



(10) **DE 11 2014 005 955 T5** 2016.09.22

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/095431**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 005 955.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/071008**  
(86) PCT-Anmeldetag: **18.12.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.06.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **22.09.2016**

(51) Int Cl.: **D21H 27/00 (2006.01)**  
**D21H 27/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**61/918,398**                      **19.12.2013**      **US**

(71) Anmelder:  
**The Procter & Gamble Company, Cincinnati, Ohio, US**

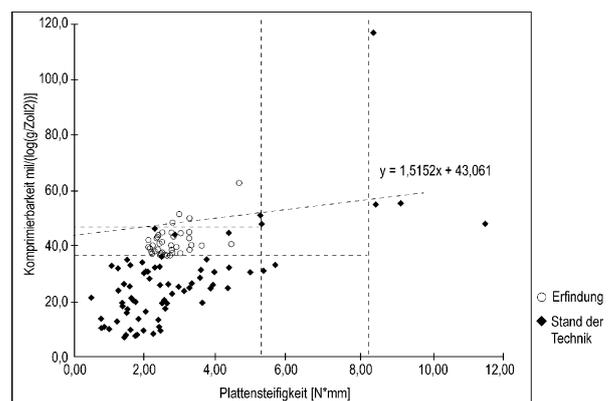
(74) Vertreter:  
**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER**  
**PATENTANWÄLTE mbB, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Ostendorf, Ward William, Cincinnati, Ohio, US;**  
**Sheehan, Jeffrey Glen, Cincinnati, Ohio, US;**  
**Manifold, John Allen, Cincinnati, Ohio, US;**  
**Maladen, Ryan Dominic, Cincinnati, Ohio, US;**  
**Vidal, Guillermo Matias, Cincinnati, Ohio, US;**  
**Loebker, David Warren, Cincinnati, Ohio, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hygienepapierprodukte**

(57) Zusammenfassung: Hygienepapierprodukte, die eine Faserstruktur verwenden, die allein und in Verbindung mit Plattensteifigkeitseigenschaften neuartige Komprimierbarkeitseigenschaften aufweisen und Verfahren zur Herstellung derselben.



## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Hygienepapierprodukte, die Faserstrukturen umfassen, die eine neuartige Zusammensetzung aus durch Komprimierbarkeit des Hygienepapierprodukts angezeigte Nachgiebigkeit und durch Plattensteifigkeit des Hygienepapierprodukts angezeigte Elastizität aufweisen und Verfahren zur Herstellung derselben.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Nachgiebigkeit und Elastizität, beides mit Tüchern assoziierte Charakteristika, sind Attribute, die sich Verbraucher bei ihren Hygienepapierprodukten, wie beispielsweise Toilettenpapierprodukten, wünschen. Ein technischer Maßstab für Nachgiebigkeit ist die Komprimierbarkeit der Hygienepapierprodukte, welche mit dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen wird. Ein technisches Maß für die Elastizität ist die Plattensteifigkeit des Hygienepapierprodukts, welche mit dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen wird. Zurzeit handelsübliche Hygienepapierprodukte bleiben hinter den Verbrauchererwartungen bezüglich Nachgiebigkeit und Elastizität zurück.

**[0003]** Folglich ist ein Problem, dem die Hersteller von Hygienepapierprodukten gegenüberstehen, wie die Komprimierbarkeitseigenschaften verbessert (d. h. erhöht) werden können und wie die Plattensteifigkeitseigenschaften von Hygienepapierprodukten, wie beispielsweise Toilettenpapierprodukten, verbessert (d. h. herabgesetzt) werden können, um solche Hygienepapierprodukte nachgiebiger und elastischer zu machen, um den Verbrauchererwartungen für textillähnlichere, luxuriösere und weichere Hygienepapierprodukte besser gerecht zu werden.

**[0004]** Dementsprechend besteht ein Bedürfnis für Hygienepapierprodukte, wie beispielsweise Toilettenpapierprodukte, die verbesserte Komprimierbarkeitseigenschaften und verbesserte Plattensteifigkeitseigenschaften aufweisen, um Verbrauchern Hygienepapierprodukte bereitzustellen, die ihre Wünsche und Erwartungen bezüglich komfortablerer und/oder luxuriöserer Hygienepapierprodukte erfüllen, und für Verfahren zur Herstellung von solchen Hygienepapierprodukten.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Die vorliegende Erfindung erfüllt die zuvor beschriebenen Bedürfnisse, indem sie Hygienepapierprodukte, zum Beispiel Toilettenpapierprodukte, die nachgiebiger und elastischer sind als bekannte Hygienepapierprodukte, zum Beispiel Toilettenpapierprodukte, wie durch die gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessenen verbesserten Komprimierbarkeit und der gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessenen verbesserten Plattensteifigkeit belegt ist, und Verfahren für die Herstellung solcher Hygienepapierprodukte, bereitstellt.

**[0006]** Eine Lösung für das oben genannte Problem besteht darin, die Hygienepapierprodukte oder mindestens eine in den Hygienepapierprodukten verwendete Faserstrukturlage auf gemusterten Formpresselementen herzustellen, die den darauf hergestellten Hygienepapierprodukten und/oder Faserstrukturlagen eine dreidimensionales (3-D) Muster verleihen, wobei die gemusterten Formpresselemente so konzipiert sind, dass die resultierenden Hygienepapierprodukte, beispielsweise Toilettenpapierprodukte, die mit dem gemusterten Formpresselementen hergestellt wurden, nachgiebiger und elastischer als bekannte Hygienepapierprodukte sind, wie bei Hygienepapierprodukten, beispielsweise Toilettenpapierprodukten, gesehen werden kann, die eine Komprimierbarkeit aufweisen, die größer (d. h. größer als  $36 \text{ mil}/(\log(g/\text{Zoll}^2))$ ) und/oder größer als  $46 \text{ mil}/(\log(g/\text{Zoll}^2))$ ) als die Komprimierbarkeit von bekannten Hygienepapierprodukten, beispielsweise Toilettenpapierprodukten, ist, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und Plattensteifigkeiten die geringer ist als (d. h., weniger als  $8,3 \text{ N}\cdot\text{mm}$  und/oder weniger als  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ ) die Plattensteifigkeit von bekannten Hygienepapierprodukten, zum Beispiel Toilettenpapier, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen. Nicht einschränkende Beispiele für diese gemusterten Formpresselemente beinhalten gemusterte Filze, gemusterte Formungssiebe, gemusterte Walzen, gemusterte Gewebe, und in konventionellen Nasspressverfahren für die Papierherstellung verwendete gemusterte Bänder, Luftlegungsverfahren für die Papierherstellung und/oder Nasslegungsverfahren für die Papierherstellung, die 3D-gemusterte Hygienepapierprodukte und/oder in Hygienepapierprodukten verwendete 3D-gemusterte Faserstrukturlagen erzeugen. Andere nicht einschränkende Beispiele dieser gemusterten Formpresselementen beinhalten Gewebe zum Durchlufttrocknen und zum in Durchlufttrocknungsverfahren für die Papierherstellung

lung verwendete Bänder zum Durchlufttrocknen, die durchluftgetrocknete Hygienepapierprodukte erzeugen, zum Beispiel 3D-gemusterte durchluftgetrocknete Hygienepapierprodukte, und/oder durchluftgetrocknete Faserstrukturlagen, zum Beispiel 3D-gemusterte durchluftgetrocknete Faserstrukturlagen, die in Hygienepapierprodukten verwendet werden.

**[0007]** In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Hygienepapierprodukt bereitgestellt, das eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $46 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als  $5,2 \text{ N/mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0008]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Hygienepapierprodukt bereitgestellt, das mindestens eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $46 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen und eine Plattensteifigkeit von unter  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0009]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Hygienepapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, bereitgestellt, das mindestens eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $36 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von unter  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0010]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein mehrlagiges, zum Beispiel ein zweilagiges, Hygienepapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, bereitgestellt, das eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das mehrlagige Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $36 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von unter  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0011]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein mehrlagiges, zum Beispiel zweilagiges, Hygienepapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, bereitgestellt, das mindestens eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage, zum Beispiel eine 3D-gemusterte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $36 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von unter  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0012]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt bereitgestellt, das mindestens eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $36 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von unter  $8,3 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0013]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt bereitgestellt, das eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt, gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, eine solche Komprimierbarkeit und gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, eine solche Plattensteifigkeit aufweist, dass es in einer grafischen Darstellung von Komprimierbarkeit und Plattensteifigkeit oberhalb einer Linie mit der folgenden Gleichung liegt:  $y = 1,5152x + 43,061$ , wie in **Fig. 1A** dargestellt.

