

(19)



(11)

EP 4 538 452 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2025 Patentblatt 2025/16

(21) Anmeldenummer: **23202713.6**

(22) Anmeldetag: **10.10.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
D21B 1/00 (2006.01) **D21D 1/20** (2006.01)
D21G 9/00 (2006.01) **D21J 1/00** (2006.01)
F26B 11/04 (2006.01) **F26B 21/00** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
D21G 9/0018; D21B 1/00; D21D 1/20; D21J 1/00;
F26B 21/04; F26B 23/002; F26B 23/022;
F26B 25/009; F26B 2200/24

(84) 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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Kronotec AG**
6006 Luzern (CH)

(72) Erfinder:
 • **HOFFER, Josef**
6020 Emmenbrücke (CH)

• **HASCH, Joachim**
10317 Berlin (DE)
 • **KALWA, Norbert**
32805 Horn-Bad Meinberg (DE)
 • **SCHWIND, Volker**
10407 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB
Frankfurter Straße 3c
38122 Braunschweig (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES HOLZFASERSTOFFS UND HOLZFASERSTOFF-HERSTELLVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Holzfaserstoffs (32), mit den Schritten Bereitstellen von Fasermaterial (30), Verbrennen eines Brennstoffs (24) in einer Feuerung (16), sodass Abgas (27) entsteht, Trocknen von Fasermaterial (30) in einem Trockner (28) mittels des Abgases (27), sodass getrock-

netes Fasermaterial (32) und Brüden (34) entstehen, und Abführen von Brüden (34) in die Umgebung (44), mit dem Schritt Rückführen eines Teils der Brüden (34) in die Feuerung (16), sodass in den rückgeführten Brüden (34) enthaltene volatile organische Substanzen verbrannt werden.

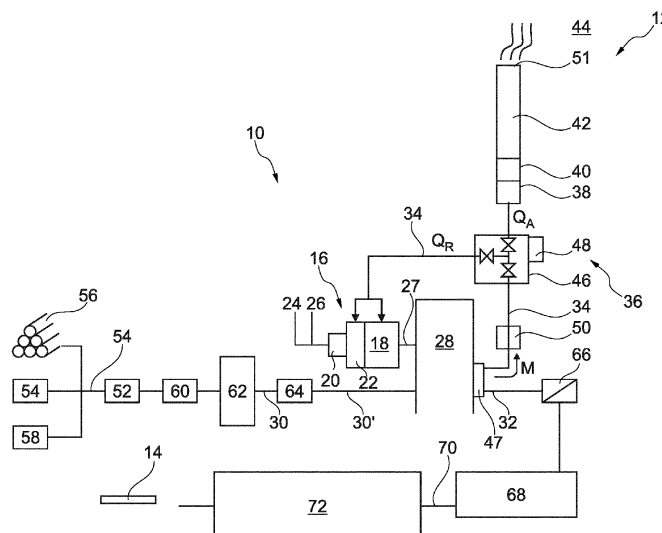


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Holzfaserstoffs mit den Schritten (a) vorzugsweise Bereitstellen von Fasermaterial und/oder Verbrennen eines Brennstoffs in einer Feuerung, sodass Abgas entsteht, (b) Trocknen von Fasermaterial in einem Trockner mittels des Abgases, sodass getrocknetes Fasermaterial und Brüden entstehen, und (c) Abführen von Brüden in die Umgebung. Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zum Herstellen einer Holzwerkstoffplatte, die das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen des Holzfaserstoffs umfasst.

[0002] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung zum Herstellen eines Holzfaserstoffs, mit (a) einer Feuerung zum Verbrennen eines Brennstoffs, sodass Abgas entsteht, (b) einem Refiner, der ausgebildet ist zum Zerfasern von Holzhackschnitzeln, sodass Fasermaterial entsteht, (c) einem in Holzmaterialflussrichtung hinter dem Refiner angeordneten Trockner zum Trocknen des Fasermaterials mittels des Abgases, sodass Brüden entstehen, und (d) einer Abluftanlage zum Abführen von Brüden, die im Trockner beim Trocknen des Fasermaterials entstehen, in die Umwelt. Die Erfindung betrifft zudem eine Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung, die insbesondere ausgebildet ist zum Herstellen einer mitteldichten oder hochdichten Faserplatte, die eine erfindungsgemäße Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung umfasst.

[0003] Beim Herstellen von Holzfaserstoff, insbesondere wie in einer bevorzugten Ausführungsform aus einem Nadelholz, werden beim Trocknen des Fasermaterials volatile organische Substanzen, insbesondere Terpene und Aldehyde, freigesetzt. Die Emission der volatilen organischen Substanzen in die Umgebung muss begrenzt werden, um gesetzliche Vorgaben einzuhalten.

[0004] Das Begrenzen der Emission von volatilen organischen Substanzen (englisch: volatile organic compounds, VOC) erfordert in der Regel den Einsatz von Energie und/oder chemischen Substanzen, was unerwünscht ist. Beispielsweise kann versucht werden, volatile organische Substanzen mit Wasser auszuwaschen. Das funktioniert aber nur unzureichend, da sich Terpene fast gar nicht in Wasser lösen, weshalb zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Emission von volatilen organischen Substanzen zu vermindern.

[0006] Die Erfindung löst das Problem durch ein gattungsgemäßes Verfahren, bei dem ein Teil der Brüden in die Feuerung zugeführt wird, sodass in den rückgeführten Brüden enthaltene volatile organische Substanzen verbrannt werden. Gemäß einem zweiten Aspekt löst die Erfindung das Problem durch eine gattungsgemäße Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung, die einen Abzweig aufweist, der mit dem Trockner zum Rückführen eines Teils der Brüden in die Feuerung verbunden ist.

[0007] Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass die Menge an volatilen organischen Substanzen, die in die Umgebung abgegeben wird mit vergleichsweise einfachen technischen Mitteln möglich ist.

[0008] Vorteilhaft ist zudem, dass anhand des Rückführungsanteils an rückgeführten Brüden die Reduktion der emittierten volatilen organischen Substanzen beeinflussbar ist. Der Rückführungsanteil ist der Anteil in Gewichtsprozent, den der in die Feuerung rückgeführte Brüdenstrom am Gesamt-Brüdenstrom hat, der den Trockner verlässt. Etwaige Nachteile durch das Rückführen der Brüden können in der Regel auf das notwendige Maß begrenzt werden.

[0009] Vorteilhaft kann zudem sein, dass durch die Reduktion an volatilen organischen Substanzen durch das Rückführen in die Feuerung etwaig vorhandene, nachgelagerte Prozessschritte zum Reinigen der Brüden vor dem Abführen in die Umgebung weniger aufwendig werden. Werden beispielsweise, wie gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, volatile organische Substanzen in einem Gaswäscher aus den Brüden ausgewaschen, so entsteht dabei Abwasser, das gereinigt werden muss. Je geringer der Gehalt an volatilen organischen Substanzen in den Brüden ist, desto weniger Abwasser entsteht und desto geringer ist der Aufwand zu dessen Reinigung.

[0010] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter einer Holzwerkstoffplatte insbesondere eine LDF (low density fiberboard, Holzfaserplatten mit geringer Dichte, 170 - 250 kg/m³), MDF (mitteldichte Holzfaserplatte) oder HDF (hochdichte Holzfaserplatte) oder eine Holzfaserdämmplatte verstanden. Insbesondere ist die Holzwerkstoffplatte eine Holzfaserplatte.

[0011] Unter dem Verbrennen wird eine Oxidation unter Flammenentwicklung verstanden.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Entfernens von volatilen organischen Substanzen durch Sprühwaschen und/oder Elektrofiltrieren vor dem Abführen der Brüden in die Umgebung. Das Sprühwaschen kann auch als Quenchen bezeichnet werden. Das Elektrofiltrieren, das auch Elektrofiltern genannt werden kann, ist insbesondere ein Nass-Elektrofiltrieren. Dazu wird beispielsweise ein Nass-Elektrofilter eingesetzt, der durch elektrostatische Aufladung Partikel entfernt. Diese Partikel werden kontinuierlich oder diskontinuierlich ausgewaschen. Vorteilhaft daran ist die Reduktion von Partikeln, die in die Umgebung abgegeben werden.

