

Patentschrift

(21)

(51)

(56)

(73

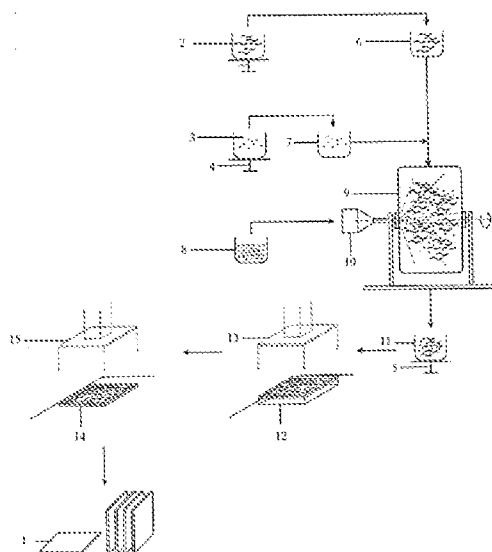
(72

(74

(54)

(57)

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Holzfaserplatte mit einem Festkörperanteil an Holzfasern und Kaffeesatz, die mit einem Harnstoff-Formaldehydharz verklebt sind, sowie ein Verfahren zu deren Herstellung.

[0002] Die Ressource „Holz“ ist mittlerweile weltweit und insbesondere auch in Europa aufgrund des Klimawandels kostbar geworden, da aufgrund von Hitze und Dürre viele Bäume massiv bedroht sind. Gleichfalls verbreiten sich Schädlinge enorm rasch, sodass eine Rodung des Waldes erforderlich ist, jedoch die nachfolgende Aufforstung Jahrzehnte in Anspruch nimmt. Auch hinsichtlich der CO₂-Bilanz sollte Holz möglichst sparsam verwendet werden.

[0003] Auf der anderen Seite gibt es für Holzfaserplatten ein äußerst umfangreiches Anwendungsspektrum mit unterschiedlichsten Anforderungen an die technischen Eigenschaften, insbesondere die mechanische Festigkeit. Beispielhaft wird auf die Verwendung von Holzfaserplatten in der Bau- und Möbelindustrie, Bestattungsindustrie und Automobilindustrie verwiesen.

[0004] Um Ressourcen zu sparen, schlägt Poo Chow bereits 1976 in seiner Publikation „The Use of Crop Residues for Boardmaking“, Environmental Conservation, Vol. 3, No.1, Spring 1976, Seiten 59-62 vor, typische Abfallprodukte der U.S.-amerikanischen Landwirtschaft, wie Erdnusschalen, mit einem weiteren Abfallprodukt, u.a. Kaffeesatz, zu vermischen, mit einem Harnstoffharz (UF-Leim) zu verkleben, und zu einer Platte zu pressen. In einer Versuchsreihe wurden auch Ahornspäne aus einem Möbelwerk zugesetzt und eine Spanplatte erzeugt, die allerdings aufgrund ihrer niedrigen Biegeelastizität für den Einsatz als tragendes Element in der Bauindustrie ungeeignet ist.

[0005] Aus der WO-A2-2018/078391 ist ein Verfahren bekannt, bei dem Abfallprodukte aus der Landwirtschaft, nämlich Strohfasern, zu Platten gepresst werden. Dabei wird als Zusatzstoff ein weiteres Abfallprodukt, nämlich Kaffeesatz, verwendet. Im Übrigen liegt der Lehre gemäß der WO-A2-2018/078391 die Aufgabe zu Grunde, auf Formaldehyd-haltige Klebharze zu verzichten und stattdessen pMDI (polymeres Diphenylmethandiisocyanat) zum Verkleben der Ausgangsstoffe zu verwenden. Allerdings ist pMDI sehr reaktiv und setzt die Verwendung einer speziellen, geschlossenen Produktionsanlage voraus, weil das in pMDI enthaltene Isocyanat auf sämtlichen metallischen Werkstoffen anhaftet und in der Folge Verschleiß verursacht. Außerdem darf pMDI unter keinen Umständen in Kontakt mit der Haut kommen, geschweige denn eingeatmet werden. Auch die Sicherheitsvorkehrungen sind dementsprechend bei der Verarbeitung aufwendiger. Daher kann nicht jeder Betrieb pMDI verarbeiten. Die Verwendung von pMDI ist demnach nachteilig.

[0006] Aus der WO 2022/073078 A1 sind Kunststoff-Composites bekannt, bei deren Herstellung Recycling-Produkte, wie Kaffeesatz verwendet werden. Weitere Recycling-Stoffe sind Jutefasern und Sägemehl.

[0007] Aus der Publikation von Yang, In ET AL: "Manufacture and Performance Evaluation of Medium- density Fiberboard Made with Coffee Bean Residue-Wood Fiber", Journal of the Korean Wood Science and Technology, Bd. 41, Nr. 4, 25. Juli 2013 (2013-07-25), Seiten 293-301 und der KR-A-2015/0028029 sind Holzfaserplatten in MDF-Qualität bekannt, bei deren Herstellung die Holzfasern mit einem Harnstoff-Formaldehydharz verklebt werden. Nachdem Formaldehyd gesundheitsschädlich ist, wird vorgeschlagen, dass eventuell frei gesetzter Formaldehyd auf einem Zusatzstoff adsorbiert wird. Bei diesem Zusatzstoff handelt es sich konkret um Kaffeesatz. Dabei wurde festgestellt, dass ein Anteil an Kaffeesatz von höchstens 9% ausreicht, um frei gesetzten Formaldehyd zu adsorbieren. Außerdem weisen die aus in diesen Vorveröffentlichungen ersichtlichen Daten auf eine zunehmende Verschlechterung der Festigkeitswerte der so hergestellten Platten mit zunehmendem Anteil an Kaffeesatz hin.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Holzfaserplatte bereitzustellen, die weniger der natürlichen Ressource Holz zu Gunsten von Kaffeesatz benötigt und dennoch zufriedenstellende, zum Teil sogar einschlägigen Normen entsprechende, Produkteigenschaften besitzt, und in üblichen Produktionsanlagen hergestellt werden kann.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Holzfaserplatte mit den Merkmalen des Anspruches 1.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe des Weiteren mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 15.

[0011] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Die Erfindung besteht im Wesentlichen darin, dass die Holzfaserplatte neben Holzfasern als Festkörperbestandteil auch Kaffeesatz als Festkörperbestandteil aufweist.

[0013] Erfindungsgemäß liegt der Anteil an Kaffeesatz zwischen 20 Gew.-% und 45 Gew.-%, weil hier jedenfalls Festigkeitswerte erzielt werden, die den Normen einer reinen Holzfaserplatte entsprechen.

[0014] Bevorzugt wird erfindungsgemäß Kaffeesatz verwendet, der ein Abfallprodukt oder Reststoff der Kaffeezubereitung oder Kaffeeherstellung ist.

[0015] Kaffeesatz, der bei der Produktion von Instantkaffee anfällt, hat üblicherweise eine durchschnittliche Partikelgröße von 125 µm bis 2000 µm.

[0016] Kaffeesatz, der bei der Herstellung von Kaffeegetränken mittels Siebträger anfällt, hat eine durchschnittliche Partikelgröße von 125 µm bis 2000 µm.

[0017] Beide Kaffeesatzvarianten sind bei der Erfindung gleichermaßen verwendbar und haben den Vorteil, dass sie weltweit in sehr großen Mengen verfügbar sind und für die vorliegende Erfindung im Wesentlichen gleich gute Produkteigenschaften haben.

[0018] Die Verwendung von Harnstoff-Formaldehyd-Harz als Bindemittel sollte natürlich in möglichst geringen Mengen erfolgen, wobei erfindungsgemäß die Menge des Harnstoff-Formaldehyd-Harzes mindestens 8 Gew.-% beträgt, vorzugsweise in einem Bereich von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-% liegt, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz.

[0019] Das heißt, dass beispielsweise bei einem nicht erfindungsgemäßen Anteil von 80 Gew.-% Kaffeesatz und 20 Gew.-% Holzfasern diese Anteile in Summe 100 % des Festkörperanteils bilden. Wenn beispielsweise 10 Gew.-% Harnstoff-Formaldehyd-Harz hinzukommen, bedeutet das, dass sich die 100 Gew.-% der endgefertigten Platte aus 90 Gew.-% Festkörperanteil (Kaffeesatz und Holzfasern) und 10 Gew.-% Harnstoff-Formaldehyd-Harz zusammensetzen.

[0020] Mit einem derartigen Anteil an Bindemittel lässt sich bereits eine sehr gleichmäßige Verteilung des Bindemittels und gute Homogenität der Leimverteilung in der Platte und somit eine sehr gleichmäßige Festigkeitsstruktur erzielen. Da sich bei den Versuchen im Labormaßstab gezeigt hat, dass ein Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-% an Harnstoff-Formaldehyd-Harz zu sehr gleichmäßigen Ergebnissen führt, ist es realistisch anzunehmen, dass auch ein Mindestanteil von 8 Gew.-% an Harnstoff-Formaldehyd-Harz bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Platte im industriellen Maßstab zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen wird.

[0021] Die Dichte der erfindungsgemäßen Holzfaserplatte liegt im Bereich von 500 kg/m³ bis 1.000 kg/m³, vorzugsweise im Bereich von 550 kg/m³ bis 950 kg/m³. Bei Platten mit einer Dichte in diesen Bereichen handelt es sich um in vielen Anwendungsbereichen verwendete Platten, bei denen die erfindungsgemäße Platte auch die weiter unten detailliert erläuterten, guten technischen Eigenschaften erzielt werden können.