**[0014]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein mehrlagiges Toilettenpapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, das eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenlaufrichtung MD und Querrichtung CD) von weniger als  $394 \text{ g/cm}$  ( $1000 \text{ g}/\text{Zoll}$ ) aufweist, bereitgestellt, das mindestens eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $36 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$  aufweist, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen.

**[0015]** In noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines einlagigen oder mehrlagigen Hygienepapierprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung bereitgestellt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a. Inkontaktbringen eines gemusterten Formpresselements mit einer Faserstruktur, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, sodass eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage gebildet wird;
- b. Herstellen eines einlagigen oder mehrlagigen erfindungsgemäßen Hygienepapierprodukts, das die 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst.

**[0016]** Dementsprechend stellt die vorliegende Erfindung Hygienepapierprodukte bereit, zum Beispiel Toilettenpapierprodukte, die nachgiebiger und elastischer sind als bekannte Hygienepapierprodukte, zum Beispiel Toilettenpapierprodukte, und Verfahren zum Herstellen derselben.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0017]** Fig. 1A ist eine grafische Darstellung des Verhältnisses von Komprimierbarkeit ( $\text{mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ ) zu Plattensteifigkeit für Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung und handelsüblichen Hygienepapierprodukten, sowohl einlagigen als auch mehrlagigen Hygienepapierprodukten, die den hohen Grad an Komprimierbarkeit und den niedrigen Grad an Plattensteifigkeit veranschaulicht, den die Hygienepapierprodukte, beispielsweise Toilettenpapierprodukte, der vorliegenden Erfindung aufweisen;

**[0018]** Fig. 1B ist eine grafische Darstellung des Verhältnisses der Komprimierbarkeit ( $\text{mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ ) zum Haft-/Gleitreibungskoeffizienten ( $\text{COF} \cdot 10000$ ) für Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung und handelsüblichen Hygienepapierprodukten, sowohl einlagigen als auch mehrlagigen Hygienepapierprodukten, die den hohen Grad an Komprimierbarkeit und den niedrigen Grad an Plattensteifigkeit veranschaulicht, den die Hygienepapierprodukte, beispielsweise Toilettenpapierprodukte, der vorliegenden Erfindung aufweisen;

**[0019]** Fig. 2A ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Formpresselement gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** Fig. 2B zeigt eine weitere schematische Darstellung eines Abschnitts des Formpresselements aus Fig. 2A;

**[0021]** Fig. 3 ist ein MikroCAD-Foto eines unter Verwendung des Formpresselements aus Fig. 2A hergestellten Hygienepapierprodukts;

**[0022]** Fig. 4A ist eine schematische Darstellung eines weiteren Beispiels für ein Formpresselement gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0023]** Fig. 4B zeigt eine weitere schematische Darstellung eines Abschnitts des Formpresselements aus Fig. 4A;

**[0024]** Fig. 4C ist eine Querschnittsansicht von Fig. 4B entlang der Linie 4C-4C;

**[0025]** Fig. 5A ist eine schematische Darstellung eines unter Verwendung des Formpresselements aus Fig. 4A hergestellten Hygienepapierprodukts;

**[0026]** Fig. 5B ist eine Querschnittsansicht von Fig. 5A entlang der Linie 5B-5B;

**[0027]** Fig. 5C ist ein MikroCAD-Foto eines unter Verwendung des Formpresselements aus Fig. 4A hergestellten Hygienepapierprodukts;

**[0028]** Fig. 5D ist ein vergrößerter Ausschnitt des MikroCAD-Fotos aus Fig. 5C;

**[0029]** Fig. 6A ist eine schematische Darstellung eines weiteren Beispiels für ein Formpresselement gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0030]** Fig. 6B ist eine schematische Darstellung eines Abschnitts des Formpresselements aus Fig. 6A;

**[0031]** Fig. 6C ist eine Querschnittsansicht von Fig. 6B entlang der Linie 6C-6C;

**[0032]** Fig. 7A ist ein MikroCAD-Foto eines unter Verwendung des Formpresselements aus Fig. 6A hergestellten Hygienepapierprodukts;

**[0033]** Fig. 7B ist ein vergrößerter Ausschnitt des MikroCAD-Fotos aus Fig. 7A;

**[0034]** Fig. 8 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Durchlufttrocknungsverfahren für die Papierherstellung zum Herstellen von Hygienepapierprodukten gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0035]** Fig. 9 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Durchlufttrocknungsverfahren für die Herstellung von nicht gekrepptem Papier zum Herstellen von Hygienepapierprodukten gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0036]** Fig. 10 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Stoffkrepverfahren für die Papierherstellung zum Herstellen eines Hygienepapierprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0037]** Fig. 11 ist eine schematische Darstellung eines anderen Beispiels für ein Stoffkrepverfahren für die Papierherstellung zum Herstellen eines Hygienepapierprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0038]** Fig. 12 ist eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein Bandkrepverfahren für die Papierherstellung zum Herstellen eines Hygienepapierprodukts gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0039]** Fig. 13 ist eine schematische Draufsicht eines Aufbaus für ein Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten;

**[0040]** Fig. 14 ist eine Abbildung eines Reibungsschlittens zur Verwendung im Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten; und

**[0041]** Fig. 15 ist eine schematische Seitenansicht eines Aufbaus für ein Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

### Definitionen

**[0042]** „Hygienepapierprodukt“, wie hier verwendet, bezeichnet einen weichen Artikel mit geringer Dichte (d. h.  $< \text{etwa } 0,15 \text{ g/cm}^3$ ), der eine oder mehrere erfindungsgemäße Faserstrukturlagen umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt als ein Abwischhilfsmittel zum Reinigen nach dem Urinieren oder nach Stuhlgang (Toilettenpapier), für otorhinolaryngologische Absonderungen (Taschentücher), und zur multifunktionalen Verwendung zu Absorptions- und Reinigungszwecken (saugfähige Tücher) nützlich ist. Das Hygienepapierprodukt kann um einen Kern oder ohne einen Kern um sich selbst aufgewickelt sein, um eine Hygienepapierproduktrolle zu erzeugen.

**[0043]** Die Hygienepapierprodukte und/oder Faserstrukturen der vorliegenden Erfindung können ein Flächengewicht von mehr als  $15 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $120 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $15 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $110 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $20 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $100 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $30$  bis  $90 \text{ g/m}^2$  aufweisen. Außerdem können die Hygienepapierprodukte und/oder Faserstrukturen der vorliegenden Erfindung ein Flächengewicht von etwa  $40 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $120 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $50 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $110 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $55 \text{ g/m}^2$  bis etwa  $105 \text{ g/m}^2$  und/oder von etwa  $60$  bis  $100 \text{ g/m}^2$  aufweisen.

**[0044]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenaufrichtung MD und Querrichtung CD) von mehr als etwa  $59 \text{ g/cm}$  ( $150 \text{ g/Zoll}$ ) und/oder von etwa  $78 \text{ g/cm}$  bis etwa  $394 \text{ g/cm}$  und/oder von etwa  $98 \text{ g/cm}$  bis etwa  $335 \text{ g/cm}$  aufweisen. Außerdem können die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenaufrichtung MD und Querrichtung CD) von mehr als etwa  $196 \text{ g/cm}$  und/oder von etwa  $196 \text{ g/cm}$  bis etwa  $394 \text{ g/cm}$  und/oder von etwa  $216 \text{ g/cm}$  bis etwa  $335 \text{ g/cm}$  und/oder von etwa  $236 \text{ g/cm}$  bis etwa  $315 \text{ g/cm}$  aufweisen. In einem Ausführungsbeispiel weist das Hygienepapierprodukt eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenaufrichtung MD und Querrichtung CD) von weniger als etwa  $394 \text{ g/cm}$  und/oder weniger als etwa  $335 \text{ g/cm}$  auf.