[0013] Günstig ist es, wenn die rückgeführten Brüden einem Brenner, einer Mischkammer und/oder einer Brennkammer der Feuerung zugeführt werden. In der Brennkammer wird der zu verbrennende Brennstoff mit der Luft und/oder Brüden gemischt. Durch das Zuführen der Brüden in die Brennkammer werden die Brüden auf besonders hohe Temperaturen erhitzt, sodass die volatilen organischen Substanzen effektiv verbrannt werden. Alternativ oder zusätzlich können die rückgeführten Brüden als Beiluft, die auch als Zuluft bezeichnet werden kann, in die Feuerung rückgeführt werden. Unter Beiluft werden Luft oder Brüden verstanden, die nicht zusammen mit dem Brennstoff in die Brennkammer

eingbracht wird. Insbesondere wird die Beiluft örtlich getrennt von derjenigen Luft in die Brennkammer eingebracht, die vor dem Einbringen in die Brennkammer mit Brennstoff vermischt wurde.

[0014] Vorzugsweise beträgt der Rückführungsanteil der in die Feuerung zu rückgeführten Brüden höchstens 35 Gewichtsprozent, insbesondere höchstens 30 Gewichtsprozent. Bei einem höheren Rückführungsanteil kann es zu einer Akkumulation von Wasser in den zum Trocknen des Fasermaterials verwendeten Abgasen kommen, was unerwünscht ist. Vorzugsweise beträgt der Rückführungsanteil zumindest 10 Gewichtsprozent. Es ist aber möglich, dass der Rückführungsanteil zeitweise, insbesondere zu höchstens der Hälfte der Zeit, unter 10 Gewichtsprozent beträgt, insbesondere null ist. In anderen Worten beträgt der Rückführungsanteil vorzugsweise dann zumindest 10 Gewichtsprozent, wenn überhaupt Brüden zurückgeführt werden.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Messens einer Gesamt-Konzentration an volatilen organischen Substanzen in den Brüden. Vorzugsweise wird die Gesamt-Konzentration in Materialflussrichtung hinter dem Trockner gemessen, insbesondere vor dem Abzweig.

[0016] Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt des Erhöhen des Rückführungsanteils, wenn die Gesamt-Konzentration eine vorgegebene Maximal-Konzentration überschreitet. Durch das Erhöhen des Rückführungsanteils sinkt die Konzentration an volatilen organischen Substanzen, der in die Umgebung abgegeben wird. So wird sichergestellt, dass ein vorgegebener Grenzwert, der oberhalb der Maximal-Konzentration liegt, nicht überschritten wird. Bei dem Grenzwert handelt es sich beispielsweise um einen gesetzlichen Grenzwert.

[0017] Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt des Verminderns des Rückführungsanteils, wenn die Gesamt-Konzentration eine vorgegebene Minimal-Konzentration unterschreitet. Dies ist dann von Vorteil, wenn durch das Rückführen Nachteile entstehen, beispielsweise in Form eines verminderten Wirkungsgrads der Feuerung und/oder des Trockners.

[0018] Insbesondere umfasst das Verfahren vorzugsweise den Schritt des Regelns des Rückführungsanteils, sodass die Gesamt-Konzentration sich einer Soll-Konzentration annähert.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Messens einer Stickoxid-Konzentration an Stickoxiden in den Brüden, insbesondere in Materialflussrichtung hinter dem Trockner und/oder vor dem Abzweig, oder den Abgasen, insbesondere in Materialflussrichtung hinter der Feuerung und vor dem Trockner. Das Rückführen der Brüden in die Feuerung führt in der Regel dazu, dass die Temperatur des Abgases sinkt, wodurch geringere Stickoxid-Konzentrationen entstehen. Übersteigt die Stickoxidkonzentration eine vorgegebene Maximal-Stickoxidkonzentration, wird vorzugsweise der Rückführungsanteil erhöht. Stickoxide im Abgas können die Oxidation von volatilen organischen Substanzen verbessern. Vorzugsweise umfasst das Verfahren daher den Schritt des Reduzierens des Rückführungsanteils, wenn die Stickoxide-Konzentration eine Minimal-Stickoxidkonzentration unterschreitet.

[0020] Vorzugsweise umfasst das Verfahren die Schritte (a) Erwärmen von Holzhackschnitzeln in einem Vorkocher mittels Wasser oder Dampf, wobei dafür benötigte thermische und/oder mechanische Energie vorzugsweise durch das Verbrennen des Brennstoffs bereitgestellt wird. Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt (b) insbesondere nach dem Erwärmen der Holzhackschnitzel, Kochen der Holzhackschnitzel mittels Dampf in einem Kocher, wobei vorzugsweise der Dampf durch das Verbrennen des Brennstoffs erzeugt wird. Vorzugsweise umfasst das Verfahren das Zerkleinern der gekochten Holzhackschnitzel in einem Refiner, sodass Fasermaterial entsteht. Vorzugsweise wird das Fasermaterial beleimt, sodass beleimtes Fasermaterial entsteht, wobei das beleimte Fasermaterial getrocknet wird. Der Vorkocher kann auch als Wäscher ausgebildet sein, Teil eines Wäschers sein oder eine vom Wäscher selbständige Einheit sein.

[0021] Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt des Streuens des getrockneten Fasermaterials zu einem Faserkuchen und vorzugsweise den Schritt des Verpressens des Faserkuchens zu einer Holzwerkstoffplatte.

[0022] Vorzugsweise beträgt eine Eingangstemperatur, mit der das Abgas in den Trockner eintritt, zumindest 300°C, insbesondere zumindest 350°C. Auf diese Weise wird eine hohe Trocknungsleistung erreicht und volatile organische Substanzen teilweise oxidiert. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Eingangstemperatur höchstens 450°C, insbesondere höchstens 450°C. So werden Temperaturschäden am Fasermaterial verhindert.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform beträgt eine Ausgangstemperatur, mit der die Brüden den Trockner verlassen, zumindest 50°C, insbesondere zumindest 50°C. Auf diese Weise wird ein Auskondensieren von Wasser vermieden. Vorzugsweise liegt die Ausgangstemperatur bei höchstens 90°C, insbesondere höchstens 80°C. So wird ein möglichst hoher Wirkungsgrad beim Trocknen erreicht.

[0024] Eine erfindungsgemäße Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung besitzt vorzugsweise einen Konzentrationsmesser zum Messen einer Gesamt-Konzentration an volatilen organischen Substanzen in den Brüden. Dieser ist vorzugsweise angeordnet zum Messen der Gesamt-Konzentration in Materialflussrichtung hinter dem Trockner. Vorzugsweise ist der Abzweig ausgebildet zum automatischen Erhöhen eines Rückführungsanteils an rückgeführten Brüden, wenn die Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ eine vorgegebene Maximal-Konzentration $c_{VOC,max}$ überschreitet und/oder zum Vermindern des Rückführungsanteils, wenn die Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ eine vorgegebene Minimal-Konzentration $c_{VOC,soll}$ unterschreitet. Alternativ oder zusätzlich ist der Abzweig ausgebildet zum automatischen Regeln des Rückführungsanteils, sodass die Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ sich einer Soll-Konzentration $c_{VOC,soll}$ annähert.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Einbringens eines Oxi-

tionsmittels in die Brüden, sodass in den Brüden enthaltene volatile organische Substanzen oxidiert werden und gereinigte Brüden entstehen. Statt des Begriffs der Brüden kann auch der Begriff der Abluft verwendet werden. Günstig ist es, wenn das Oxidationsmittel in diejenigen Brüden eingebracht wird, die nicht in die Feuerung zurückgeführt werden, sondern deren Materialstrom nicht durch die Feuerung in die Umgebung führt.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Teil des Dampfes nach dem Zerfasern im Refiner abgezweigt und zum Erwärmen der Holzhackschnitzel im Vorkocher verwendet. Auf diese Weise sinkt der Energiebedarf bei der Produktion.