[0022] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter, den Schutzbereich nicht beschränkender, Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen. Es zeigt:

[0023] Fig. 1 eine beispielhafte Verfahrensskizze,

[0024] Fig. 2 ein Diagramm mit der Rohdichte aller hergestellten und untersuchten Faserplatten,

[0025] Fig. 3 ein Diagramm mit der Biegefestigkeit aller hergestellten und untersuchten Faserplatten,

- [0026]** Fig. 4 ein Diagramm mit dem Elastizitätsmodul aller hergestellten und untersuchten Faserplatten,
- [0027]** Fig. 5 ein Diagramm mit der Querkzugfestigkeit aller hergestellten und untersuchten Faserplatten, und
- [0028]** Fig. 6 ein Diagramm mit der Längen-, Dicken- und Massenzunahme nach 24 h Wasserlagerung aller hergestellten und untersuchten Faserplatten.
- [0029]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer beispielhaften und den Schutzbereich nicht einschränkenden Arbeitsvorschrift zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Holzfaserplatte näher erläutert.
- [0030]** Wenn im Folgenden Angaben in Prozenten erfolgen, handelt es sich immer um Gew.-%.
- [0031]** Die im Rahmen der vorliegenden Erfindung entwickelten Holzfaserplatten wurden mit unterschiedlichen Kaffeesatztypen hergestellt.
- [0032]** Beim Kaffeesatz handelte es sich wie bereits erwähnt u. a. um Abfallprodukte bzw. Reststoffe, die bei der Herstellung von Kaffeegetränken mittels Siebträger anfallen. Diese Kaffeesatztype wird im Folgenden mit ST abgekürzt.
- [0033]** Ein weiteres, bei der Erfindung verwendetes Abfallprodukt in Form von Kaffeesatz fällt bei der Produktion von Instantpulver für löslichen Kaffee an. Diese Kaffeesatztype wird im Folgenden mit INSTA abgekürzt. Die durchschnittliche Partikelgröße liegt üblicherweise zwischen 125 µm und 2000 µm.
- [0034]** Die verwendeten Anteile an Siebträgerkaffee und Instantkaffee lagen für beide Kaffeearianen - in 5 %-Schritten - von 20 % bis 45 % und zusätzlich - als nicht erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zu Illustrationszwecken - bei 55 %, 65 % und 75 % bei der Siebträgervariante.
- [0035]** Wie bei der industriellen Herstellung von Faserplatten üblich, wurde ein gebräuchliches Harnstoff-Formaldehydharz mit unterschiedlichen Bindemittelanteilen (10 % und 12 %) eingesetzt.
- [0036]** Dabei wurde bewusst ein Harnstoff-Formaldehyd-Harz (UF) gewählt, weil dieses sehr reaktiv ist und daher gut und rasch bindet. Des Weiteren kann das Harz in üblichen Anlagen auf die Holzfasern gearbeitet werden, ohne dass zusätzliche apparatetechnische Maßnahmen zu setzen sind.
- [0037]** Als Holzfasern wurden solche in MDF-Qualität verwendet, wie sie auch standardmäßig in der Industrie eingesetzt werden. Bei den Fasern handelte es sich vorzugsweise um Nadelholzfasern, beispielsweise Fichtenfasern bzw. eine Mischung aus Fichte und Kiefer.
- [0038]** Es ist jedoch auch möglich, recycelte Fasern aus Holzfaserstoffen zu verwenden. Für den Fall, dass sich durch das Recycling Schädigungen der Fasern, wie die Verkürzung der Faserlänge, ergeben, die für den jeweiligen Verwendungsfall nicht akzeptabel sind, können die recycelten Fasern auch mit frischen Holzfasern kombiniert werden, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu erreichen.
- [0039]** Die erfindungsgemäßen Holzfaserplatten mit Kaffeesatz wurden mit einer Zieldichte von 550 kg/m³ und 650 kg/m³ und mit einem Kaffeesatzanteil zwischen 20 % bis 45 % (in 5 %-Schritten) hergestellt. Die Bindemittelanteile betrugen jeweils 10 % und 12 %.
- [0040]** Zusätzlich wurden Platten mit Instantkaffeesatzanteilen von 20 %, 35 % und 45 %, einem Bindemittelanteil von 10 % und einer Rohdichte von 950 kg/m³ hergestellt.
- [0041]** Bei einer weiteren Versuchsreihe wurden - als nicht erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zu Illustrationszwecken - Siebträgerkaffeesatzanteile von 55 %, 65 % und 75 % für Siebträgerkaffeeplatten mit 650 kg/m³ verwendet.
- [0042]** Schließlich wurden zum Vergleich entsprechende Referenzplatten ohne Kaffeezugabe (jeweils mit der Bezeichnung REFLAB und weiteren Angaben) hergestellt.

[0043] Nach der Herstellung wurden die gepressten Platten für mindestens 7 Tage im Normklima bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte konditioniert. Im Anschluss wurden die Platten mittels einer Kreissäge zugeschnitten und auf ihre Biegefestigkeit, ihren Biegeelastizitätsmodul (EN 310), und auf ihre Querkzugsfestigkeit (EN 319) und Dickenquellung nach 24 h Wasserlagerung (EN 317) untersucht und die Daten ausgewertet und interpretiert.

[0044] Die Herstellungsschritte zur Durchführung der allgemeinen Arbeitsvorschrift werden im Folgenden beschrieben, wobei - lediglich aus Gründen der Veranschaulichung - auf die Verfahrensskizze gemäß Fig. 1 verwiesen wird.

[0045] In Fig. 1 sind eine Holzfaserplatte 1 mit Kaffeesatz, die Holzfasern 2, der Kaffeesatz 3, Messeinrichtungen 4 für die Messung des Feuchteanteils mittels der Darmmethode, Messeinrichtungen 5 für das Auswiegen des beleimten Holzfaser-Kaffeesatz-Gemisches, Vorratsbehälter 6 für die getrockneten Holzfasern, Vorratsbehälter 7 für den getrockneten Kaffeesatz, Vorratsbehälter 8 für die Harz-Härter-Mischung (Bindemittel), eine Beleimtrommel 9, eine pneumatische Leimpistole 10, ein Vorratsbehälter 11 für das beleimte Holzfaser-Kaffeesatz-Gemisch, ein Plattenkuchenrahmen 12, eine hydraulische Kaltpresse 13, ein Pressblech 14 und eine hydraulische Heißpresse 15 dargestellt.

[0046] Die im Herstellungsprozess beschriebenen Parameter waren unabhängig von der angestrebten Rohdichte und sowohl für Ultraleicht MDF, Leicht MDF als auch MDF Platten mit höheren Rohdichten ident. Die Herstellung der Platten unterschied sich im Wesentlichen nur durch die Plattengesamtmasse, die pro definiertem Volumen eingewogen wurde.

[0047] In einem ersten Schritt wurde sowohl von den Holzfasern als auch von den Kaffeesatztypen Siebträgerkaffeesatz und Instantkaffeesatz der Feuchteanteil mittels der Darmmethode eruiert. Dabei wurden von den jeweiligen Materialien einige wenige Gramm an Proben gezogen, abgewogen und anschließend die Proben bei Darrtemperatur von 103 °C bis zur Gewichtskonstanz gelagert. Anschließend wurde der Feuchtegehalt anhand der Differenz zwischen feuchter und darrtrockener Probe ermittelt. Sämtliche Verhältnisse in der Plattenzusammensetzung wurden auf die Darrmasse bzw. den trockenen Feststoffgehalt bezogen.

[0048] Ausgehend von der Darrmasse wurden die gewünschten Verhältnisse zwischen Holzfasern und Kaffeesatz sowie der jeweilige Harzanteil errechnet und im Anschluss auf die tatsächliche, feuchte Masse (ermittelter Feuchtegehalt) bezogen. Da während des Herstellungsprozesses im Labormaßstab durch den Beleimungsvorgang Material „verloren“ gehen kann, wurde bei allen Komponenten ein 10 %-iger Sicherheitsaufschlag (Mehreinwaage) für die Beleimung verwendet.

[0049] Die Vermengung von Holzfasern und Kaffeesatz, sowie deren Beleimung fand in einer Beleimtrommel mit einem Durchmesser von 100 cm, einer Tiefe von 45 cm und einer Rotationsgeschwindigkeit von 80 U/min statt. Hierfür wurden die beiden Feststoffe unvermengt in die Trommel gekippt. Der Beleimvorgang begann unmittelbar nach Erreichen der eingestellten Rotationsgeschwindigkeit. Die Durchmischung und Beleimung erfolgte im selben Arbeitsschritt und dauerte zwischen 5 und 10 Minuten, bis der Beleimbehälter leer war, was von der Leimmenge abhängig war.

[0050] Dem UF-Leim wurden 2 % Ammoniumsulfat als Härter zugegeben. Anschließend wurde der Leim mittels einer pneumatischen Leimpistole, die zentrisch in die Beleimtrommel eingeführt wurde, aufgebracht. Der Förderdruck und das Fördervolumen wurden dabei so gewählt, dass sich ein feiner Klebstoffnebel ohne größere Tröpfchenbildung in der Beleimtrommel gebildet hat, um somit eine möglichst homogene Leimverteilung auf den Fasern zu erreichen. Im Anschluss wurde das beleimte Fasern-/Kaffeesatzgemisch aus der Trommel entnommen und die finale Masse (ohne Sicherheitsaufschlag) eingewogen.

[0051] Das eingewogene beleimte Faser-/Kaffeesatzmaterial wurde von Hand möglichst homogen in einen 250 x 250 mm Plattenkuchenrahmen gestreut und mittels einer hydraulischen Kaltpresse von mehreren Zentimetern Faserkuchenhöhe auf ca. 5 cm Faserkuchenhöhe im Rahmen vorverdichtet. Dieser Vorverdichtungsschritt im Rahmen ist wichtig, da sich der Faserkuchen bei unzureichender Vorverdichtung während der Heipressung innerhalb der Plattenebene aus-

dehnt, sodass die Zieldichte nicht erreicht werden kann.