**[0045]** In einem anderen Ausführungsbeispiel kann das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenlaufrichtung MD und Querrichtung CD) von mehr als etwa 196 g/cm und/oder mehr als etwa 236 g/cm und/oder mehr als etwa 276 g/cm und/oder mehr als etwa 315 g/cm und/oder mehr als etwa 354 g/cm und/oder mehr als etwa 394 g/cm und/oder mehr als etwa 315 g/cm bis etwa 1968 g/cm und von etwa 354 g/cm bis etwa 1181 g/cm und/oder etwa 354 g/cm bis etwa 984 g/cm und/oder etwa 394 g/cm bis etwa 787 g/cm aufweisen.

**[0046]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können eine ursprüngliche Nasszugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenlaufrichtung MD und Querrichtung CD) von weniger als etwa 78 g/cm und/oder weniger als etwa 59 g/cm und/oder weniger als etwa 39 g/cm und/oder weniger als etwa 29 g/cm aufweisen.

**[0047]** Das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung kann eine anfängliche Nasszugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenlaufrichtung MD und Querrichtung CD) von mehr als etwa 118 g/cm und/oder mehr als etwa 157 g/cm und/oder mehr als etwa 196 g/cm und/oder mehr als etwa 236 g/cm und/oder mehr als etwa 276 g/cm und/oder mehr als etwa 315 g/cm und/oder mehr als etwa 354 g/cm und/oder mehr als etwa 394 g/cm und/oder von etwa 118 g/cm bis etwa 1968 g/cm und/oder von etwa 157 g/cm bis etwa 1181 g/cm und/oder von etwa 196 g/cm bis etwa 984 g/cm und/oder von etwa 196 g/cm bis etwa 787 g/cm und/oder von etwa 196 g/cm bis etwa 591 g/cm aufweisen.

**[0048]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können eine Dichte (bei Dickenmessung mit Messdruck von 95 g/Zoll<sup>2</sup>) von weniger als etwa 0,60 g/cm<sup>3</sup> und/oder weniger als etwa 0,30 g/cm<sup>3</sup> und/oder weniger als etwa 0,20 g/cm<sup>3</sup> und/oder weniger als etwa 0,10 g/cm<sup>3</sup> und/oder weniger als etwa 0,07 g/cm<sup>3</sup> und/oder weniger als etwa 0,05 g/cm<sup>3</sup> und/oder von etwa 0,01 g/cm<sup>3</sup> bis etwa 0,20 g/cm<sup>3</sup> und/oder von etwa 0,02 g/cm<sup>3</sup> bis etwa 0,10 g/cm<sup>3</sup>.

**[0049]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können in Form von Hygienepapierproduktrollen vorliegen. Solche Hygienepapierproduktrollen können eine Vielzahl von miteinander verbundenen, jedoch perforierten Blättern einer Faserstruktur umfassen, die voneinander trennbar vom angrenzenden Blatt dispensiert werden können.

**[0050]** In einem anderen Ausführungsbeispiel können die Hygienepapierprodukte in der Form von einzelnen Blättern vorliegen, die in einem Behälter gestapelt sind und von diesem dispensiert werden, wie beispielsweise einem Karton.

**[0051]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können Zusätze umfassen, wie Weichmacher, zum Beispiel Silikone, quartäre Ammoniumverbindungen, Aminosilicone, Lotionen und Mischungen davon, temporäre Nassverfestigungsmittel, permanente Nassverfestigungsmittel, Massenweichmacher, Benetzungsmittel, Latizes, insbesondere als Oberflächenmuster aufgetragene Latizes, Trockenverfestiger, wie beispielsweise Carboxymethylcellulose und Stärke, und andere Arten von Zusätzen, die zum Beifügen in und/oder auf Hygienepapierprodukten geeignet sind.

**[0052]** „Faserstruktur“, wie hier verwendet, bezeichnet eine Substanz, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst. In einem Ausführungsbeispiel kann die Faserstruktur eine Vielzahl von Holzstofffasern umfassen. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Faserstruktur eine Vielzahl von Nicht-Holzstofffasern, wie zum Beispiel Pflanzenfasern, synthetischen Stapelfasern, und Mischungen davon umfassen. In noch einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Faserstruktur zusätzlich zu den Zellstofffasern eine Vielzahl von Fäden, wie beispielsweise polymere Fäden, zum Beispiel thermoplastische Fäden wie Polyolefinfäden (d. h. Polypropylenfäden) und/oder Hydroxylpolymerfäden, zum Beispiel Polyvinylalkoholfäden und/oder Polysaccharidfäden, wie Stärkefäden, umfassen. In einem Ausführungsbeispiel bedeutet eine erfindungsgemäße Faserstruktur eine geordnete Ausrichtung der Fasern allein und mit Fäden innerhalb einer Struktur, um eine Funktion zu erfüllen. Nicht einschränkende Beispiele für Faserstrukturen der vorliegenden Erfindung beinhalten Papier.

**[0053]** Nicht einschränkende Beispiele für Verfahren zum Herstellen von Faserstrukturen beinhalten bekannte Nasslegungsverfahren für die Papierherstellung, zum Beispiel herkömmliche Nasspressverfahren für die Papierherstellung und Durchlufttrocknungsverfahren für die Papierherstellung, und Luftlegungsverfahren für die Papierherstellung. Diese Verfahren schließen üblicherweise Schritte zur Vorbereitung einer Faserzusammensetzung in Form einer Suspension in einem Medium, entweder nass, genauer einem wässrigem Medium, oder trocken, genauer gasförmig, d. h. mit Luft als Medium, ein. Das für Nasslegungsverfahren verwendete wässrige Medium wird oft als Faserbrei bezeichnet. Der Faserbrei wird dann dazu verwendet, eine Vielzahl von Fasern

auf einem Formungssieb, Gewebe oder Band abzulegen, sodass eine embryonische Faserstruktur gebildet wird, woraus nach dem Trocknen und/oder Verkleben der Fasern miteinander eine Faserstruktur entsteht. Die Weiterverarbeitung der Faserstruktur kann so ausgeführt werden, dass eine fertige Faserstruktur gebildet wird. Zum Beispiel ist in üblichen Papierherstellungsverfahren die fertige Faserstruktur die Faserstruktur, die am Ende der Papierherstellung auf eine Rolle gewickelt wird, oftmals als Hauptwalze bezeichnet, und die nachfolgend in ein fertiges Produkt umgewandelt werden kann, d. h. ein ein- oder mehrlagiges Hygienepapierprodukt.

**[0054]** Die Faserstrukturen der vorliegenden Erfindung können homogen oder geschichtet sein. Falls sie geschichtet sind, können die Faserstrukturen mindestens zwei und/oder mindestens drei und/oder mindestens vier und/oder mindestens fünf Schichten aus Faser- und/oder Fadenzusammensetzungen umfassen. In einem Ausführungsbeispiel besteht die Faserstruktur der vorliegenden Erfindung im Wesentlichen aus Fasern, zum Beispiel Zellstofffasern, wie Cellulosefasern und insbesondere Holzstofffasern.

**[0055]** In einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst die Faserstruktur der vorliegenden Erfindung Fasern und enthält keine Fäden.

**[0056]** In noch einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst die Faserstruktur der vorliegenden Erfindung Fäden und Fasern, wie beispielsweise eine co-geformte Faserstruktur.

**[0057]** „Co-geformte Faserstruktur“, wie hierin verwendet, bedeutet, dass die Faserstruktur eine Mischung aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialien umfasst, wobei mindestens eines der Materialien einen Faden umfasst, wie beispielsweise einen Polypropylenfaden, und mindestens ein anderes Material, das sich von dem ersten Material unterscheidet, einen festen Zusatzstoff umfasst, wie beispielsweise eine Faser und/oder ein Partikel. In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine co-geformte Faserstruktur feste Zusatzstoffe, wie beispielsweise Fasern, wie beispielsweise Holzstofffasern, und Fäden, wie beispielsweise Polypropylenfäden.

**[0058]** „Faser“ und/oder „Faden“, wie hierin verwendet, bezeichnet ein langgestrecktes Partikel mit einer scheinbaren Länge, das seine scheinbare Breite weit übersteigt, d. h. das ein Verhältnis von Länge zu Breite aufweist, das mindestens etwa 10 beträgt. In einem Ausführungsbeispiel ist eine „Faser“ ein langgestrecktes Partikel wie oben beschrieben, das eine Länge von weniger als 5,08 cm (2 Zoll) aufweist und ein „Faden“ ist ein langgestrecktes Partikel wie oben beschrieben, das eine Länge von mehr als oder gleich 5,08 cm (2 Zoll) aufweist.