[0027] Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt des Einbringens eines Oxidationsmittels in den abgezweigten Dampf, sodass im Dampf enthaltene volatile organische Substanzen oxidiert werden und gereinigter Dampf entsteht, wobei der gereinigte Dampf zumindest teilweise zum Erwärmen der Holzhackschnitzel verwendet wird. Vorzugsweise ist das Oxidationsmittel ein Mittel zur flammenlosen Oxidation. Gemäß einer Ausführungsform ist das Oxidationsmittel sauerstoffhaltig.

[0028] Die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung besitzt vorzugsweise (a) einem Vorkocher zum Erwärmen von Holzhackschnitzeln mittels Wasser oder Dampf, (b) einem Kocher, der in Holzmaterialflussrichtung hinter dem Vorkocher angeordnet ist, zum Kochen der Holzhackschnitzeln, mittels Dampf, sodass gekochte Holzhackschnitzel entstehen, und (c) einem Refiner, der in Holzmaterialflussrichtung hinter dem Kocher angeordnet ist, zum Zerfasern der gekochten Holzhackschnitzeln, sodass Fasermaterial entsteht. Vorzugsweise hat die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (d) einen in Holzmaterialflussrichtung hinter Refiner angeordneten Dampfabzweig zum Abzweigen eines Teils des Dampfes nach dem Zerfasern und (e) eine Abdampfleitung, die den Dampfabzweig mit dem Vorkocher oder Kocher zum Zuführen von Dampf zum verbindet. Vorzugsweise umfasst die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung einen Dampfreiniger, der ausgebildet ist zum Einbringen eines Oxidationsmittels in den Dampf, sodass im Dampf enthaltene volatile organische Substanzen oxidiert werden und gereinigter Dampf entsteht.

[0029] Unter einem Dampfreiniger wird eine Vorrichtung verstanden, mittels der eine VOC-Konzentration (volatile organic compounds, volatile organische Substanzen), insbesondere Terpenen und/oder Aldehyde, durch chemische Reaktion der volatilen organischen Verbindungen mit ein Oxidationsmittel, um zumindest 70 % reduziert werden kann.

[0030] Günstig ist es, wenn das Oxidationsmittel bei Reaktion mit Terpenen und/oder Aldehyden elementaren Sauerstoff abgibt. Beispielsweise handelt es sich beim Oxidationsmittel um Wasserstoffperoxid oder Ozon. Wenn von Wasserstoffperoxid gesprochen wird, wird darunter auch eine wässrige Lösung von Wasserstoffperoxid verstanden. Das Wasserstoffperoxid kann ein Fe(II)-Salz, Ammoniumpersulfat, Cytochrom P450, Monooxygenasen oder Ammoniumperoxid enthalten. Insbesondere ist das Oxidationsmittel nicht molekularer Sauerstoff oder Luft.

[0031] Günstig ist es, dass das Abzweigen des Dampfes, insbesondere der abgezweigte Dampfmassenstrom, unabhängig von der Art der eingesetzten Holzhackschnitzel erfolgen kann. Insbesondere ist es günstig, dass eine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehene Stoffstromregelung des abgezweigten Dampfes unabhängig von der Art und oder den Eigenschaften der eingesetzten Holzhackschnitzeln sein kann. Das erleichtert die Regelung der Holzfaserplatten-Herstellvorrichtung. Stattdessen kann der Oxidationsmittelvolumenstrom geregelt werden, um stets eine vorgegebene Maximal-Konzentration an volatilen organischen Substanzen zu unterschreiten.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Bestrahleins des Oxidationsmittels mit UV-Licht. Dadurch wird beispielsweise erreicht, dass das Oxidationsmittel Radikale, insbesondere Hydroxylradikale, bildet. Vorzugsweise erfolgt das Bestrahlen des Oxidationsmittels mit UV-Licht unmittelbar vor dem Einbringen in den abgezweigten Dampf. Insbesondere beträgt ein Abstand zwischen der Stelle, an der das Oxidationsmittel mit UV-Licht bestrahlt wird und der Stelle, an der das Oxidationsmittel erstmals in Kontakt mit dem abgezweigten Dampf kommt, höchstens 10 m, insbesondere höchstens 5 m.

[0033] Vorzugsweise hat der abgezweigte Dampf beim Einbringen des Oxidationsmittels einer Dampftemperatur von zumindest 110°C. Bei hohen Temperaturen regiert das Oxidationsmittel schneller mit den volatilen organischen Substanzen, sodass geringere Konzentrationen an volatilen organischen Substanzen im gereinigten Dampf erreichbar sind. Günstig ist es, wenn die Dampftemperatur höchstens 160°C beträgt. Bei noch höheren Temperaturen zersetzt sich das Oxidationsmittel in der Regel zu schnell. Vorzugsweise hat der abgezweigte Dampf einen Druck von zumindest 2 bar und/oder höchstens 5 bar.

[0034] Je mehr volatile organische Substanzen durch das Einbringen des Oxidationsmittels in den abgezweigten Dampf abgebaut werden, desto geringer ist die VOC-Konzentration in den Brüden, die in die Umgebung abgeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Rückführungsanteil dicht am maximal möglichen Rückführungsanteil gewählt, insbesondere bei zumindest dem 0,8-fachen, besonders bevorzugt zumindest dem 0,85-fachen, insbesondere zumindest dem 0,9-fachen, des maximal möglichen Rückführungsanteils. Der maximal mögliche Rückführungsanteil ist der Rückführungsanteil für den gilt, dass ein höherer Rückführungsanteil die Funktionsfähigkeit des Trockners so stark behindert, dass ein vorgegebener Trocknungsgrad nicht mehr erreicht werden kann. Auf diese Weise wird der Verbrauch an Oxidationsmittel klein gehalten.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Einbringens eines Oxidationsmittels in die Brüden, bevor diese in die Umgebung abgegeben werden. Vorzugsweise wird das Oxidationsmittel in

den Teil der Brüden abgegeben, der nicht in die Feuerung zugeführt wird. Auf diese Weise werden vorgegebene Grenzwerte für den Gehalt an volatilen organischen Substanzen in den Brüden, die in die Umgebung gelangen, sicher eingehalten.

[0036] Vorzugsweise erfolgt das Einbringen des Oxidationsmittels in die Brüden oder in den abgezweigten Dampf so, dass das Oxidationsmittel die volatilen organischen Substanzen unkatalysiert oxidiert. Zwar ist es möglich und von der Erfindung umfasst, dass die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung einen Katalysator aufweist, der so angeordnet ist, dass er die Reaktion des Oxidationsmittels mit volatilen organischen Substanzen katalysiert, durch den Gehalt an Feststoffen sind dessen Wirkungen jedoch ab.

[0037] Die Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung ist vorzugsweise ausgebildet zum Herstellen einer MDF oder einer HDF.

[0038] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 ein Flussdiagramm einer erfindungsgemäßen Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung, die Teil einer erfindungsgemäßen Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung ist und ausgebildet ist zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens und

Figur 2 ein Flussdiagramm einer Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0039] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung 10, die Teil einer erfindungsgemäßen Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung 12 zum Herstellen einer Holzwerkstoffplatte in Form einer Holzfaserplatte 14 ist. Die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung 10 besitzt eine Feuerung 16, die eine Mischkammer 18, einen Brenner 20 und eine Brennkammer 22 aufweist. Dem Brenner 20 wird Brennstoff 24, beispielsweise in Form von Holz, Holzresten Gas und/oder Öl, und Luft 26 zugeführt. Bei der Verbrennung des Brennstoffs 24 entsteht Abgas 27.

[0040] Das Abgas 27 wird einem Trockner 28 zugeleitet, dem zudem Fasermaterial, insbesondere beleimtes Fasermaterial 30 zugeführt wird. Der Trockner 28 trocknet das Fasermaterial 30, sodass ein Holzfaserstoff 32 in Form getrockneten Fasermaterials 32 und Brüden 34 entstehen. Die Brüden 34 werden einer Abluftanlage 36 zugeführt.