[0052] Nach der Vorverdichtung wurde der Rahmen entfernt und es wurden 9 mm Stahldistanzleisten neben dem Faserkuchen auf dem Pressblech positioniert, worauf heiß gepresst wurde. Die Heißpressung erfolgte bei 200 °C Pressflächentemperatur mit einem Pressfaktor von 10 sec/mm (90 Sekunden Presszeit), wobei die Presse bis zu den Distanzleisten mit einem maximalen Druck von 3 MPa zugefahren werden musste.

[0053] Nach Abschluss des Pressvorgangs wurden die Platten zum gleichmäßigen Auskühlen senkrecht aufgestellt und vor den weiteren Prüfungen zur Konditionierung für mindesten 7 Tage im Normklima bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte gelagert.

[0054] In der folgenden Tabelle 1 sind alle hergestellten und geprüften Plattenvarianten aufgelistet.

[0055] Tabelle 1: Übersicht der im Labormaßstab hergestellter Faserplatten

Kaffeesatz- anteil	Holzfaser- anteil	Kaffeesatztype	Rohdichte	Bindemittel- anteil	Bezeichnung
0 %	100 %	x	550 kg/m ³	10 %	REFLAB-550-UF10
20 %	80 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST20-550-UF10
25 %	75 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST25-550-UF10
30 %	70 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST30-550-UF10
35 %	65 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST35-550-UF10
40 %	60 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST40-550-UF10
45 %	55 %	Siebträger	550 kg/m ³	10 %	ST45-550-UF10
0 %	100 %	x	650 kg/m ³	10 %	REFLAB-650-UF10
20 %	80 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST20-650-UF10
25 %	75 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST25-650-UF10
30 %	70 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST30-650-UF10
35 %	65 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST35-650-UF10
40 %	60 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST40-650-UF10
45 %	55 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST45-650-UF10
0 %	100 %	x	650 kg/m ³	10 %	REFLAB2-650-UF-10
55 %	45 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST55-650-UF-10
65 %	35 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST65-650-UF-10
75 %	25 %	Siebträger	650 kg/m ³	10 %	ST75-650-UF-10
0 %	100 %	x	950 kg/m ³	10 %	REFLAB-950-UF-10
20 %	80 %	Instant	950 kg/m ³	10 %	INSTA20-950-UF-10
35 %	65 %	Instant	950 kg/m ³	10 %	INSTA35-950-UF-10
45 %	55 %	Instant	950 kg/m ³	10 %	INSTA45-950-UF-10
0 %	100 %	x	550 kg/m ³	12 %	REFLAB-550-UF12
20 %	80 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST20-550-UF12
25 %	75 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST25-550-UF12
30 %	70 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST30-550-UF12
35 %	65 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST35-550-UF12
40 %	60 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST40-550-UF12
45 %	55 %	Siebträger	550 kg/m ³	12 %	ST45-550-UF12
0 %	100 %	x	650 kg/m ³	12 %	REFLAB-650-UF12
20 %	80 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST20-650-UF12
25 %	75 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST25-650-UF12
30 %	70 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST30-650-UF12
35 %	65 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST35-650-UF12
40 %	60 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST40-650-UF12
45 %	55 %	Siebträger	650 kg/m ³	12 %	ST45-650-UF12
20 %	80 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA20-650-UF12

25 %	75 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA25-650-UF12
30 %	70 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA30-650-UF12
35 %	65 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA35-650-UF12
40 %	60 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA40-650-UF12
45 %	55 %	Instant	650 kg/m ³	12 %	INSTA45-650-UF12
Summe hergestellter Platten					126

[0056] Für die Ermittlung der Querkzugfestigkeit und der Wasserlagerung wurden hierbei Proben mit 50 x 50 mm, und für die Biegeprüfungen Proben mit 230 x 50 mm mittels einer Kreissäge präpariert. Vor den Prüfungen wurden von den einzelnen Proben die Rohdichten ermittelt.

ROHDICHTE

[0057] Die Rohdichtebestimmung erfolgte nach der Konditionierung im Normklima (20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte) an je drei 50 x 50 mm Proben pro Platte.

[0058] Das Diagramm in Fig. 2 zeigt die Rohdichte aller untersuchten Faserplatten.

[0059] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, wurden alle gewünschten Rohdichtebereiche gut erreicht. In allen drei Dichtegruppen sind sehr geringe Dichteschwankungen festzustellen, was auf eine homogene Streuung und Verteilung der Fasern und Partikel hindeutet. Somit ist kein nennenswerter Zusammenhang zwischen Dichte und Kaffeesatzanteil oder Bindemittelanteil feststellbar. Das bedeutet, dass sich die Rohdichte der Platte nicht wesentlich ändert, auch wenn der Anteil an Kaffeesatz oder Bindemittelanteil variiert wird. Dieser Effekt ist u.a. darauf zurückzuführen, dass im ersten Verfahrensschritt der Feuchteanteil mittels Darmmethode sowohl von den Holzfasern als auch von den Kaffeesatztypen (Siebträgerkaffeesatz und Instantkaffee) eruiert wird, und dass ausgehend von der Darmmasse die gewünschten Verhältnisse zwischen Holzfasern und Kaffeesatz sowie der jeweilige Leimanteil errechnet und im Anschluss daran auf die tatsächliche feuchte Masse (ermittelter Feuchtegehalt) bezogen werden.

[0060] Freilich hat auch die homogene Herstellung des Faserkuchens und dessen Vorverdichtung einen Einfluss auf die Rohdichte.

BIEGEFESTIGKEIT UND BIEGEELASTIZITÄTSMODUL

[0061] Die Biegefestigkeit und der Biege-Elastizitätsmodul geben Aufschluss über den Einfluss der eingesetzten Holzfaseranteile, da sich Fasern durch ihre Geometrie generell positiv auf die Biegeeigenschaften von Werkstoffen auswirken. An den Platten wurden drei Biegeprüfungen nach EN 310 durchgeführt, und die Biegefestigkeit und der Biegeelastizitätsmodul über die Traverse (Zwick und Roell Z20 Universalprüfmaschine) ermittelt. Im Anschluss wurde ein statistischer Mittelwertvergleich (PostHoc Scheffé, $p=0,05$) durchgeführt.

[0062] Hierfür wurden die Proben in einen 3-Punkte Biegeprüfungsaufbau positioniert, wobei der Auflagerabstand 20 Mal der Plattendicke entsprach (ca. 180 mm Auflagerabstand).

[0063] Die Belastungsgeschwindigkeit wurde so eingestellt, dass die Bruchkraft innerhalb von 60 ± 30 sec erreicht wurde.

[0064] Fig. 3 zeigt ein Diagramm mit der Biegefestigkeit nach EN 310 aller hergestellten Faserplatten.

[0065] Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, zeigt sich bei der Biegefestigkeit der Einfluss der Rohdichte, und auch die Kaffeesatzanteile in den Platten werden ab einer gewissen Menge in den Festigkeitswerten erkennbar. Wenig überraschend zeigen die Platten der Gruppe mit 550 kg/m³ eine niedrigere Festigkeit im Vergleich zur Gruppe mit 650 kg/m³ oder 950 kg/m³. Zwischen den Platten mit Kaffeeanteilen und den Referenzplatten ohne Kaffee (jeweils mit der Bezeichnung RE-FLAB und weiteren Angaben) lassen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede feststellen.

[0066] Bei den Platten mit 650 kg/m^3 mit 10 % Bindemittelanteil sind zwar zwischen einzelnen Varianten Unterschiede zu erkennen, jedoch nicht zwischen den beiden reinen MDF Referenzfaserplatten, weshalb ein Vergleich zwischen den Siebträgerplatten mit 55 % oder mehr Siebträgerkaffeesatzanteil und jenen mit 45 % oder weniger Siebträgerkaffeesatzanteil zulässig ist. Betrachtet man die Gruppe von 20 % bis 45 % Siebträgerkaffeesatzanteil, lässt sich von keinem Unterschied der einzelnen Plattentypen innerhalb der Gruppe ausgehen. Erst wenn man die Werte ab 55 % mitberücksichtigt, lässt sich von einem gewissen Trend mit abnehmender Biegefestigkeit bei steigendem Kaffeesatzanteil ausgehen. Hierbei weisen die Platten erst ab 55 % Kaffeesatzanteil und darüber einen erkennbaren Unterschied zu den Referenzplatten auf.

[0067] Damit kann festgehalten werden, dass sich die Biegefestigkeit bei einer Rohdichte von 550 kg/m^3 oder 650 kg/m^3 und einem Bindemittelanteil von 10 % oder 12 % durch Kaffeesatzzugabe bis 45 % nicht wesentlich verändert und überraschend gute Werte ergibt.

[0068] Bei den Instantkaffeeplatten mit einer Rohdichte von 950 kg/m^3 unterscheiden sich die Platten zwar bereits ab 20 % Kaffeesatzanteil erkennbar von den Referenzplatten. Jedoch sind hier höhere Biegefestigkeitswerte als bei den Platten mit geringerer Rohdichte zu erzielen, und Platten mit einer Rohdichte von 950 kg/m^3 daher im Rahmen der Erfindung ebenfalls bevorzugt.

[0069] Es hat sich gezeigt, dass der Bindemittelanteil im Rahmen der untersuchten Varianten (10 % und 12 %) keinen signifikanten Einfluss auf die Biegefestigkeit hat.