**[0059]** Fasern werden üblicherweise als nicht endlos angesehen. Nicht einschränkende Beispiele für Fasern beinhalten Zellstofffasern, wie beispielsweise Holzstofffasern, und synthetische Stapelfasern, wie beispielsweise Polyesterfasern.

**[0060]** Fäden werden üblicherweise als endlos oder im Wesentlichen endlos angesehen. Fäden sind im Verhältnis zu Fasern länger. Nicht einschränkende Beispiele für Fäden sind u. a. schmelzgeblasene und/oder nach dem Spinnvliesverfahren hergestellte Fäden. Nicht einschränkende Beispiele für Materialien, die zu Fäden versponnen werden können, beinhalten u. a. natürliche Polymere, wie etwa Stärke, Stärkederivate, Cellulose und Cellulosederivate, Hemizellulose, Hemizellulosederivate, und synthetische Polymere, einschließlich und ohne darauf beschränkt zu sein, Fäden aus Polyvinylalkoholen und/oder Fäden aus Polyvinylalkoholderivaten, und thermoplastische Polymerfäden, wie etwa Polyestern, Nylon, Polyolefinen, wie etwa Polypropylenfäden, Polyethylenfäden, und biologisch abbaubare oder kompostierbare Thermoplastfasern, wie etwa Polymilchsäurefäden, Polyhydroxyalkanoatfäden und Polycaprolactonfäden. Die Fäden können einkomponentig oder mehrkomponentig sein, wie beispielsweise Zweikomponentenfäden.

**[0061]** In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bezieht sich „Faser“ auf Fasern für die Papierherstellung. Für die vorliegende Erfindung nützliche Fasern für die Papierherstellung schließen als Holzstofffasern bekannte Cellulosefasern ein. Geeignete Holzstoffe beinhalten chemische Zellstoffe, wie beispielsweise Kraft, Sulfit und Sulfatzellstoff, sowie mechanische Zellstoffe, zum Beispiel Holzschliff, thermomechanischen Zellstoff und chemisch modifizierten thermomechanischen Zellstoff. Chemische Zellstoffe können jedoch bevorzugt sein, da sie den daraus hergestellten Papiertüchern eine bessere haptische Weichheit verleihen. Es können sowohl von Laubbäumen (hiernach auch als „Hartholz“ bezeichnet) als auch von Nadelbäumen (hiernach auch als „Weichholz“ bezeichnet) gewonnene Zellstoffe verwendet werden. Die Fasern von Hartholz und Weichholz können gemischt oder alternativ in Lagen aufgebracht werden, um eine geschichtete Faserstruktur bereitzustellen. US-Patent Nr. 4,300,981 und US-Patent Nr. 3,994,771 werden durch Bezugnahme zum Zwecke der Offenbarung des Schichtens von Fasern von Hartholz und Weichholz hierin aufgenommen. Ebenfalls für die vorliegende Erfindung geeignet sind aus Altpapier gewonnene Fasern, welche jegliche oder

alle der oben genannten Kategorien und andere nichtfaserige Materialien, wie beispielsweise Füllmittel und Haftmittel, die ursprünglich für die Papierherstellung verwendet wurden, beinhalten können.

**[0062]** In einem Ausführungsbeispiel werden die Holzfaserstofffasern aus der Gruppe bestehend aus Hartholzzellstofffasern, Weichholzzellstofffasern und Mischungen davon ausgewählt. Die Hartholzzellstofffasern können aus der Gruppe bestehend aus tropischen Hartholzzellstofffasern, nördlichen Hartholzzellstofffasern und Mischungen davon ausgewählt werden. Die tropischen Hartholzzellstofffasern können aus der Gruppe bestehend aus Eukalyptusfasern, Akazienfaser und Mischungen davon ausgewählt werden. Die nördlichen Hartholzzellstofffasern können aus der Gruppe bestehend aus Zedernfasern, Ahornfasern und Mischungen davon ausgewählt werden.

**[0063]** Neben den unterschiedlichen Holzstofffasern können in dieser Erfindung noch andere Cellulosefasern, wie beispielsweise Baumwollfaserreste, Rayon, Lyocell, Trichome, Samenhaare und Bagasse verwendet werden. Andere Quellen für Cellulose in Faserform oder die zu Fasern gesponnen werden können, beinhalten Grase und Getreidequellen.

**[0064]** „Trichom“ oder „Trichomfaser“, wie hierin verwendet, bezeichnet einen epidermischen Anhang unterschiedlicher Form, Struktur und/oder Funktion eines Pflanzenteils, der keine Samen trägt. In einem Ausführungsbeispiel, ist ein Trichom ein Auswuchs der Epidermis eines Pflanzenteils, der keine Samen trägt. Der Auswuchs kann von einer Epidermiszelle ausgehen. In einem Ausführungsbeispiel ist der Auswuchs eine Trichomfaser. Der Auswuchs kann ein haarähnlicher oder borstenähnlicher Auswuchs aus der Epidermis einer Pflanze sein.

**[0065]** Trichomfasern unterscheiden sich von Samenhaarfasern darin, dass sie nicht am samentragenden Abschnitt der Pflanze wachsen. Zum Beispiel sind Trichomfasern, anders als Samenhaarfasern, nicht mit dem Samen oder der Epidermis der Samenschote verbunden. Baumwolle, Kapok, Seidenpflanze und Kokosfasern sind nicht einschränkende Beispiele für Samenhaarfasern.

**[0066]** Überdies unterscheiden sich Trichomfasern von Nicht-Holz-Bastfasern und/oder Nicht-Holz-Kernfasern darin, dass sie nicht mit dem Bast, auch als Phloem bekannt oder dem Kern, auch als der Xylemteil eines Nicht-Holz-Pflanzenstengels einer zweikeimblättrigen Pflanze bekannt, verbunden sind. Nicht einschränkende Beispiele für Pflanzen, die zur Gewinnung von Nicht-Holz-Bastfasern und/oder Nicht-Holz-Kernfasern verwendet worden sind, beinhalten Kenaf, Jute, Flachs, Ramie und Hanf.

**[0067]** Weitere Trichomfasern unterscheiden sich von Fasern, die von einkeimblättrigen Pflanzen gewonnen werden, wie beispielsweise von Getreidehalmen (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer usw.), Stängeln (Mais, Baumwolle, Sorghum, Hesperaloe funifera usw.), Rohren (Bambus, Bagasse usw.) Gräsern (Esparto, Zitronengras, Sabai, Rutenhirse usw.), da solche von einkeimblättrigen Pflanzen gewonnene Fasern nicht mit einer Epidermis einer Pflanze verbunden sind.

**[0068]** Des Weiteren unterscheiden sich Trichomfasern von Blattfasern darin, dass sie nicht von innerhalb einer Blattstruktur stammen. Sisal und Abacá werden manchmal als Blattfasern freigesetzt.

**[0069]** Schließlich unterscheiden sich Trichomfasern von Holzfaserstofffasern, da Holzstofffasern nicht Auswüchse von der Epidermis einer Pflanze, und zwar von einem Baum, sind. Holzfaserstofffasern stammen stattdessen von dem sekundären Xylembereich des Baumstammes.

**[0070]** „Basisgewicht“, wie hierin verwendet, ist das Gewicht pro Einheitsfläche einer Probe angegeben in Pfund/3000 Zoll<sup>2</sup> oder g/m<sup>2</sup> (g/qm) und wird gemäß dem hier beschriebenen Basisgewichtstestverfahren gemessen.

**[0071]** „Maschinenlaufrichtung“ oder „MD“, wie hierin verwendet, bezeichnet die Richtung parallel zum Strom der Faserstruktur durch die Maschine, auf der die Faserstruktur hergestellt wird, und/oder durch die Anlage zum Herstellen des Hygienepapierprodukts.

**[0072]** „Querrichtung“ oder „CD“, wie hierin verwendet, bezeichnet die Richtung parallel zur Breite der Maschine, auf der die Faserstruktur hergestellt wird, und/oder zur Anlage zum Herstellen des Hygienepapierprodukte und rechtwinklig zur Maschinenquerrichtung.

