf zu dem Holzprodukt und Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer ersten Wasserdampfmenge; und
 - b2) Trocknen des Holzprodukts unter Abführung einer zweiten Wasserdampfmenge bis zu einer vorgebbaren Zielfeuchte, wobei bei Verfahrensschritt b1) Wasserdampf gegebenenfalls in einem vorgegebenen ersten Mengenbereich hinzugefügt und in einem vorgegebenen zweiten Mengenbereich abgeführt wird derart, dass eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten Mengenbereichs und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit wenigstens einer Spezifikation des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukts gewählt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit der Menge des in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzes in den Holzprodukten erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Untergrenze und eine Obergrenze wenigstens eines des ersten und des zweiten Mengenbereichs in Abhängigkeit der Menge der in dem in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukt enthaltenen VOCs erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge der in dem in Verfahrensschritt a) bereitgestellten Holzprodukt enthaltenen VOCs durch Untersuchung des eingesetzten Holzprodukts bestimmt wird oder anhand der Art des eingesetzten Holzprodukts, insbesondere des enthaltenen Holzes, abgeschätzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Verfahrensschritt b1) gesamt abgeführte Dampfmenge in einem Mengenbereich liegt von der 0,5 bis 100-fachen Masse, bezogen auf die VOC-Menge des bereitgestellten Holzprodukts.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Verfahrensschritt b1) gesamt abgetrennte Dampfmenge in einem Mengenbereich liegt von der 0,001 bis 0,2-fachen Masse, bezogen auf die Trockenmasse des bereitgestellten Holzprodukts.
7. Verfahren nach einem der Verfahrensschritte 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Verfahrensschritt b1) kein Wasserdampf hinzugegeben wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als VOCs wenigstens eines von Terpenen und Fettsäuren betrachtet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Verfahrensschritt b1) zumindest teilweise unter Luftausschluss erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Verfahrensschritt b1) abgeführter Wasserdampf an wenigstens einer Dampf-Emissionsstelle kontinuierlich aus dem Verfahren abgetrennt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemäß Verfahrensschritt b1) abgeführte VOC enthaltende Wasserdampf gesammelt und gegebenenfalls ein oder mehr Bestandteile weiterbehandelt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Weiterbehandlung ein Gemisch aus Terpenen oder Terpentinöl isoliert wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Weiterbehandlung ein Gemisch aus Fettsäuren oder anderen organischen Substanzen isoliert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Weiterbehandlung ein Hydrolat isoliert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abgetrennte Dampf oder ein oder mehr Bestandteile weiterbehandelt werden durch Verbrennung oder Aussetzen von hohen Temperaturen, Adsorption, Absorption, Methoden der Membrantechnik, Kondensation oder Kristallisation.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine von der Wärme eines in dem Verfahren auftretenden Stoffstroms und der Wärme eines abgetrennten

Dampfstroms energetisch in dem Verfahren weiterverwendet wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte b1) und b2) in zwei aufeinanderfolgenden Trockeneinrichtungen durchgeführt werden. 5
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Holzprodukt ein im Trockenverfahren erzeugtes holzhaltiges Produkt ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

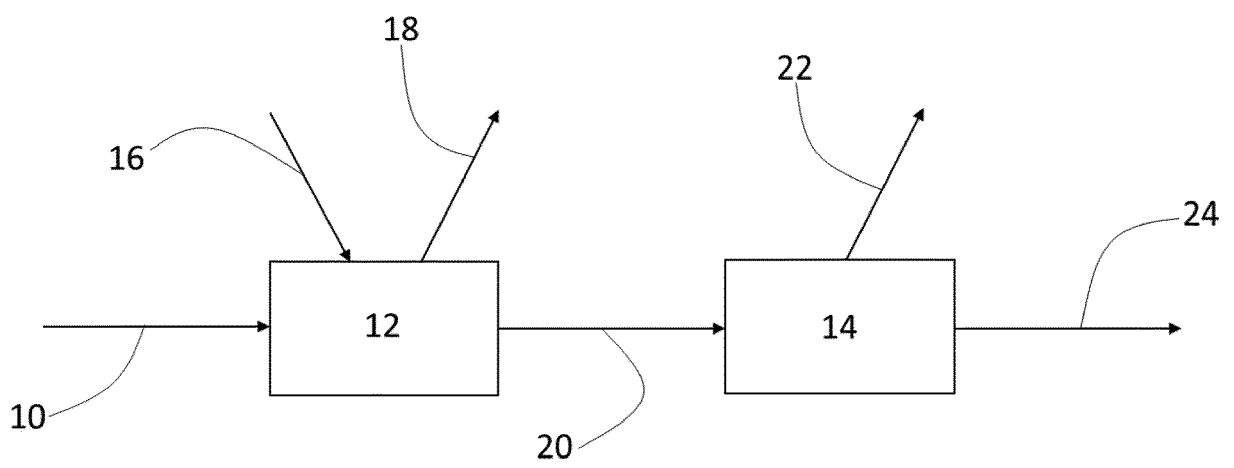


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 6666

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2014/165995 A1 (DIACARBON TECHNOLOGIES INC [CA]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) * Absätze [0028] - [0066]; Abbildungen 1-3 *	1-18	INV. F26B21/08 F26B21/12 F26B25/00 F26B25/22
A	US 4 026 037 A (BUCHHOLZ ADOLF) 31. Mai 1977 (1977-05-31) * Spalte 6, Zeilen 56-68; Abbildungen 1-2 *	1-18	
A	GB 242 494 A (AUGUST BAUMANN) 12. November 1925 (1925-11-12) * Seite 3, Zeile 104 - Seite 4, Zeile 120; Abbildungen 1-3 *	1-18	
A	EP 0 743 498 A2 (ANDRITZ PATENTVERWALTUNG [AT]) 20. November 1996 (1996-11-20) * Seite 3, linke Spalte, Zeilen 29-45 *	1-18	
A	WO 2004/016718 A1 (JGC CORP [JP]; TOKYO ELECTRIC POWER CO [JP] ET AL.) 26. Februar 2004 (2004-02-26) * Seiten 20-21 *	1-18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2022	Prüfer De Meester, Reni
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 18 6666

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-12-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014165995 A1	16-10-2014	CA 2909407 A1	16-10-2014
		US 2016304800 A1	20-10-2016
		WO 2014165995 A1	16-10-2014
US 4026037 A	31-05-1977	KEINE	
GB 242494 A	12-11-1925	KEINE	
EP 0743498 A2	20-11-1996	AT 404876 B	25-03-1999
		EP 0743498 A2	20-11-1996
		MY 118743 A	31-01-2005
WO 2004016718 A1	26-02-2004	AU 2003235820 A1	03-03-2004
		JP 3901984 B2	04-04-2007
		JP 4334857 B2	30-09-2009
		JP 2003129069 A	08-05-2003
		JP 2005179379 A	07-07-2005
		MY 143323 A	15-04-2011
		US 2006112638 A1	01-06-2006
		US 2009071616 A1	19-03-2009
		WO 2004016718 A1	26-02-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82