[0070] In Fig. 4 ist ein Diagramm mit dem Elastizitätsmodul nach EN 310 aller hergestellten Faserplatten zu sehen.

[0071] Ein ähnliches Bild wie bei der Biegefestigkeit zeigt sich in Fig. 4 beim Elastizitätsmodul. Auch hier ist ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Rohdichtegruppen zu erkennen, wobei tendenzielle Unterschiede zwischen den Kaffeeanteilen lediglich bei den 650 kg/m^3 Platten zu erkennen sind. Hier zeigt sich bei beiden Kaffeevarianten zwar eine tendenzielle, aber keine statistisch signifikante Abnahme des Elastizitätsmodules mit steigendem Kaffeesatzanteil. Auch hier herrschen bei den Platten mit 950 kg/m^3 Rohdichte nahezu idente Verhältnisse wie bei der Biegefestigkeit vor. Die einzige nennenswerte Ausnahme bilden hier die Werte von Instantkaffee, die ab einem Kaffeesatzanteil von 35 % und darüber geringere Werte aufweisen, als die Referenzlaborplatte.

[0072] Auch beim Elastizitätsmodul kann somit festgehalten werden, dass sich dieser bei einer Rohdichte von 550 kg/m^3 oder 650 kg/m^3 und einem Bindemittelanteil von 10 % oder 12 % durch Kaffeesatzzugabe bis 45 % nicht wesentlich verändert und überraschend gute Werte ergibt.

QUERZUGSFESTIGKEIT

[0073] Die Querkzugsfestigkeit von Plattenwerkstoffen gibt Einblick über die Homogenität der Leimverteilung innerhalb der Platte und die Faserverteilung (Streuung) vor dem Pressen. Da parallel zur Faserorientierung der Platte geprüft wird, haben für die Mechanik einer Platte an sich positive Faktoren, wie bspw. die Faserlänge, hier eine geringere Bedeutung.

[0074] Für die Untersuchungen wurden je Platte drei Proben nach EN 319 getestet und anschließend ein statistischer Mittelwertsvergleich (PostHoc Scheffé, $p=0,05$) durchgeführt. Für die Untersuchung wurden die $50 \times 50 \text{ mm}$ große Proben mittels Hotmelt Kleber (Henkel Technomelt Supra 325 HT) mit Aluminiumquerzugsjochen verklebt. Der Versatz zwischen den beiden Jochen betrug dabei 90° , um bei der Zugprüfung möglichst kein Drehmoment aufkommen zu lassen und somit eine Rissbildung zu vermeiden.

[0075] Fig. 5 zeigt ein Diagramm mit der Querkzugsfestigkeit nach EN 319 aller hergestellten Faserplatten.

[0076] Fig. 5 zeigt die Absolutwerte der gemessenen Querkzugsfestigkeit, wobei auch hier Unterschiede zwischen den beiden Rohdichtebereichen zu erkennen sind und die höhere Rohdichte die höchsten Querkzugsfestigkeiten aufweist. Generell zeigt sich beim Siebträgerkaffee eine sehr hohe Streuung der Werte, wobei hier festzuhalten ist, dass bei den beiden Referenzplattenvari-

anten mit 650 kg/m^3 und 10 % Bindemittel kein statistischer Unterschied feststellbar ist. Auch wenn einzelne Plattenvarianten statistisch signifikante Unterschiede zu ihrer im Kaffeeverhältnis nahestehenden Platten aufweisen, zeigt sich jedoch in Summe kein signifikanter Unterschied zu den Referenzplatten. Als Beispiel seien hier die Siebträgerplatten mit 10 % Bindemittel genannt, wo sich die Platte mit 45 % Kaffee zwar von der Variante mit 35 % unterscheidet, nicht jedoch von den Varianten mit 40 %, 30 % oder 20 % Kaffeeanteil. Ähnlich verhält es sich bei den Siebträgerplatten mit 12 % Bindemittelanteil. Interessant ist, dass sich die Streuung der Siebträgerplatten mit zunehmenden Kaffeesatzanteil reduziert und sich die Platten, die als nicht erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zu Illustrationszwecken mit 55 %, 65 % und 75 % Siebträgeranteil hergestellt wurden, zwar von den Werten mit 40 % und 45 % Kaffeeanteil unterscheiden, nicht jedoch von den Platten mit 35 % und 25 %, und somit auch nicht in Summe von der gesamten Gruppe.

[0077] Bei den Instantkaffeeplatten ist eine tendenzielle Abnahme der Festigkeit mit zunehmenden Kaffeeanteil zu sehen, jedoch kann man auch hier aufgrund der Streuung nicht von einem statistisch signifikanten Unterschied der Platten sprechen. Anhand der ermittelten Ergebnisse ist kein Unterschied zwischen 10 % und 12 % Bindemittelanteil bei den Siebträgerplatten erkennbar.

[0078] Da alle Platten mit gleichen Mitteln hergestellt wurden, lässt sich die Streuung der Siebträgerplatten bei 650 kg/m^3 Rohdichte vermutlich auf das Siebträgermaterial zurückführen. Im Verhältnis zu Instantkaffeesatz wurde bei der Verarbeitung subjektiv ein höhere Agglomerationsgrad beim Siebträgersatz während der Beleimung in der Beleimtrommel festgestellt. Dies könnte zu partiell stärker variierenden Kaffeesatzanteilen in den Platten geführt haben und somit auch die Streuung erklären. Auch wenn hier Werte von einzelnen Varianten höher erscheinen, liegen sie im Verhältnis zur Referenz noch innerhalb des Streubereiches und es ist aufgrund der vorliegenden Werte von keinem signifikanten Unterschied auszugehen. Die ermittelten Werte lassen sich somit derart interpretieren, dass es bei 650 kg/m^3 bei Instantkaffee bei höheren Kaffeeanteilen über 35 % zu einer Reduktion und bei (der geringeren Stichprobe der) Siebträgerplatten zu keiner merklichen Reduktion der Querkzugsfestigkeit gekommen ist. Generell ist anzumerken, dass sich mit variierenden Mischverhältnissen der Platten auch das zu beleimende Gesamtvolumen aus Kaffeesatz und Holzfasern zwischen den einzelnen Plattentypen sehr stark unterscheidet. Eine Platte mit bspw. 20 % Kaffeeanteil weist bei der Beleimung ein wesentlich höheres Volumen auf als eine Mischung mit 45 % Kaffeesatz oder höher. Dies führt dazu, dass die Beleimtrommel bei geringen Kaffeesatzanteilen wesentlich stärker befüllt ist als bei Mischungen mit hohen Kaffeesatzanteilen. Dies kann die Verteilung des Leimes auf die Fasern und Kaffeesatz wesentlich beeinflussen, weshalb es durchaus nicht auszuschließen ist, dass beim angewandten Beleimvorgang bei höheren Kaffeesatzanteilen eine bessere oder homogenere Beleimung erzielt werden konnte.

[0079] Insgesamt kann festgehalten werden, dass Holzfaserplatten mit einem Kaffeesatzanteil von 20 % bis 45 %, sowohl bei der Biegefestigkeit und beim Biegeelastizitätsmodul, als auch bei der Querkzugsfestigkeit überraschend gute Werte aufweisen, wenn sie mit einem Harnstoff-Formaldehydharz verklebt sind, und dies in einem Rohdichtebereich von 550 kg/m^3 bis 950 kg/m^3 ,

[0080] Dies gilt sowohl für Instantkaffeesatz als auch für Siebträger-Kaffeesatz.

DICKENQUELLUNG NACH 24 H WASSERLAGERUNG

[0081] Für die Wasserlagerung wurden je drei Proben pro Platte in ein Wasserbad (Wassertemperatur ca. 20°C) gelegt und mittels Metallsieb unter der Wasseroberfläche fixiert.

[0082] Ermittelt wurde die Längen, Dicken und Massenzunahme an $50 \times 50 \text{ mm}$ großen Proben nach 24 h Wasserlagerung. Dafür wurden die Proben nach dem Wasserbad lediglich leicht abgetupft und vermessen.

[0083] Fig. 6 zeigt eine Darstellung der Längen-, Dicken- und Massenzunahme nach 24 h Wasserlagerung nach EN 317

[0084] In Fig. 6 zeigt sich wieder ein Unterschied zwischen den beiden Rohdichtebereichen. Am

deutlichsten unterscheiden sich die Werte bei der Massenzunahme, wobei die Platten mit dem geringeren Bindemittelanteil tendenziell mehr an Masse zunehmen und bei höheren Kaffeeanteilen teils signifikant höhere Massenzunahmen im Vergleich zur Referenz festzustellen sind. Auch bei der Dickenquellung zeigen die 550 kg/m³ Platten eine deutlich höhere Zunahme als die 650 kg/m³ Platten. Die niedrigsten Werte wiesen die Platten mit Instant Kaffee und einer Rohdichte von 950 kg/m³ auf, wobei hier mit steigendem Kaffeesatzanteil statistisch signifikant höhere Zunahmen festzustellen sind. So zeigen die Platten mit 35 % und 45 % Kaffeesatzanteil bei der Massenzunahme und mit 45 % Kaffeesatzanteil bei der Dickenzunahme statistisch signifikant höhere Werte als die Referenzplatten ohne Kaffeesatzanteil.

[0085] Bei den Siebträgerplatten mit einer Rohdichte von 650 kg/m³ und einem Bindemittelanteil von 10 % sind lediglich bei der Massenzunahme der Plattenvariante, die als nicht erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zu Illustrationszwecken mit 75 % Kaffeesatz hergestellt wurde, statistisch signifikante Unterschiede zu den Referenzplatten feststellbar. Alle anderen Varianten unterscheiden sich weder in der Massenzunahme noch in der Dickenquellung signifikant voneinander, wobei bei den Platten, die als nicht erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zu Illustrationszwecken mit Kaffeesatzanteilen von >45 % hergestellt wurden, ein Trend mit steigenden Werten bei steigendem Kaffeesatzanteil festgestellt werden kann. Auch bei den Platten mit Instantkaffee und einer Dichte von 650 kg/m³ sind keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Kaffeesatzanteilen feststellbar.