[0041] Die Abluftanlage 36 kann einen Gaswäscher 38 und/oder einen Elektrofilter 40, insbesondere in Form eines Nass-Elektrofilters, aufweisen. Mittels der Abluftanlage 36 werden Brüden 34, insbesondere über einen Kamin 42, in die Umgebung 44 abgegeben.

[0042] Mittels eines Abzweigs 46 kann ein Rückführstrom Q_R der Brüden 34 in die Feuerung 16 zugeführt werden, wohingegen ein Abführstrom Q_A der Abluftanlage 36 zugeführt wird. Der Abzweig 46 ist an einer Stelle in Materialflussrichtung M hinter einem Abscheiders 47 angeordnet mittels dem das getrocknete Fasermaterial 32 von den Brüden 34 getrennt wird. Vorzugsweise ist der Abzweig 46 weniger als 50 m insbesondere weniger als 30 m, hinter dem Abscheider angeordnet.

[0043] Die Ströme Q_R , Q_A werden in Gewicht oder Masse pro Zeiteinheit, beispielsweise Newton oder Kilogramm pro Minute, gemessen. Ein Rückführungsanteil $R = Q_R / (Q_R + Q_A)$ wird von einer Steuereinheit 48, bei der es sich um eine Regeleinheit handeln kann, eingestellt.

[0044] Mittels eines Konzentrationsmessers 50, der in Materialflussrichtung M hinter dem Trockner 28 angeordnet und mit der Steuereinheit 48 verbunden ist, wird eine Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ an volatilen organischen Substanzen in Abhängigkeit von der Zeit t gemessen, sodass sich die jeweilige zeitabhängige Konzentration $c_{VOC,ist}$ ergibt.

[0045] Überschreitet die Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ eine vorgegebene Maximal-Konzentration $c_{VOC,max}$, so wird der Rückführungsanteil R von der Steuereinheit 48 automatisch erhöht. Die Maximal-Konzentration ist so gewählt, dass ein vorgegebener Grenzwert c_{Grenz} der Gesamt-Konzentration an volatilen organischen Substanzen an einem Austrittspunkt 51, in dem in die Umgebung 44 abgegeben werden, nicht überschritten wird. Beispielsweise gilt für den Grenzwert $c_{Grenz} = 200 \text{ mg/m}^3$.

[0046] Sinkt die Gesamt-Konzentration $c_{VOC,ist}$ unter eine vorgegebene Minimal-Konzentration $c_{VOC,min}$, so wird der Rückführungsanteil R automatisch vermindert. Insbesondere kann die Steuereinheit 48 zum Regeln des Rückführungsanteils R ausgebildet sein, sodass die Gesamt-Konzentration sich einer Soll-Konzentration annähert. Beispielsweise ist die Steuereinheit 48 als PI- (proportional integral; verstärkender integrierender) oder PID (proportional integral derivative; verstärkender integrierender differenzierender)-Regler ausgebildet.

[0047] Die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung kann eine einen Wäscher 52 zum Waschen von Holzhackschnitzeln 54 aufweisen, die beispielsweise aus Frischholz 56 und/oder Recyclingholz 58 hergestellt sein können. Der Wäscher kann zudem als Vorkocher ausgebildet sein oder einen Vorkocher aufweisen. In Materialflussrichtung M hinter dem Wäscher 52 ist vorzugsweise ein Kocher 60 angeordnet, mittels dem die Holzhackschnitzel 54 mittels Dampf gekocht werden. In Materialflussrichtung M hinter dem Kocher 60 befindet sich ein Refiner 62 zum Zerkleinern der Holzhackschnitzel 54, sodass das Fasermaterial 30 entsteht. In eine Blow-Line 64 wird das Fasermaterial 30 beleimt.

[0048] Das getrocknete Fasermaterial 32 wird einem Sieb 66 zugeführt, der eine Feinfraktion entfernt. Der Rest wird

in einem Streuer 68 zu einem Faserkuchen 70 gestreut, der von einer Presse, insbesondere einer Heißpresse 72, zur Holzfaserplatte 14 verpresst wird.

[0049] Das in den Trockner 28 eintretender Abgas 27 hat eine Eingangstemperatur T_E , die beispielsweise zwischen $T_E = 120^\circ\text{C}$ und $T_E = 214^\circ\text{C}$ liegen kann. Die Brüden 34 haben eine Ausgangstemperatur T_A , die beispielsweise zwischen und $T_A = 60^\circ\text{C}$ und $T_A = 85^\circ\text{C}$. Die Brüden 34 verlassen den Trockner 28 beispielsweise mit einem Volumenstrom von $Q = 400\,000$ bis $800\,000\text{ m}^3/\text{h}$, beispielsweise $600\,000\text{ m}^3/\text{h}$.

[0050] Figur 2 zeigt das Flussdiagramm einer erfindungsgemen Holzfaserplatten-Herstellvorrichtung 10 zum Herstellen einer Holzfaserplatte 12 in Form einer MDF-Platte. Optionale Bestandteile sind gestrichelt dargestellt oder umrandet. Die Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung kann einen Vorkocher 53 aufweisen, der in Materialflussrichtung vor dem Kocher 60 und hinter dem Wäscher 52 angeordnet ist. In Holzmaterialflussrichtung H hinter dem Kocher 60 gelangt das im Kocher 60 entstehende Dampf-Holzhackschnitzel-Gemisch in den Refiner 62, in dem Fasermaterial entsteht. In Holzmaterialflussrichtung H hinter dem Refiner 32 ist ein optionaler Dampfabzweig 136 angeordnet, mittels dem der Dampf 126 abgezweigt werden kann. Beispielsweise werden 20 bis 30 Massenprozent des Dampfs, der im Dampf-Fasermaterial-Gemisch enthalten ist, abgezweigt.

[0051] Das verbleibende Dampf-Fasermaterial-Gemisch wird der Blow-Line 64 zugeführt. Ein in Dampfflussrichtung D hinter dem Dampfabzweig 136 angeordnete Dampfreiniger 152 bringt an einer Einbringstelle 154 ein Oxidationsmittel 156 in den abgezweigten Dampf 126 ein. Im vorliegenden Fall ist das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid. Der Dampfreiniger 152 umfasst eine Oxidationsmittelquelle 158, die im vorliegenden Fall einen Oxidationsmittelbehlter und einen Zudosierer 160 in Form einer Oxidationsmittelpumpe aufweist. Mittels eines VOC-Konzentrationsmessers 162 misst der Dampfreiniger 152 eine erste VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},1}$ an volatilen organischen Komponenten im abgezweigten Dampf 126. In Abhängigkeit von der VOC-Konzentration wird ein Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{156} an Oxidationsmittel 156 mittels einer Einbringvorrichtung 157 in den abgezweigten Dampf 126 eingebracht, beispielsweise eingedüst. Das Oxidationsmittel 156 reagiert mit volatilen organischen Komponenten im abgezweigten Dampf.

[0052] Der Dampfreiniger 152 kann einen zweiten VOC-Konzentrationsmesser 164 aufweisen, der in Dampfflussrichtung D hinter der Einbringstelle 154 liegt. Der zweite VOC-Konzentrationsmesser misst eine zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$. Im vorliegenden Fall handelt es sich um die TOC-Konzentration der Gesamtkonzentration organischer Verbindungen. Liegt die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$ oberhalb einer vorgegebene Maximal-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{max}}$, so wird der Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{156} erhöht. Der Dampfreiniger 152 regelt durch Erhöhen oder Vermindern des Oxidationsmittelvolumenstroms Q_{156} die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$ auf eine VOC-Soll-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{soll}}$.