**[0073]** „Lage“, wie hierin verwendet, bezeichnet eine individuelle, intakte Faserstruktur.

**[0074]** „Lagen“, wie hierin verwendet, bezeichnet zwei oder mehr individuelle intakte Faserstrukturen, die in einer im Wesentlichen benachbarten, aneinander angrenzenden Beziehung zueinander angeordnet sind, wobei sie eine mehrlagige Faserstruktur und/oder ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt bilden. Es wird ebenfalls in Betracht gezogen, dass eine individuelle, intakte Faserstruktur tatsächlich eine mehrlagige Faserstruktur bilden kann, indem sie beispielsweise auf sich selbst gefaltet wird.

**[0075]** „Mit Prägungen versehen“, wie hierin in Bezug auf eine Faserstruktur und/oder ein Hygienepapierprodukt verwendet, bedeutet, dass eine Faserstruktur und/oder ein Hygienepapierprodukt einem Verfahren unterzogen wurde, welches eine glatte Oberfläche einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts in eine verzierte Oberfläche umwandelt, indem ein Design von einer oder mehreren Prägwalzen, welche einen Walzenspalt bilden, durch den die Faserstruktur und/oder das Hygienepapierprodukt passieren, repliziert wird. „Mit Prägungen versehen“ beinhaltet nicht Kreppen, Mikrokreppen, Drucken oder andere Verfahren, die einer Faserstruktur oder einem Hygienepapierprodukt ebenfalls eine Textur und/oder ein Ziermuster verleihen.

**[0076]** „Unterschiedliche Dichte“, wie hierin verwendet, bezeichnet eine Faserstruktur und/oder ein Hygienepapierprodukt, das eine oder mehrere Bereiche mit relativ niedriger Faserdichte, welche als Kissenbereiche bezeichnet werden, und eine oder mehrere Bereiche mit relative hoher Faserdichte, welche als Höckerbereiche bezeichnet werden, umfasst.

**[0077]** „Verdichtet“, wie hierin verwendet, bezeichnet einen Bereich einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts, der durch Bereiche mit relativ hoher Faserdichte (Höckerbereiche) gekennzeichnet ist.

**[0078]** „Unverdichtet“, wie hierin verwendet, bezeichnet einen Bereich einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts, der eine geringere Dichte (einen oder mehrere Bereiche mit relativ geringer Faserdichte) (Kissenbereiche) aufweist als andere Bereiche (zum Beispiel ein Höckerbereich) einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts.

**[0079]** „Nicht aufgerollt“, wie hierin in Bezug auf eine Faserstruktur und/oder ein Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung verwendet, bedeutet, dass die Faserstruktur und/oder das Hygienepapierprodukt ein einzelnes Blatt ist (zum Beispiel nicht mit angrenzenden Blättern durch perforierte Linien verbunden. Allerdings können zwei oder mehrere individuelle Blätter ineinander verschachtelt sein), das nicht um einen Kern oder sich selbst aufgewickelt ist. Zum Beispiel umfasst ein nicht aufgerolltes Produkt Taschentücher.

**[0080]** „Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität“, wie hierin verwendet bezieht sich auf das hierin beschriebene Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität.

**[0081]** „Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizient“, wie hierin verwendet, bezieht sich auf das hierin beschriebene Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizient.

**[0082]** „Prüfverfahren für Plattensteifigkeit“, wie hierin verwendet, bezieht sich auf das hierin beschriebene Prüfverfahren für Plattensteifigkeit.

**[0083]** „Gekreppt“, wie hierin verwendet, bedeutet von einem Yankee-Trockner oder einer ähnlichen Walze heruntergekreppt und/oder stoffgekreppt und/oder bandgekreppt. Lediglich eine Schnellübertragung einer Faserstruktur resultiert nicht in einer „gekreppten“ Faserstruktur oder einem „gekreppten“ Hygienepapierprodukt zum Zweck der vorliegenden Erfindung.

#### Hygienepapierprodukt

**[0084]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können in Form von einlagigen oder mehrlagigen Hygienepapierprodukten vorliegen. Anders ausgedrückt, das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung kann eine oder mehrere Faserstrukturen umfassen. Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung sind aus einer Vielzahl von Zellstofffasern, zum Beispiel Holzstofffasern und/oder Cellulosezellstofffasern, zum Beispiel Trichomen, hergestellt. Neben den Zellstofffasern können die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung synthetische Fasern und/oder Fäden umfassen.

**[0085]** Wie in **Fig. 1** und **Tabelle 1** unten, welche einen Teil der in **Fig. 1** repräsentierten Datenwerte enthält, dargestellt, weisen die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung eine Kombination aus Komprimierbarkeitswerten, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität ge-

messen, Plattensteifigkeitswerten, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, Haft-/Gleitreibungskoeffizientenwerten, wie gemäß dem Prüfverfahren für Haft-/Gleitreibungskoeffizienten gemessen und/oder Bauschelastizitätswerten, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen auf, die bekannten Hygienepapierprodukten gegenüber neuartig sind.

Probe	Anzahl von Lagen	Haft-/Gleitreibungskoeffizient COF·10k	Plattensteifigkeit (N·mm)	Kompri-mierbarkeit 10–1250 (-m) 5Blatt	Bausche-lastizität (cc/g)	Basisge-wicht (Pfund/3000 Fuß²)	Basisge-wicht (g/m²)
Kroger Home Sense Soft & Strong Bath	2	672	2,48	35,55	44,39	32,17	52,36
Kroger Home Sense Lotioned Facial	3	258	1,38	17,31	36,91	27,25	44,35
Angle Soft®	2	759	1,51	34,47	47,30	25,07	40,80
Scott Extra Soft Tissue (UC-TAD)	1	725	2,27	45,64	72,40	19,20	31,25
Scott 1000	1	780	0,84	10,25	41,03	11,37	18,50
Cottonelle® Ultra (UCTAD)	2	625	5,24	50,30	69,47	28,73	46,76
Quilted Northern® Ultra Plush	3	390	1,93	33,58	51,04	-	-
Quilted Northern® Ultra Soft & Strong	2	510	3,33	25,68	52,95	30,84	50,19
Kirkland Extra Soft	2	382	2,76	21,97	58,90	28,42	46,25
Kleenex® Hand Towels (DRC)	1	1016	4,36	44,10	56,20	40,63	66,13
NEVE Neutro	2	528	1,37	18,66	55,15	19,33	31,46
NEVE Supreme	3	428	2,65	18,72	53,20	28,82	46,90
Nepia Super Smooth	2	506	1,45	6,81	42,69	22,74	37,01
Tempo Neutral	3	435	3,65	19,08	42,88	29,74	48,40
Kleenex® Tissue (Every Day)	2	303	1,22	12,25	44,97	17,63	28,69
Kleenex® Tissue with Lotion	2	298	2,40	12,73	39,12	28,82	46,90
Kleenex® Tissue Ultra Soft	3	279	2,05	15,90	44,36	25,87	42,10
Kleenex® Tissue Cool Touch	3	257	1,51	15,36	29,79	34,53	56,20
Bounty® Extra Soft	2	743	9,19	54,98	65,66	36,32	59,11
Bounty® Basic	1	1080	8,39	116,02	95,76	24,71	40,22
Bounty®	2	955	8,50	54,53	91,69	30,95	50,37