[0086] Auch bei der Wasserlagerung lässt sich interessanterweise kein Unterschied zwischen den beiden Bindemittelanteilen von 10 % und 12 % feststellen.

[0087] Hinsichtlich der unterschiedlichen Eigenschaften nach der Wasserlagerung ist allerdings hinzuzufügen, dass tendenziell schlechtere Eigenschaften mancher getesteter Platten keineswegs darauf hinweisen, dass deren Verwendung nicht empfehlenswert wäre, weil es wie schon bei der mechanischen Festigkeit vom jeweiligen Verwendungszweck der Platten abhängt, ob eine bestimmte Zusammensetzung einer erfindungsgemäßen Holzfaserplatte geeignet ist oder nicht.

AUSWERTUNG DER MESSERGEBNISSE

[0088] Alle im Zuge der allgemeinen Arbeitsvorschrift zur Durchführung der Erfindung gewonnen Erkenntnisse beziehen sich auf eine im Labor hergestellte Holzfaserplatte mit Kaffeesatz.

[0089] Aufgrund der guten Messergebnisse ist jedoch ein Up-Scaling im Industriemaßstab realistisch. Dies insbesondere dann, wenn die Platte im Trockenbereich eingesetzt wird.

[0090] Tabelle 2: Anforderungen an Platten für allgemeine Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich nach der EN 622-5

Typ MDF											
Eigenschaft	Prüfverfahren	Einheit	Nennickenbereiche [mm]								
			1,8 bis 2,5	>2,5 bis 4	>4 bis 6	>6 bis 9	>9 bis 12	>12 bis 19	>19 bis 30	>30 bis 45	>45
Dickenquellung 24 h	EN 317	%	45	35	30	17	15	12	10	8	6
Querzugs- festigkeit	EN 319	N/mm ²	0,65	0,65	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50
Biege- festigkeit	EN 310	N/mm ²	23	23	23	23	22	20	18	17	15
Biege- Elastizitäts- modul	EN 310	N/mm ²			2700	2700	2500	2200	2100	1900	

Typ Leicht MDF								
Eigenschaft	Prüf- verfahren	Einheit	Nenndickenbereiche [mm]					
			>6 bis 9	>9 bis 12	>12 bis 19	>19 bis 30	>30 bis 45	>45
Dickenquellung 24 h	EN 317	%	20	16	14	12	11	11
Querzugs- festigkeit	EN 319	N/mm ²	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40
Biege- festigkeit	EN 310	N/mm ²	20	20	18	15	14	14
Biege- Elastizitäts- modul	EN 310	N/mm ²	1700	1700	1600	1500	1400	1200
Ultraleicht MDF								
Eigenschaft	Prüf- verfahren	Einheit	Nenndickenbereiche [mm]					>45
			>9 bis 12	>12 bis 19	>19 bis 30	>30 bis 45		
Dickenquellung 24 h	EN 317	%	18	14	13	12	12	
Querzugs- festigkeit	EN 319	N/mm ²	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13	
Biege- festigkeit	EN 310	N/mm ²	7,7	6,9	6	5,1	5,1	
Biege- Elastizitäts- modul	EN 310	N/mm ²	600	560	510	470	470	

[0091] In Tabelle 2 sind die Mindestanforderungen nach der EN 622-5 an industriell gefertigte MDF-Platten für den Möbelbereich angeführt. Im Labor hergestellte Faserplatten liegen erfahrungsgemäß 50 % bis 66 % unter den Festigkeitswerten von vergleichbaren industriellen Faserplatten, weshalb auch die im Labor hergestellte Referenzplatte bei einer Rohdichte von 550 kg/m³ und 650 kg/m³ ohne Kaffeeanteil die Anforderungen nach der EN 622-5 derzeit nicht erfüllen würde. Die Platten mit einer Rohdichte von 950 kg/m³ erreichen zwar höhere Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodule als in der EN 622-5 vorgesehen, bleiben aber bei der Querzugsfestigkeit unterhalb der Mindestanforderungen.

[0092] Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass es bei der Herstellung von Laborfaserplatten immer zu Abstrichen bezüglich der Platteneigenschaften im Verhältnis zu industriell hergestellten Platten kommt. Dies liegt an der Beleimung, der händischen Streuung und der Dauer zwischen Leimauftrag und Heißverpressung. Die geringe Rohdichtestreuung lässt allerdings auf eine homogene Verteilung und für Laborverhältnisse hochwertige und gut verleimte Platten schließen. Der Einfluss der Rohdichte war im Verhältnis zum Leimanteil deutlich stärker. Auch bei den Festigkeiten und der Wasserlagerung konnten im Wesentlichen nur bei den Rohdichten ein durchwegs signifikanter Unterschied beobachtet werden. Die Mittelwerte und Standardabweichungen aller geprüfter Platten sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

[0093] Tabelle 3: Mittelwerte (MW) inkl. Standardabweichung (STABW) aller untersuchter Plattenvarianten

Zellenbeschriftungen	MW Rohdichte [kg/m ³]	STABW Rohdichte [kg/m ³]	MW Querzugs- festigkeit [MPa]	STABW Querzugs- festigkeit [MPa]	MW Biege- E-Modul [GPa]	STABW Biege- E-Modul [GPa]	MW Biege- festigkeit [MPa]	STABW Biege- festigkeit [MPa]	MW Dickenzu- nahme [%]	STABW Dickenzu- nahme [%]
RELAB-550-UF10	519,08	58,00	0,03	0,03	0,60	0,31	4,65	2,65	84%	64%
ST20-550-UF10	554,28	30,26	0,05	0,02	0,64	0,12	4,79	0,86	33%	5%
ST25-550-UF10	547,44	23,14	0,07	0,02	0,60	0,18	4,53	1,50	28%	3%
ST30-550-UF10	545,30	40,15	0,08	0,02	0,59	0,14	4,71	1,32	37%	5%
ST35-550-UF10	506,46	77,57	0,18	0,20	0,83	0,28	4,68	3,62	62%	55%
ST40-550-UF10	570,93	58,79	0,13	0,09	0,87	0,28	6,16	3,58	37%	13%
ST45-550-UF10	556,53	37,08	0,04	0,05	0,51	0,17	5,35	1,24	41%	7%
REFLAB-650-UF10	635,98	18,68	0,19	0,08	1,96	0,35	18,52	4,57	26%	4%
ST20-650-UF10	632,84	14,41	0,29	0,06	2,21	0,10	20,00	0,76	26%	1%
ST25-650-UF10	648,35	42,28	0,08	0,03	1,47	0,19	9,44	2,74	41%	9%
ST30-650-UF10	635,29	29,61	0,30	0,07	2,14	0,14	20,50	3,11	27%	4%
ST35-650-UF10	642,16	15,23	0,09	0,06	1,67	0,39	11,68	5,84	41%	8%
ST40-650-UF10	658,40	11,78	0,27	0,05	1,71	0,19	14,54	1,86	33%	1%
ST45-650-UF10	645,15	15,63	0,31	0,06	1,55	0,18	13,89	2,34	29%	2%
REFLAB2-650-UF-	645,06	24,81	0,15	0,07	2,62	0,11	19,88	6,69	17%	8%
ST55-650-UF-10	669,87	28,94	0,14	0,05	1,11	0,16	8,31	1,20	36%	9%
ST65-650-UF-10	678,07	27,52	0,13	0,06	0,78	0,27	5,67	2,23	39%	14%
ST75-650-UF-10	648,93	35,83	0,09	0,02	0,51	0,16	4,01	1,27	35%	6%
REFLAB-950-UF-10	922,22	23,59	0,32	0,09	4,38	0,31	41,54	3,40	12%	3%
INSTA20-950-UF-10	909,39	16,39	0,34	0,10	3,83	0,24	33,27	1,44	13%	1%
INSTA35-950-UF-10	928,58	33,87	0,36	0,14	3,65	0,19	30,59	3,08	14%	5%
INSTA45-950-UF-10	924,69	18,79	0,27	0,08	3,14	0,18	24,76	2,34	22%	2%
RELAB-550-UF12	589,00	58,62	0,03	0,02	0,75	0,12	5,71	1,00	40%	4%
ST20-550-UF12	558,47	31,17	0,07	0,03	0,92	0,21	5,92	1,62	25%	5%
ST25-550-UF12	537,29	49,25	0,03	0,02	0,36	0,17	3,21	1,01	36%	5%
ST30-550-UF12	546,18	33,72	0,07	0,03	0,66	0,15	4,68	1,12	30%	2%
ST35-550-UF12	575,68	17,17	0,10	0,04	0,74	0,17	5,89	1,21	29%	3%
ST40-550-UF12	541,30	30,25	0,06	0,02	0,37	0,17	3,32	0,94	39%	5%
ST45-550-UF12	577,72	37,94	0,10	0,02	0,47	0,09	3,83	0,95	32%	3%
REFLAB-650-UF12	659,65	24,52	0,27	0,11	2,24	0,31	20,25	4,32	22%	7%
ST20-650-UF12	625,54	40,73	0,14	0,07	1,86	0,42	12,94	4,57	32%	6%
ST25-650-UF12	660,57	22,12	0,13	0,03	1,91	0,23	13,73	2,09	34%	2%
ST30-650-UF12	635,17	24,20	0,28	0,08	2,05	0,13	20,16	1,15	28%	3%
ST35-650-UF12	663,87	16,84	0,13	0,03	1,80	0,20	14,20	2,22	29%	2%
ST40-650-UF12	655,71	58,06	0,07	0,02	1,33	0,31	7,99	0,97	37%	4%
ST45-650-UF12	637,69	24,94	0,32	0,10	1,67	0,14	15,63	1,80	25%	3%
INSTA20-650-UF12	632,09	19,02	0,23	0,08	1,86	0,25	14,95	2,71	24%	6%
INSTA25-650-UF12	635,56	24,34	0,20	0,04	1,88	0,23	15,78	2,42	24%	3%
INSTA30-650-UF12	616,85	25,90	0,19	0,06	1,88	0,22	16,75	2,33	23%	2%
INSTA35-650-UF12	635,36	28,01	0,19	0,05	1,56	0,21	13,07	2,49	23%	2%
INSTA40-650-UF12	634,21	24,25	0,15	0,05	1,48	0,11	11,96	0,46	24%	3%
INSTA45-650-UF12	637,27	19,09	0,24	0,03	1,41	0,19	11,96	2,18	21%	2%