[0053] Alternativ ist es möglich, dass der Dampfreiniger 152 in Dampfflussrichtung D hinter dem zweiten VOC-Konzentrationsmesser 164 eine Einbringvorrichtung, beispielsweise eine Düse 166, zum Einbringen von Oxidationsmittel an einer zweiten Einbringstelle 154' aufweist. Alternativ ist es möglich, dass der Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{156} erhöht wird, wenn die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$ oberhalb der Maximal-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{max}}$ liegt. Es ist möglich, nicht aber notwendig, dass an beiden Einbringstellen 154, 154' das gleiche Oxidationsmittel eingebracht wird. Insbesondere ist es möglich, dass zwei unterschiedliche Oxidationsmittel verwendet werden.

[0054] Durch das Einbringen des Oxidationsmittels entsteht gereinigter Dampf, der dem Vorkocher 53 mittels einer Abdampfleitung 169 zugeführt wird. Der Dampfreiniger 152 kann eine Lichtquelle 174 aufweisen, mittels der das Oxidationsmittel 156 mit UV-Licht bestrahlt werden kann. Auf diese Weise bilden sich Hydroxylradikale, die die volatilen organischen Substanzen im abgezweigten Dampf 126 besonders effektiv zerstören.

[0055] Optional kann die Holzwerkstoff-Herstellvorrichtung 10 einen Abluftreiniger 252 aufweisen, der vorzugsweise in Materialflussrichtung M hinter dem Abzweig 46 angeordnet ist. Der Abluftreiniger 252 könnte auch Brdenreiniger genannt werden und bringt an einer Einbringstelle 254 ein Oxidationsmittel 256 in die Brüden 34, die auch als Abluft 245 bezeichnet werden können, ein. Im vorliegenden Fall ist das Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid H_2O_2 .

[0056] Der Abluftreiniger 252 umfasst eine Oxidationsmittelquelle 258, die im vorliegenden Fall einen Oxidationsmittelbehlter und einen Zudosierer 260 in Form einer Oxidationsmittelpumpe besitzt. Mittels eines VOC-Konzentrationsmessers 262 misst der Abluftreiniger 252 eine erste VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},1}$ an volatilen organischen Komponenten in der Abluft 245. In Abhängigkeit von der VOC-Konzentration wird ein Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{256} an Oxidationsmittel 256 mittels einer Einbringvorrichtung 257 an der Einbringstelle 254 in die Abluft 245 eingebracht, beispielsweise eingedüst. Das Oxidationsmittel 256 reagiert mit volatilen organischen Komponenten in der Abluft 245.

[0057] Der Abluftreiniger 252 kann einen zweiten VOC-Konzentrationsmesser 264 aufweisen, der in Abgasflussrichtung D hinter der Einbringstelle 254 liegt. Der zweite VOC-Konzentrationsmesser misst eine zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$. Im vorliegenden Fall handelt es sich um die TOC-Konzentration der Gesamtkonzentration organischer Verbindungen. Liegt die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC},2}$ oberhalb einer vorgegebene Maximal-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{max}}$, so wird der Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{256} erhöht.

[0058] Beispielsweise entspricht die Maximal-Konzentration einer vorgegebenen Abluft-Grenzwert-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{BREV}}$, die beispielsweise eine gesetzliche Vorgabe ist. Es ist aber auch möglich, dass die Maximal-Konzentration kleiner ist als die Abluft-Grenzwert-Konzentration $c_{\text{VOC},\text{BREV}}$. So wird gewährleistet, dass die Abluft-Grenzwert-Kon-

zentration $c_{\text{VOC,BREV}}$ sicher nicht überschritten wird. Beispielsweise gilt $c_{\text{VOC,max}} = f \cdot c_{\text{VOC,BREV}}$ mit einem Sicherheitsfaktor $f \in [0,75, \dots, 1]$. Je kleiner der Sicherheitsfaktor, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Abluft-Grenzwert-Konzentration $c_{\text{VOC,BREV}}$ zu irgendeinem Zeitpunkt überschritten wird, desto höher ist jedoch der Verbrauch an Oxidationsmittel. Der Abluftreiniger 252 regelt durch Erhöhen oder Vermindern des Oxidationsmittelvolumenstroms Q_{256} die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC,2}}$ auf eine VOC-Soll-Konzentration $c_{\text{VOC,soll}}$.

[0059] Alternativ ist es möglich, dass der Abluftreiniger 252 in Abgasflussrichtung D hinter dem zweiten VOC-Konzentrationsmesser 264 eine Einbringvorrichtung, beispielsweise eine Düse 266, zum Einbringen von Oxidationsmittel an einer zweiten Einbringstelle 254.2 aufweist. Alternativ ist es möglich, dass der Oxidationsmittelvolumenstrom Q_{256} erhöht wird, wenn die zweite VOC-Konzentration $c_{\text{VOC,2}}$ oberhalb der Maximal-Konzentration $c_{\text{VOC,max}}$ liegt. Es ist möglich, nicht aber notwendig, dass an beiden Einbringstellen 254, 254.2 das gleiche Oxidationsmittel eingebracht wird. Insbesondere ist es möglich, dass zwei unterschiedliche Oxidationsmittel verwendet werden.

[0060] Es ist auch möglich, dass der Abluftreiniger 252 nur einen VOC-Konzentrationsmesser 264 aufweist, der in Dampfstromrichtung D hinter der Einbringstelle 254 angeordnet ist, wobei Oxidationsmittel nur an dieser einen Einbringstelle 254 in die Abluft 245 eingebracht wird. Durch das Einbringen des Oxidationsmittels entsteht gereinigte Abluft, die mittels des Kamins 42 in die Umgebung abgegeben wird.

[0061] Der Abluftreiniger 252 kann eine Lichtquelle 274 aufweisen, mittels der das Oxidationsmittel 256 mit UV-Licht bestrahlt werden kann. Auf diese Weise bilden sich Hydroxylradikale, die die volatilen organischen Substanzen besonders effektiv zerstören. Eine Ablufttemperatur T_{45} beträgt beispielsweise $45^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Der erste VOC-Konzentrationsmesser 262 misst eine ersten VOC-Konzentration von beispielsweise $c_{\text{VOC,1}} = 200 \text{ mg/Normkubikmeter}$. Daraufhin wird der Oxidationsmittelvolumenstrom auf beispielsweise $Q_{256} = 50 \text{ Liter/Stunde}$ eingestellt. Das Oxidationsmittel 256 ist in diesem Falle eine 5-prozentige (Gewichtsprozent) Wasserstoffperoxidlösung. Der zweite VOC-Konzentrationsmesser 264 misst dann eine zweite VOC-Konzentration von $c_{\text{VOC,2}} = c_{\text{TOC,2}} = 90 \text{ mg/Normkubikmeter}$. Ein Normkubikmeter ist die Menge an Gas, die bei Standardbedingungen von 1013 hPa und 23°C 1 Kubikmeter einnimmt.

[0062] Unabhängig von anderen Merkmalen des genannten Ausführungsbeispiels kann die Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung 10 und/oder in die Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung 12 entweder den Abzweig 46 und den Dampfreiniger 152 oder den Abzweig 46 und den Abluftreiniger 252 oder nur den Abzweig 46 oder den Abzweig 46, den Dampfreiniger 152 und den Abluftreiniger 252 aufweisen. Vorzugsweise wird der Abzweig 46 so geregelt, dass der Grenzwert c_{Grenz} an VOC in der Abluft 245, die in die Umgebung gelangt, eingehalten wird und zudem der Verbrauch an Oxidationsmittel 158, 258 minimiert wird.