Brawny®	2	1092	11,61	47,82	90,10	29,66	48,27
Charmin® Ultra Soft	2	346	3,26	24,51	55,13	31,13	50,66
Charmin® Ultra Strong	2	437	3,97	30,21	76,03	22,98	37,40
Charmin® Premium	2	568	3,74	34,69	79,24	23,81	38,75
Puffs®	2	395	1,75	19,39	57,90	18,06	29,39
Puffs® Plus	2	281	2,52	18,60	45,40	26,87	43,73
Puffs® Ultra	2	263	2,60	16,78	45,29	24,63	40,09
Scott Extra Soft Tissue (UCTAD)	1	992	2,86	43,28	73,72	19,20	31,25
Members Mark	2	440	2,96	24,92	70,15	23,31	37,94
Charmin® Ultra Strong	2	535	4,18	35,04	72,30	24,45	39,79
Cottonelle® Ultra (UCTAD)	2	690	5,29	47,30	68,66	27,71	45,10
Cottonelle® Ultra (UCTAD)	2	619	-	47,3	64,6	27,1	44,11
Charmin® Ultra Strong	2	437	3,97	30,21	76,03	22,98	37,40
Great Value Ultra Soft	2	366	2,55	28,8	63,3	24,5	39,87
Charmin® Sensitive	2	489	1,98	29,77	60,87	28,84	46,94
Charmin® Basic	1	507	1,42	25,67	56,31	20,03	32,60
Charmin® Basic	1	565	1,26	23,36	58,98	18,89	30,74
Charmin® Basic	1	534	1,58	24,54	58,94	18,67	30,39
Erfindung	2	670	2,98	50,83	65,86	23,07	37,55
Erfindung	2	706	3,26	49,22	65,71	23,48	38,21
Erfindung	2	768	4,65	61,99	75,86	27,36	44,53
Erfindung	2	389	2,79	47,81	53,85	33,46	54,46
Erfindung	2	283	2,36	42,45	62,69	34,89	56,78
Erfindung	2	340	3,75	33,80	57,00	30,12	49,02
Erfindung	2	371	2,79	36,66	57,77	31,03	50,50
Erfindung	2	351	3,00	36,73	59,64	30,54	49,70
Erfindung	2	302	3,26	44,39	62,61	30,66	49,90
Erfindung	2	318	2,45	35,95	64,50	31,69	51,58
Erfindung	2	408	2,22	36,44	63,92	31,68	51,56
Erfindung	2	335	2,10	35,74	62,56	31,42	51,14
Erfindung	2	264	2,92	27,79	60,88	29,98	48,79
Erfindung	2	260	3,90	27,62	65,95	29,22	47,56
Erfindung	2	230	3,04	24,56	64,04	31,14	50,68
Erfindung	2	256	3,79	27,08	65,30	-	-

Erfindung-Beispiel 4	2	253	3,24	30,65	66,06	-	-
Erfindung	2	269	4,42	29,86	62,05	-	-
Erfindung	2	445	2,81	42,65	56,74	30,28	49,28
Erfindung	2	262	2,62	36,15	58,67	32,37	52,68
Erfindung	2	246	2,60	36,40	54,83	34,45	56,07
Erfindung	2	392	2,49	40,83	54,95	29,95	48,74
Erfindung	2	445	2,81	42,65	56,74	30,28	49,28
Erfindung	2	311	3,31	33,01	55,34	27,69	45,07
Erfindung	2	333	2,92	34,45	57,58	30,49	49,62
Erfindung	2	321	2,16	35,00	64,47	29,81	48,52
Erfindung	2	393	2,38	43,09	57,58	31,08	50,58
Erfindung	2	287	2,49	36,99	55,72	31,66	51,53
Erfindung-Beispiel 5	2	732	1,36	43,10	63,80	21,26	34,60
Erfindung-Beispiel 6	2	745	1,90	56,30	84,70	20,70	33,69
Erfindung	2	643	2,68	52,30	70,20	26,99	43,93
Erfindung	2	438	2,82	33,42	67,75	30,30	49,31
Erfindung	2	511	3,77	55,20	68,05	33,80	55,01
Erfindung-Beispiel 7	2	708	11,51	68,4	100,4	31,5	51,27
Erfindung	2	675	11,64	66,8	94,7	33,0	53,71

Tabelle 1

**[0086]** In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Komprimierbarkeit von mehr als 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5,2 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, auf.

**[0087]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein 3D-gemustertes Hygienepapierprodukt, das mindestens eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5,2 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0088]** In anderen einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ein Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, mindestens eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5,2 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0089]** In einem noch anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt ein mehrlagiges, zum Beispiel zweilagiges, Hygienepapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, das eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5,2 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und/oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0090]** In einem noch anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt ein mehrlagiges, zum Beispiel zweilagiges, Hygienepapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt, das mindestens eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst, zum Beispiel einen 3D-gemusterte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5,2 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0091]** In einem Ausführungsbeispiel ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt, das mindestens eine durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das mehrlagige Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 46 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0092]** In einem anderen Ausführungsbeispiel ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt, das mindestens eine gekreppte, durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das mehrlagige Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 46 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Plattensteifigkeit von weniger als 8,3 und/oder weniger als 7 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 4,75 und /oder weniger als 4 und/oder weniger als 3,5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2,5 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, aufweist.

**[0093]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, weist das Hygienepapierprodukt zusätzlich zur oben beschriebenen Komprimierbarkeit auch einen Haft-/Gleitreibungskoeffizienten von weniger als 725 und/oder weniger als 700 und/oder weniger als 625 und/oder weniger als 620 und/oder weniger als 500 und/oder weniger als 340 und/oder weniger als 314 und/oder weniger als 312 und/oder weniger als 300 und/oder weniger als 290 und/oder weniger als 280 und/oder weniger als 275 und/oder weniger als 260 (COF·10000), wie gemäß dem Prüfverfahren für Haft-/Gleitreibungskoeffizienten gemessen, auf.

**[0094]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ein mehrlagiges Toilettenpapierprodukt, zum Beispiel ein Toilettenpapierprodukt das eine Trockenzugfestigkeit (Gesamtzugfestigkeit in Maschinenlaufrichtung MD und Querrichtung CD) von weniger als 393,7 g/cm (1000 g/in) aufweist, mindestens eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, wobei das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 38 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 46 und/oder mehr als 47 und/oder mehr als 49 und/oder mehr als 50 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)) aufweist, wie gemäß dem Prüfverfahren Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen.

**[0095]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung einen Plattensteifigkeit von weniger als 8,3 und/oder weniger als 8 und/oder weniger als 6 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 0,5 und/oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,25 und/oder mehr als 1,5 und/oder mehr als 1,75 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 80 und/oder mehr als 82 und oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0096]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt und/oder es umfasst eine gekreppte Faserstruktur, die eine Plattensteifigkeit von weniger als 2,9 und/oder weniger als 2,75 und/oder weniger als 2,25 und/oder weniger als 2 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 0,5 und/oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,25 und/oder mehr als 1,5 und/oder mehr als 1,75 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 64 und/oder mehr als 70 und/oder mehr als 75 und/oder mehr als 80 und/oder mehr als 82 und oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0097]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt, das eine Plattensteifigkeit von weniger als 1,6 und/oder weniger als 1,5 und/oder weniger als 1,4 und/oder weniger als 0 und/oder mehr als 0,5 und/oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,2 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 56 und/oder mehr als 60 und/oder mehr als 64 und/oder mehr als 70 und/oder mehr als 75 und/oder mehr als 80 und/oder mehr als 82 und oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, aufweist.

**[0098]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Plattensteifigkeit von weniger als 2,2 und oder weniger als 2,1 und/oder weniger als 2 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 0,5 und oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,2 und/oder mehr als 1,4 und/oder mehr als 1,6 und/oder mehr als 1,75 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 56 und/oder mehr als 60 und/oder mehr als 64 und/oder mehr als 70 und/oder mehr als 75 und/oder mehr als 80 und/oder mehr als 82 und oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Komprimierbarkeit von mehr als 34,5 und/oder mehr als 37 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 45 und/oder mehr als 50 und/oder mehr als 55 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0099]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Plattensteifigkeit von weniger als 8,3 und/oder weniger als 8 und/oder weniger als 6 und/oder weniger als 5 und/oder weniger als 3 und/oder weniger als 2 und/oder mehr als 0 und oder mehr als 0,5 und/oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,25 und/oder mehr als 1,5 und/oder mehr als 1,75 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 80 und/oder mehr als 82 und/oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und eine Komprimierbarkeit von mehr als 30 und/oder mehr als 32 und/oder mehr als 34,5 und/oder mehr als 37 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 45 und/oder mehr als 50 und/oder mehr als 55 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0100]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Plattensteifigkeit von weniger als 2,2 und oder weniger als 2,1 und/oder weniger als 2 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 0,5 und oder mehr als 1 und/oder mehr als 1,2 und/oder mehr als 1,4 und/oder mehr als 1,6 und/oder mehr als 1,75 N·mm, wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen, und eine Komprimierbarkeit von mehr als 33 und/oder mehr als 34,5 und/oder mehr als 37 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 45 und/oder mehr als 50 und oder mehr als 55 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und einem Basisgewicht von weniger als 25 und/oder weniger als 24 und/oder weniger als 23 und/oder weniger als 22 und/oder weniger als 21,5 und/oder weniger als 21 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>, wie gemäß dem Prüfverfahren für das Basisgewicht gemessen, auf.

**[0101]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine Komprimierbarkeit von mehr als 45 und/oder mehr als 45,6 und/oder mehr als 50 und/oder mehr als 55 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und ein Basisgewicht von weniger als 25 und/oder weniger als 24,7 und/oder weniger als 24 und /oder weniger als 23 und/oder weniger als 22 und/oder weniger als 21,5 und/oder weniger als 21 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>, wie gemäß dem Prüfverfahren für das Basisgewicht gemessen, auf.