[0094] Anhand der erzielten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen lässt sich feststellen, dass zwar nicht alle Platten die Mindestanforderungen der EN 622-5 erfüllt haben, jedoch zumindest in den meisten Fällen bei der Variante Siebträger mit einer Rohdichte von 650 kg/m³ und einem Bindemittelanteil von 10 % bis zu einem Kaffeesatzanteil von 45 % keine einem Trend folgenden, statistisch signifikanten Unterschiede zu den im Labor hergestellten Referenzplatten ohne Kaffeeanteile feststellbar sind.

[0095] Geht man davon aus, dass im Zuge einer industriellen Fertigung Platten mit Kaffeesatzanteilen mit höheren mechanischen Kenngrößen herstellbar sind und ähnliche Zusammenhänge aufweisen wie in der vorliegenden Patentanmeldung, wäre erst ab einer Zugabe von >45 % Kaffeesatz mit einem stärkeren Abfall der mechanischen Kenngrößen bzw. einem stärkeren Anstieg der Massen und Dickenzunahme nach 24 h Wasserlagerung auszugehen. Vergleicht man die beiden Kaffeesatzvarianten, fällt die etwas geringere Streuung der Instantkaffeeplatten auf.

ZUSAMMENFASSENDE FESTSTELLUNGEN:

[0096] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Platte, insbesondere deren MDF-Qualität, durch folgende Stoff- bzw. Verfahrensparameter beeinflusst wird:

- Partikelgröße Kaffeesatz: Kleinere Partikel werden besser zwischen den Fasern eingebettet, als dies bei größeren Partikeln der Fall ist.
- Faserlänge: Längere Holzfasern sind flexibler als kürzere Holzfasern. Dies ist dann zu berücksichtigen, wenn kürzere Holzfasern, wie etwa solche, die durch Recycling gewonnen wurden, zum Einsatz kommen.
- Darmmethode: Die Ausgangsprodukte Holzfasern und Kaffeesatz werden bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Dadurch entsteht ein rieselfähiges Schüttgut, das einfach gelagert und weiterverarbeitet werden kann. Weiters lassen sich die Anteile an Holzfasern und Kaffeesatz sowie der Harzanteil exakt für das weitere Verfahren berechnen.
- Harzauftrag: Ein homogener Harzauftrag wird dann erzielt, wenn das Harz kontinuierlich auf die vorzugsweise gleichmäßig bewegten Ausgangsprodukte aufgetragen wird. Dadurch ist es auch möglich, den Harzanteil bis auf 8 % zu reduzieren. Bei einer industriellen Herstellung der erfindungsgemäßen Platte kann Harzauftrag in einem Blowline-Verfahren erfolgen.
- Vorverdichtung: Die homogene Verteilung von Kaffeesatz und Holzfasern wird nach dem Harzauftrag wesentlich beeinflusst, wenn eine Art Plattenrohling hergestellt wird, der durch Kaltpressen vorverdichtet wurde.
- Zieldichte: Die Zieldichte der Platten wird durch ein Pressdiagramm mit den Parametern Druck und Temperatur erreicht.

[0097] Unter Berücksichtigung dieser Stoff- bzw. Verfahrensparameter liegt es im routinemäßigen Handeln eines Fachmannes auf dem Gebiet der Herstellung von Holzfaserplatten, ein Up-Scaling für den Industriemaßstab durchzuführen.

[0098] Somit kann die erfindungsgemäße, Ressourcen einsparende Holzfaserplatte mit Kaffeesatz auch im Industriemaßstab nachhaltig und erfolgversprechend hergestellt werden. Das bedeutet, dass nicht nur großtechnische Parameter, sondern auch Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und Klimaneutralität erfüllt werden. Nachdem MDF-Platten vorrangig aus Fichtenholz hergestellt werden, kann dieses Ausgangsprodukt eingespart werden, zumal gerade die Fichte als Folge des Klimawandels besonders gefährdet ist leidet („Fichtensterben“). Außerdem ist zu berücksichtigen, dass durch den weltweit immer größer werdenden Kaffeeconsum, die Abfallbeseitigung ein Problem darstellt. Dies deshalb, da Unmengen von Kaffeesatz z.B. verbrannt werden müssten, was freilich einen negativen Einfluss auf die CO₂-Bilanz hat.

[0099] Die erfindungsgemäße Ressourcen - einsparende Holzfaserplatte kann in MDF und HDF-Qualität bereitgestellt werden, sodass sich als Anwendungsbereiche u.a. die Bau- und Möbeldustrie (incl. die Bereitstellung von Särgen) und die Automobilindustrie ergeben.

Patentansprüche

1. Holzfasерplatte mit einem Festkörperanteil an Holzfasern und Kaffeesatz, die mit einem Harnstoff-Formaldehydharz verklebt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Festkörperanteil an Kaffeesatz zwischen 20 Gew.-% und 45 Gew.-% liegt.
2. Holzfasерplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kaffeesatz ein Abfallprodukt, das bei der Herstellung von Kaffeegetränken mittels Siebträger anfällt, ist.
3. Holzfasерplatte nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kaffeesatz eine durchschnittliche Partikelgröße zwischen 125 µm und 2000 µm aufweist.
4. Holzfasерplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kaffeesatz ein Abfallprodukt, das bei der Produktion von Instantkaffee anfällt, ist.
5. Holzfasерplatte nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durchschnittliche Partikelgröße zwischen 125 µm und 2000 µm liegt.
6. Holzfasерplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Holzfasern Nadelholzfasern und/oder durch Recycling gewonnene Holzfasern sind.
7. Holzfasерplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des Harnstoff-Formaldehyd-Harzes mindestens 8 Gew.-% beträgt, vorzugsweise in einem Bereich von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-% liegt, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz.
8. Holzfasерplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ihre Dichte im Bereich von 500 kg/m³ bis 1.000 kg/m³, vorzugsweise bis 950 kg/m³, liegt.
9. Holzfasерplatte nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Siebträger-Kaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harnstoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und dass die Rohdichte der Holzfasерplatte einen Wert von 500 kg/m³ bis 600 kg/m³, insbesondere von 550 kg/m³, aufweist.
10. Holzfasерplatte nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Instantkaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harnstoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und die Rohdichte der Holzfasерplatte einen Wert von 500 kg/m³ bis 600 kg/m³, insbesondere von 550 kg/m³, aufweist.
11. Holzfasерplatte nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Siebträger-Kaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harnstoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und dass die Rohdichte der Holzfasерplatte einen Wert von 600 kg/m³ bis 700 kg/m³, insbesondere von 650 kg/m³, aufweist.
12. Holzfasерplatte nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Instantkaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harnstoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und dass die Rohdichte der Holzfasерplatte einen Wert von 600 kg/m³ bis 700 kg/m³, insbesondere von 650 kg/m³, aufweist.
13. Holzfasерplatte nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Siebträger-Kaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harnstoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und dass die Rohdichte der Holzfasерplatte einen Wert von 900 kg/m³ bis 1.000 kg/m³, insbesondere von 950 kg/m³, aufweist.
14. Holzfasерplatte nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Festkörperanteil von 20 Gew.-% bis 45 Gew.-% an Instantkaffeesatz und einen Anteil von 10 Gew.-% bis 12 Gew.-%, bezogen auf 100 Gew.-% der Summe aus Holzfasern und Kaffeesatz, an Harn-