Bezugszeichenliste

10	Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung	53	Vorkocher
12	Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung	54	Holzhackschnitzel
14	Holzwerkstoffplatte, Holzfaserplatte	56	Frischholz
16	Feuerung	58	Recyclingholz
18	Mischkammer	60	Kocher
20	Brenner	62	Refiner
22	Brennkammer	64	Blow-Line, Beleimer
24	Brennstoff	66	Sichter
26	Luft	68	Streuer
27	Abgas	70	Faserkuchen
28	Trockner	72	Presse
30	Fasermaterial	126	Dampf
30'	beleimtes Fasermaterial	136	Dampfabzweig
32	Holzfaserstoff, getrocknetes Fasermaterial	152	Dampfreiniger
34	Brüden	154	Einbringstelle
36	Abluftanlage	156	Oxidationsmittel
38	Gaswäscher	157	Einbringvorrichtung
40	Elektrofilter	158	Oxidationsmittelquelle
42	Kamin	160	Zudosierer
		162	VOC-Konzentrationsmesser
		164	zweiter VOC-Konzentrationsmesser
		166	Düse

(fortgesetzt)

	44	Umgebung	169	Abdampfleitung
	46	Abzweig	174	Lichtquelle
5	47	Abscheiders		
	48	Steuereinheit	245	Abluft
			252	Abluftreiniger
	50	Konzentrationsmesser	254	Einbringstelle
	51	Austrittspunkt	256	Oxidationsmittel
10	52	Wäscher	257	Einbringvorrichtung
	258	Oxidationsmittelquelle		
	260	Zudosierer		
	262	VOC-Konzentrationsmesser		
	264	zweiter VOC-Konzentrationsmesser		
15	266	Düse		
	274	Lichtquelle		
	c	Konzentration		
	c _{Grenz}	Grenzwert		
20	c _{VOC}	Gesamt-Konzentration		
	c _{VOC,ist}	Gesamt-Konzentration		
	c _{VOC,max}	Maximal-Konzentration		
	M	Materialflussrichtung		
	Q _A	Abführstrom		
25	Q _R	Rückführstrom		
	R	Rückführungsanteil		
	t	Zeit		
	T _A	Ausgangstemperatur		
30	T _E	Eingangstemperatur		

Patentansprüche

- 35 1. Verfahren zum Herstellen eines Holzfaserstoffs (32), mit den Schritten
- (a) Bereitstellen von Fasermaterial (30),
- (b) Verbrennen eines Brennstoffs (24) in einer Feuerung (16), sodass Abgas (27) entsteht,
- 40 (c) Trocknen von Fasermaterial (30) in einem Trockner (28) mittels des Abgases (27), sodass getrocknetes Fasermaterial (32) und Brüden (34) entstehen, und
- (d) Abführen von Brüden (34) in die Umgebung (44),
gekennzeichnet durch den Schritt
- (e) Rückführen eines Teils der Brüden (34) in die Feuerung (16), sodass in den rückgeführten Brüden (34) enthaltene volatile organische Substanzen verbrannt werden.
- 45
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** den Schritt vor dem Abführen der Brüden (34) in die Umgebung (44) Entfernen von volatile organische Substanzen durch Sprühwaschen und/oder Elektrofiltrieren.
- 50 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brüden (34) einem Brenner (20), einer Mischkammer (18) und/oder einer Brennkammer (22) der Feuerung (16) zugeführt werden.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen 10 Gewichtsprozent und 35 Gewichtsprozent, insbesondere 30 Gewichtsprozent, der Brüden (34) zurückgeführt werden.
- 55 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- (a) Messen einer Gesamt-Konzentration (c_{voc}) an volatilen organischen Substanzen in den Brüden (34) und
- (b) Erhöhen eines Rückführungsanteils (R) an rückgeführten Brüden (34), wenn die Gesamt-Konzentration

($c_{\text{VOC,ist}}$) eine vorgegebene Maximal-Konzentration ($c_{\text{VOC,max}}$) überschreitet und/oder
(c) Vermindern des Rückführungsanteils (R), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{\text{VOC,ist}}$) eine vorgegebene Minimal-Konzentration ($c_{\text{VOC,soll}}$) unterschreitet.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- (a) Messen einer Gesamt-Konzentration (c_{voc}) an volatilen organischen Substanzen und
- (b) Regeln des Rückführungsanteils (R), sodass die Gesamt-Konzentration ($c_{\text{VOC,ist}}$) sich einer Soll-Konzentration ($c_{\text{VOC,soll}}$) annähert.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- (a) Erwärmen von Holzhackschnitzeln (54) in einem Vorkocher mittels Wasser oder Dampf,
- (b) danach Kochen der Holzhackschnitzel (54) mittels Dampf in einem Kocher (60),
- (c) danach Zerfasern von Holzhackschnitzeln (54) in einem Refiner (62), sodass Fasermaterial (30) entsteht,
- (d) danach Beleimen des Fasermaterials (30), sodass beleimtes Fasermaterial (30') entsteht, wobei das beleimte Fasermaterial (30') getrocknet wird, sodass getrocknetes Fasermaterial (32) entsteht,
- (e) Streuen des getrockneten Fasermaterials (32) zu einem Faserkuchen (70) und
- (f) Verpressen des Faserkuchens (70) zur einer Holzwerkstoffplatte (14).

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- (a) eine Eingangstemperatur (T_E), mit der das Abgas (27) in den Trockner (28) eintritt, zumindest 300°C, insbesondere zumindest 350°C, und/oder höchstens 480°C, insbesondere höchstens 450°C, beträgt und/oder
- (b) eine Ausgangstemperatur (T_A), mit der die Brüden (34) den Trockner (28) verlassen, zumindest 50°C, insbesondere zumindest 55°C und/oder höchstens 80°C, insbesondere höchstens 75°C, beträgt.

9. Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) zum Herstellen eines Holzfaserstoffs, mit

- (a) einer Feuerung (16) zum Verbrennen eines Brennstoffs (24), sodass Abgas (27) entsteht,
 - (b) einem Refiner (62), der ausgebildet ist zum Zerfasern von Holzhackschnitzeln (54), sodass Fasermaterial (30) entsteht,
 - (c) einem in Materialflussrichtung (M) hinter dem Refiner (62) angeordneten Trockner (28) zum Trocknen des Fasermaterials (30) mittels des Abgases (27), sodass Brüden (34) entstehen,
 - (d) einer Abluftanlage (36) zum Abführen von Brüden (34), die im Trockner (28) beim Trocknen des Fasermaterials (30) entstehen, in die Umwelt,
- gekennzeichnet durch**
- (f) einen Abzweig (46), der mit dem Trockner (28) zum Rückführen eines Teils der Brüden (34) in die Feuerung (16) verbunden ist.

10. Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch**

- (a) einen Konzentrationsmesser (50) zum Messen einer Gesamtkonzentration (c_{voc}) an volatilen organischen Substanzen und
- (b) wobei der Abzweig (46) ausgebildet ist zum automatischen
 - (i) Erhöhen eines Rückführungsanteils (R) an rückgeführten Brüden (34), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{\text{VOC,ist}}$) eine vorgegebene Maximal-Konzentration ($c_{\text{VOC,max}}$) überschreitet und/oder Vermindern des Rückführungsanteils (R), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{\text{VOC,ist}}$) eine vorgegebene Minimal-Konzentration ($c_{\text{VOC,min}}$) unterschreitet oder
 - (ii) Regeln des Rückführungsanteils (R), sodass die Gesamt-Konzentration ($c_{\text{VOC,ist}}$) sich einer Soll-Konzentration ($c_{\text{VOC,soll}}$) annähert.

11. Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abluftanlage (36)

- (a) einen Gaswäscher (38) und/oder
- (b) einen Elektrofilter (40), insbesondere einen Nass-Elektrofilter, aufweist.

12. Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung (12) mit

- (a) einer Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) zum Herstellen eines Holzfaserstoffs (32) nach Anspruch 9,
- (b) einem Kocher (60) zum Kochen von Holzhackschnitzeln (54), mittels Dampf, wobei der Refiner (62) in Holzmaterialflussrichtung hinter dem Kocher (60) angeordnet ist,
- (c) einem Beleimer (64), der in Materialflussrichtung (M) hinter dem Trockner (28) angeordnet ist, zum Beleimen des getrockneten Fasermaterials (30), sodass beleimtes Fasermaterial (30) entsteht,
- (d) einem Streuer (68) zum Streuen eines Faserkuchens (70) aus beleimtem Fasermaterial (30) und
- (e) einer Presse zum Verpressen des Faserkuchens (70) zu einer Holzwerkstoffplatte (14).