**[0102]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt, das eine Komprimierbarkeit von mehr als 0

und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 und/oder mehr als 20 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und ein Basisgewicht von weniger als 23 und/oder weniger als 22,9 und/oder weniger als 22 und/oder weniger als 21,5 und/oder weniger als 21 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>, wie gemäß dem Prüfverfahren für das Basisgewicht gemessen, aufweist.

**[0103]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine gekreppte Faserstruktur, sodass das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 32 und/oder mehr als 32,25 und/oder mehr als 33 und/oder mehr als 34,5 und/oder mehr als 37 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 45 und/oder mehr als 50 und/oder mehr als 55 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und ein Basisgewicht von weniger als 23 und/oder weniger als 22,9 und/oder weniger als 22 und/oder weniger als 21,5 und/oder weniger als 21 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>, wie gemäß dem Prüfverfahren für das Basisgewicht gemessen, aufweist.

**[0104]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung eine gekreppte Faserstruktur, sodass das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als 36 und/oder mehr als 37 und/oder mehr als 40 und/oder mehr als 42 und/oder mehr als 45 und/oder mehr als 50 und/oder mehr als 55 und/oder weniger als 115 und/oder weniger als 100 und/oder weniger als 90 mil/(log(g/Zoll<sup>2</sup>)), wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, und ein Basisgewicht von weniger als 29,6 und/oder weniger als 29 und/oder weniger als 28 und/oder weniger als 27 und/oder weniger als 25 und/oder weniger als 24 und/oder weniger als 23 und/oder weniger als 22,9 und/oder weniger als 22 und/oder weniger als 21,5 und/oder weniger als 21 und/oder mehr als 0 und/oder mehr als 10 und/oder mehr als 15 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>, wie gemäß dem Prüfverfahren für das Basisgewicht gemessen, aufweist.

**[0105]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung einen Haft-/Gleitreibungskoeffizienten von weniger als 950 und/oder weniger als 900 und/oder weniger als 850 und/oder weniger als 800 und/oder weniger als 775 und/oder weniger als 725 und/oder weniger als 700 und/oder weniger als 625 und/oder weniger als 620 und/oder weniger als 500 und/oder weniger als 340 und/oder weniger als 314 und/oder weniger als 312 und/oder weniger als 300 und/oder weniger als 290 und/oder weniger als 280 und/oder weniger als 275 und/oder weniger als 260 (COF·10000), wie gemäß dem Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 80 und/oder mehr als 82 und/oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0106]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Hygienepapierprodukt der vorliegenden Erfindung einen Haft-/Gleitreibungskoeffizienten von weniger als 300 und/oder weniger als 290 und/oder weniger als 280 und/oder weniger als 275 und/oder weniger als 260 (COF·10000), wie gemäß dem Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten gemessen, und eine Bauschelastizität von mehr als 55 und/oder mehr als 56 und/oder mehr als 60 und/oder mehr als 64 und/oder mehr als 70 und/oder mehr als 75 und/oder mehr als 80 und/oder mehr als 82 und/oder mehr als 84 cc/g, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen, auf.

**[0107]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können gekreppt oder nicht gekreppt sein.

**[0108]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können nassgelegt oder luftgelegt sein.

**[0109]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können geprägt sein.

**[0110]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können einen Oberflächenweichmacher umfassen oder keinen Oberflächenweichmacher umfassen. In einem Ausführungsbeispiel ist das Hygienepapierprodukt ein Hygienepapierprodukt ohne Lotion, wie beispielsweise ein eine Faserstrukturlage ohne Lotion umfassendes Hygienepapierprodukt, zum Beispiel eine durchluftgetrocknete Faserstrukturlage ohne Lotion, zum Beispiel eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage ohne Lotion und/oder eine nicht gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage ohne Lotion. In noch einem anderen Ausführungsbeispiel kann das Hygienepapierprodukt eine stoffgekreppte Faserstrukturlage ohne Lotion und/oder eine bandgekreppte Faserstrukturlage ohne Lotion umfassen.

**[0111]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können Trichomfasern umfassen oder keine Trichomfasern umfassen.

**[0112]** Die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können die Komprimierbarkeitswerte alleine oder in Kombination mit den Plattensteifigkeitswerten mit oder ohne die Hilfe von Oberflächenweichmachern aufweisen. Anders ausgedrückt, die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können die oben beschriebenen Komprimierbarkeitswerte alleine oder in Kombination mit den Plattensteifigkeitswerten aufweisen, wenn die Oberflächenweichmacher nicht auf und/oder in den Hygienepapierprodukten vorhanden sind, oder anders ausgedrückt, das Hygienepapierprodukt ist frei von Oberflächenweichmachern. Das heißt nicht, dass die Hygienepapierprodukte selbst keine Oberflächenweichmacher enthalten können. Es bedeutet einfach nur, dass, wenn das Hygienepapierprodukt ohne den Zusatz von Oberflächenweichmachern hergestellt wird, das Hygienepapierprodukt die Komprimierbarkeits- und Plattensteifigkeitswerte der vorliegenden Erfindung aufweist. Der Zusatz eines Oberflächenweichmachers zu einem solchen Hygienepapierprodukt innerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Erfindung (ohne die Notwendigkeit eines Oberflächenweichmachers oder anderer Chemie) kann die Komprimierbarkeit und/oder Plattensteifigkeit des Hygienepapierprodukts zu einem gewissen Maße verbessern. Hygienepapierprodukte, die den Zusatz von Oberflächenweichmachern auf und/oder in ihnen benötigen, um in den Anwendungsbereich der vorliegenden Erfindung zu fallen, mit anderen Worten, um die Komprimierbarkeits- und Plattensteifigkeitswerte der vorliegenden Erfindung zu erzielen, liegen außerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Erfindung.

#### Gemusterte Formpresselemente

**[0113]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung und/oder in den Hygienepapierprodukten der vorliegenden Erfindung verwendete Faserstrukturlagen werden auf gemusterten Formpresselementen gebildet, die die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung erzielen. In einem Ausführungsbeispiel umfasst das gemusterte Formpresselement ein nicht zufälliges, sich wiederholendes Muster. In einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst das gemusterte Formpresselement ein harziges Muster.

**[0114]** Ein „Verstärkungselement“ kann ein wünschenswertes (aber nicht notwendiges) Element in einigen Ausführungsbeispielen des Formpresselements sein, das hauptsächlich zur Bereitstellung oder Unterstützung von Integrität, Stabilität, und Haltbarkeit des Formpresselements, das beispielsweise harziges Material umfasst, dient. Das Verstärkungselement kann fluiddurchlässig oder teilweise fluiddurchlässig sein, kann verschiedene Ausführungsformen und Webmuster aufweisen, und kann verschiedene Materialien umfassen, zum Beispiel eine Vielzahl von verflochtenen Garnen (einschließlich jacquardartig und ähnlich gewebte Muster), einen Filz, einen Kunststoff, oder ein geeignetes synthetisches Material, oder eine Kombination daraus.

**[0115]** Wie in den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** dargestellt, umfasst ein für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignetes, nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel eines gemusterten Formpresselements ein Durchlufttrocknungsband **10**. Das Durchlufttrocknungsband **10** umfasst eine Vielzahl von einzelnen Höckern **12**, die durch linienförmige Segmente aus Harz **14** gebildet werden, die in nicht zufälligen, sich wiederholenden Mustern angeordnet sind, wie beispielsweise gewebte Muster, zum Beispiel Fischgrätenmuster. Die auf einem ununterbrochenen Kissennetz **16** verteilten einzelnen Höcker **12** stellen einen Ablenkkanal dar, in welchen Abschnitte einer Faserstrukturlage, die auf dem Durchlufttrocknungsband **10** aus **Fig. 2A** und **Fig. 2B** hergestellt wird, abgelenkt werden. **Fig. 3** ist ein MikroCAD-Foto eines Hygienepapierprodukts **18**, das aus der Herstellung auf dem Durchlufttrocknungsband **10** resultiert. Das Hygienepapierprodukt **18** umfasst einen ununterbrochenen Kissenbereich **20**, der durch das ununterbrochene Kissennetz **16** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** von **Fig. 2A** und **Fig. 2B** zustande kommt. Das Hygienepapierprodukt **18** umfasst ferner einzelne Höckerbereiche **22**, die durch die einzelnen Höcker **12** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** aus den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** zustande kommen. Der ununterbrochene Kissenbereich **20** und die einzelnen Höckerbereiche **22** können unterschiedliche Dichten aufweisen, zum Beispiel können eine oder mehrere Höckerbereiche **22** eine Dichte aufweisen, die größer ist als die Dichte des ununterbrochenen Kissenbereichs **20**.