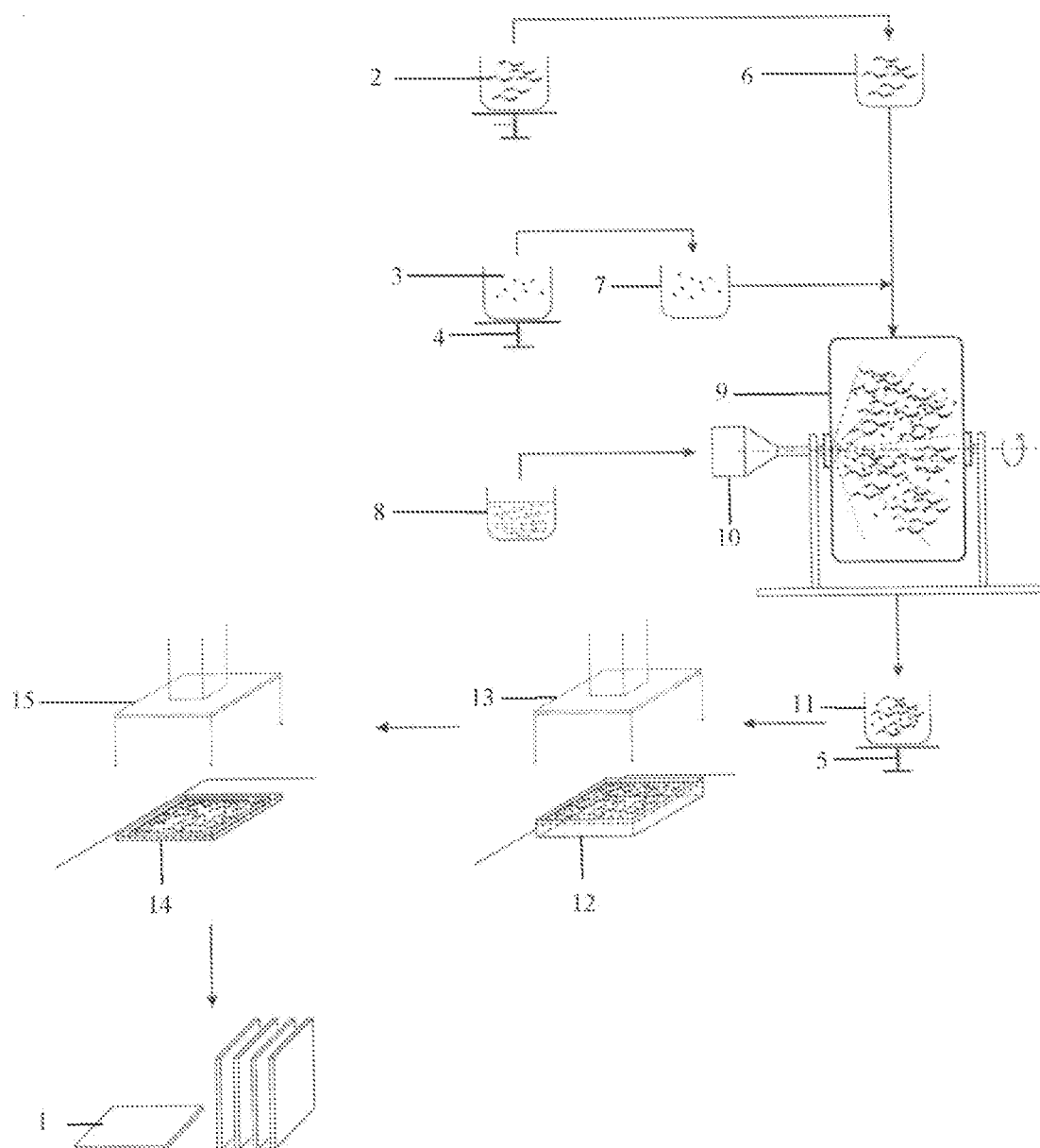
stoff-Formaldehyd-Harz aufweist, und die Rohdichte der Holzfaserplatte einen Wert von 900 kg/m^3 bis 1.000 kg/m^3 , insbesondere von 950 kg/m^3 , aufweist.

15. Verfahren zur Herstellung einer Platte nach einem der Ansprüche 1 bis 14 umfassend folgende Schritte:
 - a) Trocknen der Ausgangsprodukte aus Holzfasern und Kaffeesatz bis zur Gewichtskonstanz,
 - b) Berechnen der gewünschten Verhältnisse zwischen Holzfasern und Kaffeesatz sowie des Anteils an Harnstoff-Formaldehyd-Harz,
 - c) Kontinuierliches Auftragen des Harnstoff-Formaldehyd-Harzes auf das getrocknete Holzfaser-Kaffeesatz-Gemisch
 - d) homogenes Streuen zur Herstellung eines Plattenrohlings
 - e) Vorverdichtung des Plattenrohlings durch Kaltpressen und
 - f) Herstellen der Holzfaserplatte mit Kaffeesatz durch Pressen bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trocknen der Ausgangsprodukte aus Holzfasern und Kaffeesatz mittels Darrmethode erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Harnstoff-Formaldehyd-Harz kontinuierlich als feiner Nebel auf das getrocknete Holzfaser-Kaffeesatz-Gemisch aufgetragen wird.

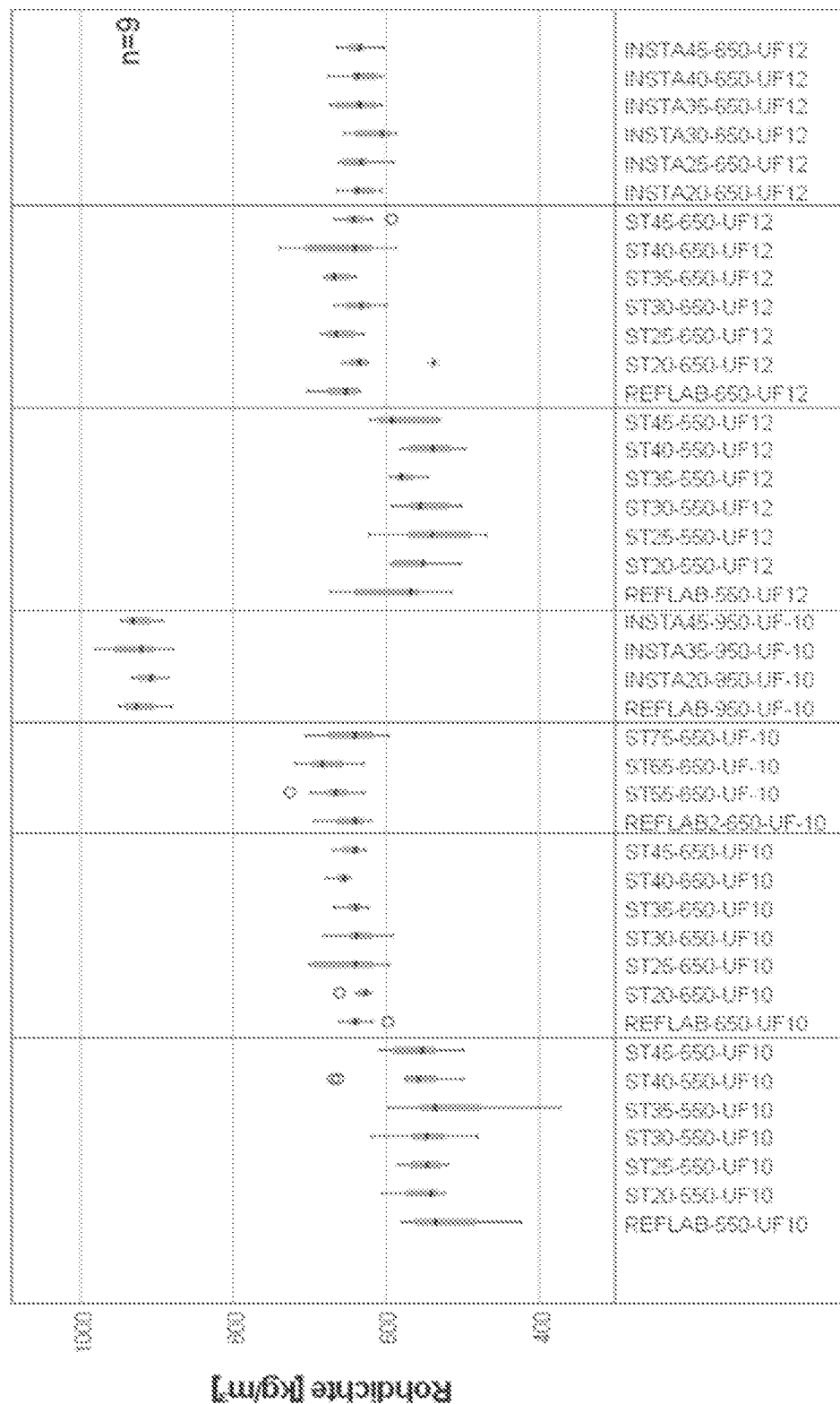
Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