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Herstellen eines Holzfaserstoffs (32), mit den Schritten

- (a) Bereitstellen von Fasermaterial (30),
 - (b) Verbrennen eines Brennstoffs (24) in einer Feuerung (16), sodass Abgas (27) entsteht,
 - (c) Trocknen von Fasermaterial (30) in einem Trockner (28) mittels des Abgases (27), sodass getrocknetes Fasermaterial (32) und Brüden (34) entstehen, und
 - (d) Abführen von Brüden (34) in die Umgebung (44),
 - (e) Rückführen eines Teils der Brüden (34) in die Feuerung (16), sodass in den rückgeführten Brüden (34) enthaltene volatile organische Substanzen verbrannt werden
- gekennzeichnet durch** die Schritte
- (f) Messen einer Gesamt-Konzentration (c_{voc}) an volatilen organischen Substanzen in den Brüden (34) und
 - (g) Erhöhen eines Rückführungsanteils (R) an rückgeführten Brüden (34), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{voc,ist}$) eine vorgegebene Maximal-Konzentration ($c_{VOC,max}$) überschreitet und/oder

Vermindern des Rückführungsanteils (R), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{VOC,ist}$) eine vorgegebene Minimal-Konzentration ($c_{VOC,soll}$) unterschreitet und/oder
Regeln des Rückführungsanteils (R), sodass die Gesamt-Konzentration ($c_{VOC,ist}$) sich einer Soll-Konzentration ($c_{VOC,soll}$) annähert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** den Schritt vor dem Abführen der Brüden (34) in die Umgebung (44) Entfernen von volatilen organischen Substanzen durch Sprühwaschen und/oder Elektrofiltrieren.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brüden (34) einem Brenner (20), einer Mischkammer (18) und/oder einer Brennkammer (22) der Feuerung (16) zugeführt werden.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen 10 Gewichtsprozent und 35 Gewichtsprozent, insbesondere 30 Gewichtsprozent, der Brüden (34) zurückgeführt werden.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- (a) Erwärmen von Holzhackschnitzeln (54) in einem Vorkocher mittels Wasser oder Dampf,
- (b) danach Kochen der Holzhackschnitzeln (54) mittels Dampf in einem Kocher (60),
- (c) danach Zerkleinern von Holzhackschnitzeln (54) in einem Refiner (62), sodass Fasermaterial (30) entsteht,
- (d) danach Beleimen des Fasermaterials (30), sodass beleimtes Fasermaterial (30') entsteht, wobei das beleimte Fasermaterial (30') getrocknet wird, sodass getrocknetes Fasermaterial (32) entsteht,
- (e) Streuen des getrockneten Fasermaterials (32) zu einem Faserkuchen (70) und
- (f) Verpressen des Faserkuchens (70) zur einer Holzwerkstoffplatte (14).

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- (a) eine Eingangstemperatur (T_E), mit der das Abgas (27) in den Trockner (28) eintritt, zumindest 300°C, insbesondere zumindest 350°C, und/oder höchstens 480°C, insbesondere höchstens 450°C, beträgt und/oder
- (b) eine Ausgangstemperatur (T_A), mit der die Brüden (34) den Trockner (28) verlassen, zumindest 50°C, insbesondere zumindest 55°C und/oder höchstens 80°C, insbesondere höchstens 75°C, beträgt.

7. Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) zum Herstellen eines Holzfaserstoffs, mit

- (a) einer Feuerung (16) zum Verbrennen eines Brennstoffs (24), sodass Abgas (27) entsteht,
- (b) einem Refiner (62), der ausgebildet ist zum Zerfasern von Holzhackschnitzeln (54), sodass Fasermaterial (30) entsteht,
- (c) einem in Materialflussrichtung (M) hinter dem Refiner (62) angeordneten Trockner (28) zum Trocknen des Fasermaterials (30) mittels des Abgases (27), sodass Brüden (34) entstehen,
- (d) einer Abluftanlage (36) zum Abführen von Brüden (34), die im Trockner (28) beim Trocknen des Fasermaterials (30) entstehen, in die Umwelt,
- (h) einem Abzweig (46), der mit dem Trockner (28) zum Rückführen eines Teils der Brüden (34) in die Feuerung (16) verbunden ist, und
- (i) einem Konzentrationsmesser (50) zum Messen einer Gesamt-Konzentration (c_{voc}) an volatilen organischen Substanzen
- (a) wobei der Abzweig (46) ausgebildet ist zum automatischen

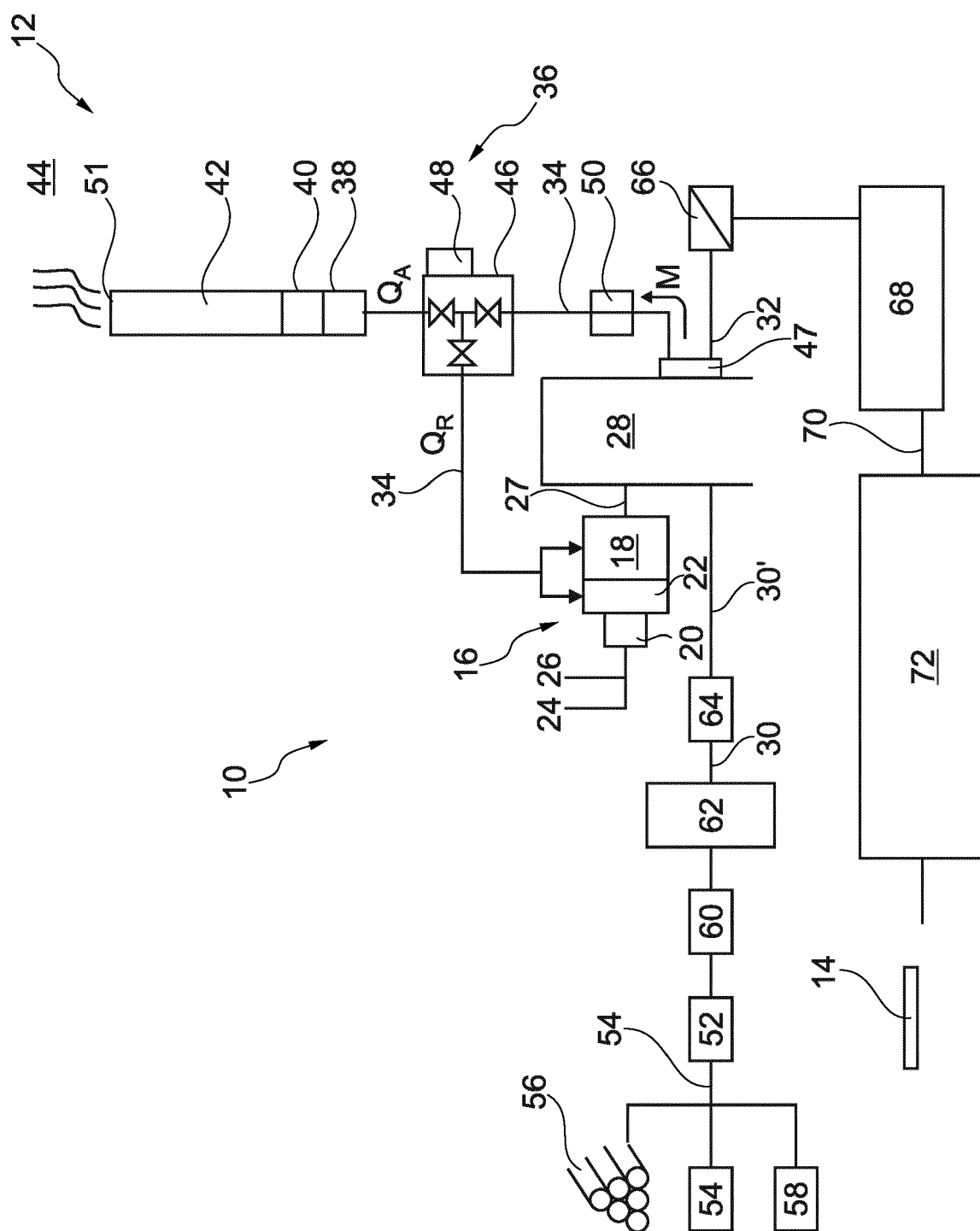
- (i) Erhöhen eines Rückführungsanteils (R) an rückgeführten Brüden (34), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{voc,ist}$) eine vorgegebene Maximal-Konzentration ($c_{voc,max}$) überschreitet und/oder Vermindern des Rückführungsanteils (R), wenn die Gesamt-Konzentration ($c_{voc,ist}$) eine vorgegebene Minimal-Konzentration ($c_{voc,min}$) unterschreitet oder
- (ii) Regeln des Rückführungsanteils (R), sodass die Gesamt-Konzentration ($c_{voc,ist}$) sich einer Soll-Konzentration ($c_{voc,soll}$) annähert.

8. Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abluftanlage (36)

- (a) einen Gaswäscher (38) und/oder
- (b) einen Elektrofilter (40), insbesondere einen Nass-Elektrofilter, aufweist.

9. Holzwerkstoffplatten-Herstellvorrichtung (12) mit

- (a) einer Holzfaserstoff-Herstellvorrichtung (10) zum Herstellen eines Holzfaserstoffs (32) nach Anspruch 7,
- (b) einem Kocher (60) zum Kochen von Holzhackschnitzeln (54), mittels Dampf, wobei der Refiner (62) in Holzmaterialflussrichtung hinter dem Kocher (60) angeordnet ist,
- (c) einem Beleimer (64), der in Materialflussrichtung (M) hinter dem Trockner (28) angeordnet ist, zum Beleimen des getrockneten Fasermaterials (30), sodass beleimtes Fasermaterial (30) entsteht,
- (d) einem Streuer (68) zum Streuen eines Faserkuchens (70) aus beleimtem Fasermaterial (30) und
- (e) einer Presse zum Verpressen des Faserkuchens (70) zu einer Holzwerkstoffplatte (14).



15

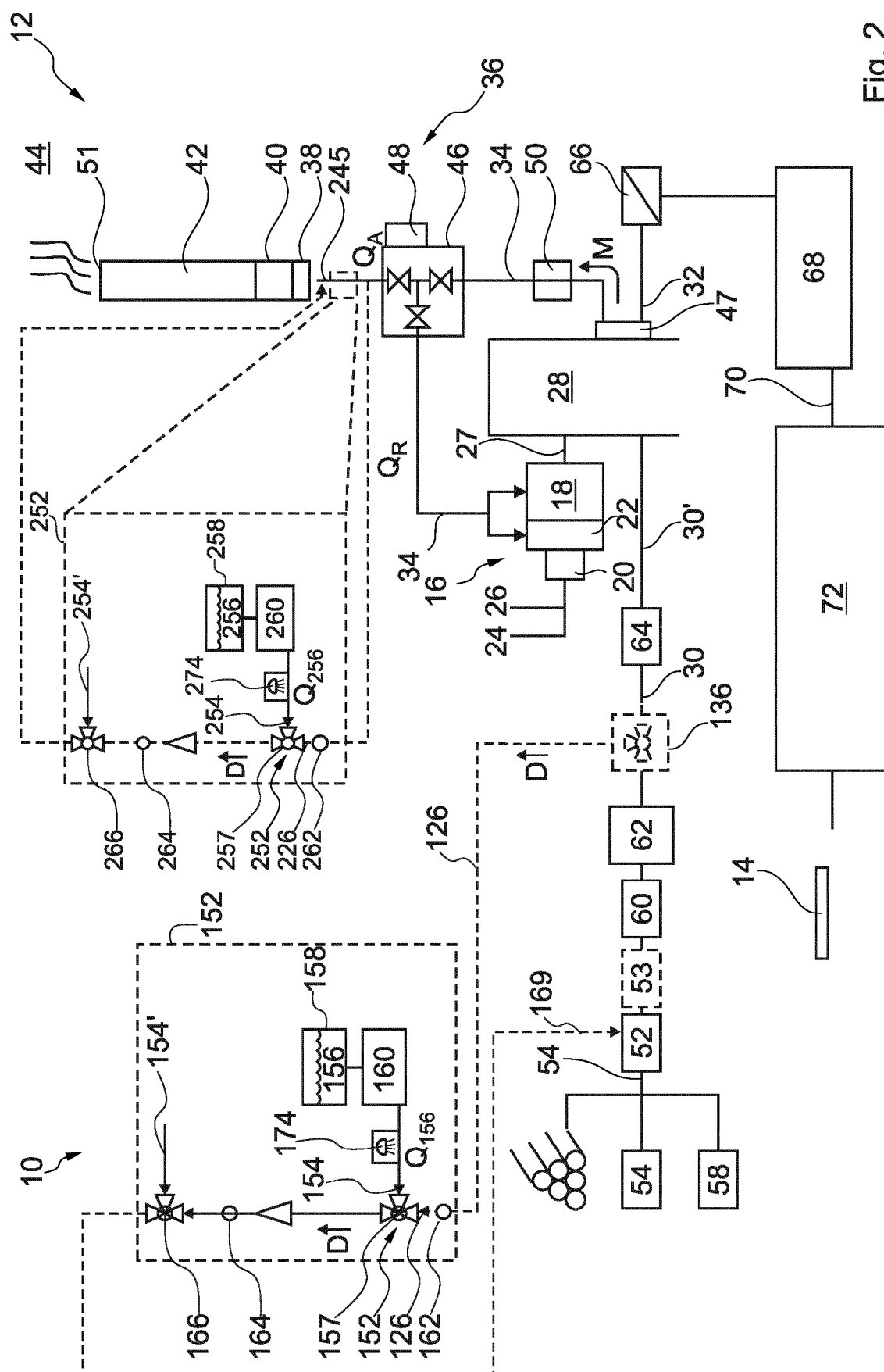


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 2713

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	US 2011/056090 A1 (LARSSON OLA [SE] ET AL) 10. März 2011 (2011-03-10)	1-4, 8	INV. D21B1/00
Y	* Absätze [0030], [0032], [0033], [0035], [0036], [0040], [0051];	7, 9, 11, 12	D21D1/20 D21G9/00
A	Abbildungen *	5, 6, 10	D21J1/00 F26B11/04 F26B21/00
X	WO 2018/157945 A1 (DOUGLAS TECHNICAL LTD [GB]) 7. September 2018 (2018-09-07)	1-4, 8	
Y	* Seite 8, Zeile 30 - Seite 9, Zeile 36 *	7, 9, 11, 12	
A	* Abbildungen *	5, 6, 10	
Y	WO 2020/180225 A1 (VALMET OY [SE]) 10. September 2020 (2020-09-10) * Seite 12, Absatz 4 - Seite 13, Absatz 1; Abbildungen *	9, 11	
Y	EP 4 122 662 A1 (FIBERBOARD GMBH [DE]) 25. Januar 2023 (2023-01-25) * Absätze [0072] - [0077]; Abbildungen *	7, 12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D21B F26B D21D D21G D21J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2024	Prüfer Pregetter, Mario
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 23 20 2713

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente 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.

05-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011056090 A1	10-03-2011	SE 0950639 A1	08-03-2011
		US 2011056090 A1	10-03-2011

WO 2018157945 A1	07-09-2018	CA 3053976 A1	07-09-2018
		CN 110382961 A	25-10-2019
		EA 201991750 A1	28-02-2020
		EP 3589893 A1	08-01-2020
		UA 126678 C2	11-01-2023
		US 2020011529 A1	09-01-2020
		WO 2018157945 A1	07-09-2018

WO 2020180225 A1	10-09-2020	EP 3931394 A1	05-01-2022
		SE 1950263 A1	30-06-2020
		US 2022162798 A1	26-05-2022
		WO 2020180225 A1	10-09-2020

EP 4122662 A1	25-01-2023	CA 3226813 A1	26-01-2023
		EP 4122662 A1	25-01-2023
		WO 2023001978 A1	26-01-2023

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