1/6

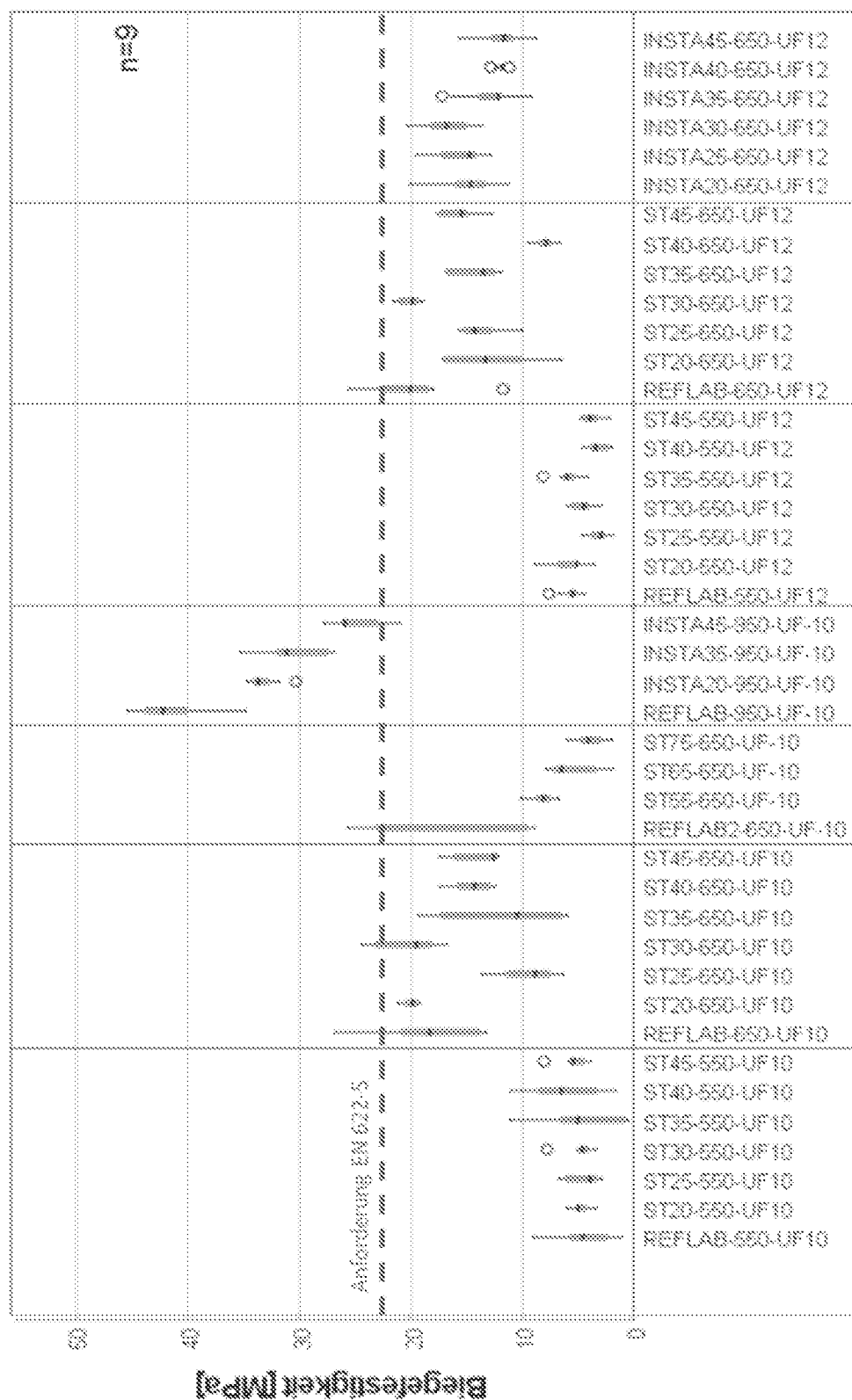
Fig. 1



2/6



3/6



4/6

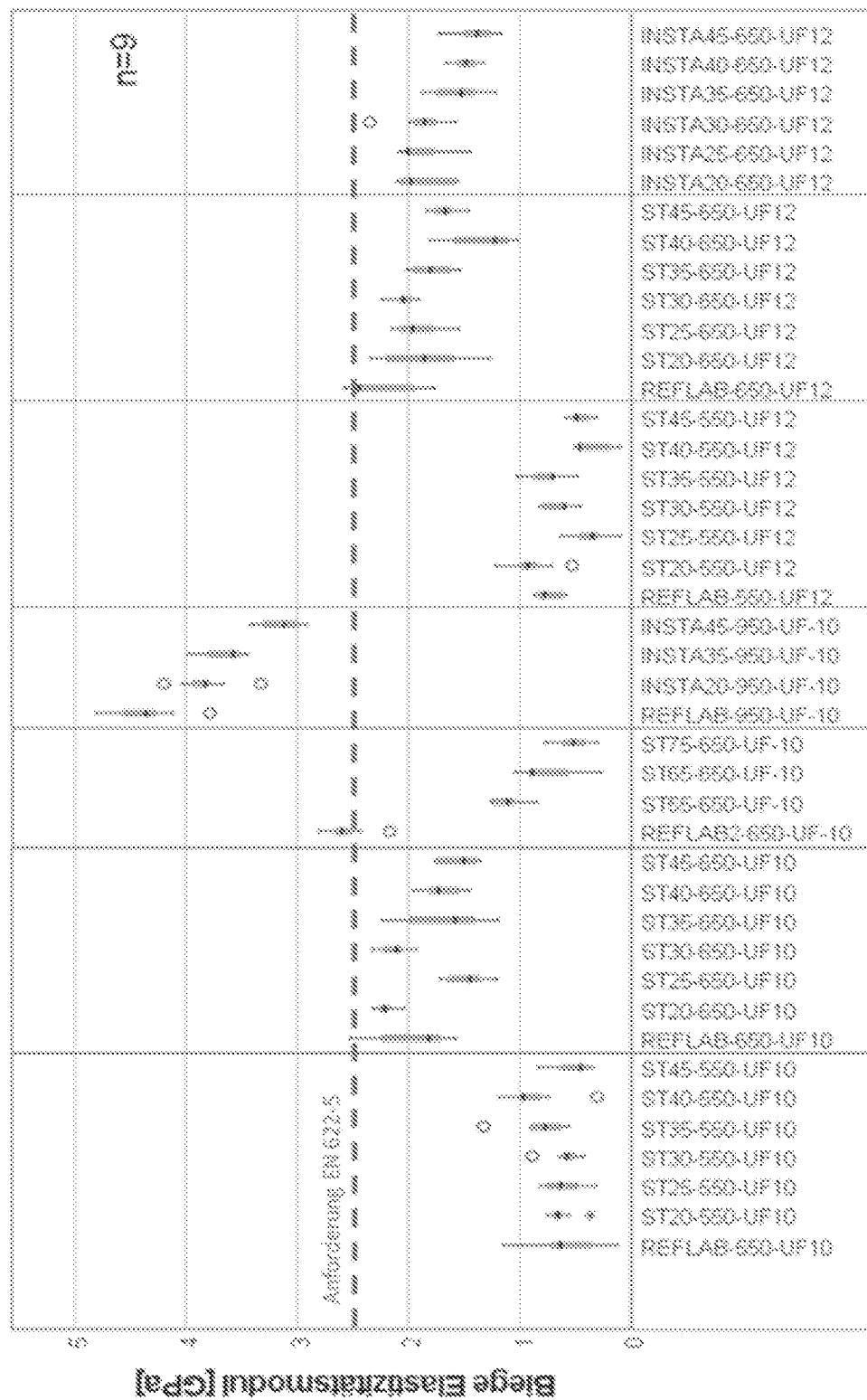


Fig. 4

5/6

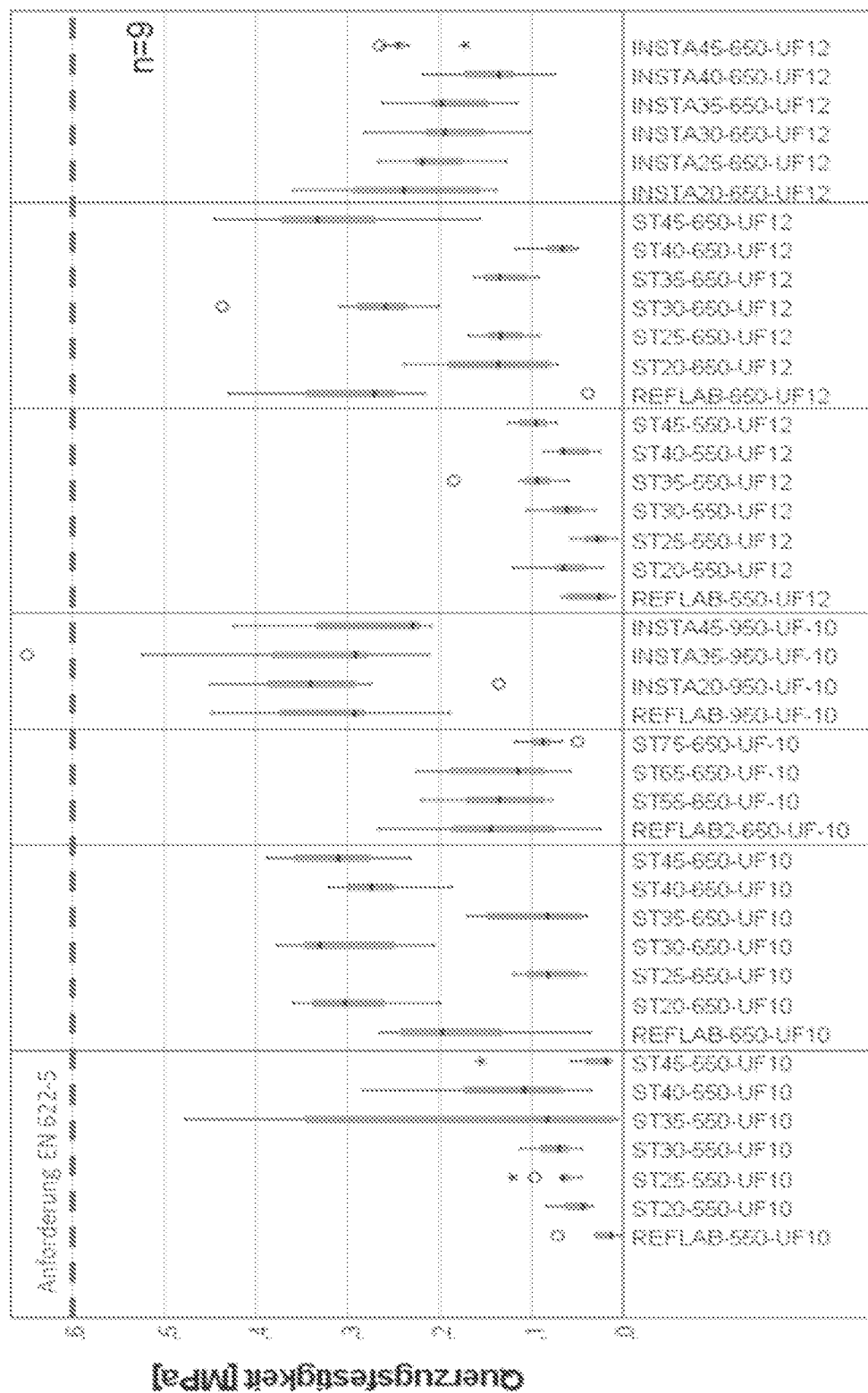


Fig. 5