**[0116]** Wie in den **Fig. 4A–Fig. 4C** dargestellt, umfasst ein für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignetes, nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel eines anderen gemusterten Formpresselements ein Durchlufttrocknungsband **10**. Das Durchlufttrocknungsband **10** umfasst eine Vielzahl von semi-kontinuierlichen Höckern **24**, die durch semi-kontinuierliche linienförmige Segmente aus Harz **26** gebildet werden, die in einem nicht zufälligen, sich wiederholenden Muster angeordnet sind, zum Beispiel einem sich im Wesentlichen quer zur Maschinenlaufrichtung wiederholenden Muster von semi-kontinuierlichen auf einem Fäden **27** umfassenden Trägergewebe getragenen Linien. In diesem Fall sind die semi-kontinuierlichen Linien kurvenförmig zum Beispiel sinusförmig. Die semi-kontinuierlichen Höcker **24** sind von benachbarten semi-kontinuierlichen Höcker

**24** durch semi-kontinuierliche Kissen **28** beabstandet, welche Ablenkanäle darstellen, in die Abschnitte einer Faserstrukturlage, die auf dem Durchlufttrocknungsband **10** aus **Fig. 4A–Fig. 4C** hergestellt wird, abgelenkt werden. Wie in den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** dargestellt, umfasst ein Hygienepapierprodukt **18**, das aus der Herstellung auf dem Durchlufttrocknungsband **10** aus **Fig. 4A–Fig. 4C** resultiert, semi-kontinuierliche Kissenbereiche **30**, die durch die semi-kontinuierlichen Kissen **28** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** aus **Fig. 4A–Fig. 4C** zustande kommen. Das Hygienepapierprodukt **18** umfasst ferner semi-kontinuierliche Höckerbereiche **32**, die durch die semi-kontinuierlichen Höcker **24** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** aus **Fig. 4A–Fig. 4C** zustande kommen. Die semi-kontinuierlichen Kissenbereiche **30** und die semi-kontinuierlichen Höckerbereiche **32** können unterschiedliche Dichten aufweisen, zum Beispiel können eine oder mehrere der semi-kontinuierlichen Höckerbereiche **32** eine Dichte aufweisen, die größer ist als die Dichte der semi-kontinuierlichen Kissenbereiche **30**.

**[0117]** Ohne zu beabsichtigen an diese Theorie gebunden zu sein, Verkürzen (Trocken- und Nasskreppen, Stoffkreppen, Schnellübertragung usw.) ist ein fester Bestandteil bei der Herstellung von Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte und trägt dazu bei die gewünschte Ausgewogenheit zwischen Festigkeit, Dehnbarkeit, Weichheit, Absorptionsfähigkeit usw. zu herzustellen. Im Papierherstellungsverfahren verwendete Auflage-, Transport- und Formpresselemente für Faserstrukturen, wie beispielsweise Walzen, Siebe, Filze, Gewebe, Bänder usw. sind mannigfaltig entwickelt worden, um mit dem Verkürzungsprozess zusammenzuwirken, um die Eigenschaften der Faserstruktur und/oder des Hygienepapierprodukts noch weiter zu beeinflussen. In der Vergangenheit wurde angenommen, dass es vorteilhaft ist, vorherrschend in Querrichtung (CD) verlaufende Höckermuster zu vermeiden, die durch Kräfteinwirkungen bei Verkürzungsprozessen Schwingungen in Maschinenaufrichtung verursachen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass das Formpresselement aus **Fig. 4A–Fig. 4C** ein gemustertes Formpresselement bereitstellt, das vorherrschend in Querrichtung (CD) verlaufende semi-kontinuierliche Höcker aufweist, die eine bessere Beeinflussung der Ausformung und Dehnung der Faserstruktur zulassen, während die in der Vergangenheit erwarteten negativen Auswirkungen überwunden werden.

**[0118]** Wie in den **Fig. 6A–Fig. 6C** dargestellt, umfasst ein für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignetes, nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel eines anderen gemusterten Formpresselements ein Durchlufttrocknungsband **10**. Das Durchlufttrocknungsband **10** umfasst eine Vielzahl von semi-kontinuierlichen Höckern **24**, die durch semi-kontinuierliche linienförmige Segmente aus Harz **26** gebildet werden, die in einem nicht zufälligen, sich wiederholenden Muster angeordnet sind, zum Beispiel einem sich im Wesentlichen in Maschinenaufrichtung wiederholenden Muster von semi-kontinuierlichen auf einem Fäden **27** umfassenden Trärgewebe getragenen Linien. In diesem Fall, anders als in den **Fig. 4A–Fig. 4C**, sind die semi-kontinuierlichen Linien im Wesentlichen gerade, sie sind nicht kurvenförmig. Die semi-kontinuierlichen Höcker **24** sind von benachbarten semi-kontinuierlichen Höcker **24** durch semi-kontinuierliche Kissen **28** beabstandet, welche Ablenkanäle darstellen, in die Abschnitte einer Faserstrukturlage, die auf dem Durchlufttrocknungsband **10** aus **Fig. 6A–Fig. 6C** hergestellt wird, abgelenkt werden. Zusätzlich zu den semi-kontinuierlichen linienförmigen Segmenten aus Harz **26** umfasst das Durchlufttrocknungsband **10** ferner eine Vielzahl von einzelnen Höckern **12**, die durch einzelne linienförmige Segmente **14** gebildet werden, welche eine oder mehrere der semi-kontinuierlichen Höcker **24** überlagern. Die Anordnung der einzelnen Höcker **12** erzeugt einzelne Kissen **34**. In einem Fall wird das Durchlufttrocknungsband **10** als ein Doppelguss-Durchlufttrocknungsband bezeichnet, was bedeutet, dass die semi-kontinuierlichen Höcker **24** zuerst gebildet werden und dann die einzelnen Höcker **12** so gebildet werden, dass sie eine oder mehrere der semi-kontinuierlichen Höcker **24** überlagern, und auf dem resultierenden Hygienepapierprodukt eine topographische Zone und ein Muster gebildet werden. Wie in den **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellt, umfasst ein Hygienepapierprodukt **18**, das aus der Herstellung auf dem Durchlufttrocknungsband **10** aus **Fig. 6A–Fig. 6C** resultiert, semi-kontinuierliche Kissenbereiche **30** in einer ersten Erhöhung (die niedrigste Erhöhung), die durch die semi-kontinuierlichen Kissen **28** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** aus **Fig. 6A–Fig. 6C** zustande kommen. Das Hygienepapierprodukt **18** umfasst ferner semi-kontinuierliche Höckerbereiche **32**, die durch die semi-kontinuierlichen Höcker **24** des Bandes zum Durchlufttrocknen **10** aus **Fig. 6A–Fig. 6C** zustande kommen. Des Weiteren umfasst das Hygienepapierprodukt **18** semi-kontinuierliche Kissenbereiche **34**, wobei die semi-kontinuierlichen Kissenbereiche **30** und die semi-kontinuierlichen Höckerbereiche **32** unterschiedliche Dichten aufweisen können, zum Beispiel können eine oder mehrere der semi-kontinuierlichen Höckerbereiche **32** eine Dichte aufweisen, die größer ist als die Dichte der semi-kontinuierlichen Kissenbereiche **30**.

Nicht einschränkende Ausführungsbeispiele für die Herstellung von Hygienepapierprodukten

**[0119]** Die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung können mit einem beliebigen geeigneten Papierherstellungsverfahren hergestellt werden, vorausgesetzt, dass ein Formpresselement der vorliegenden Er-

findung für die Herstellung des Hygienepapierprodukts oder mindestens einer Faserstrukturlage des Hygienepapierprodukts verwendet wird und das Hygienepapierprodukt die Komprimierbarkeits- und Plattensteifigkeitswerte der vorliegenden Erfindung aufweist. Das Verfahren kann ein Hygienepapierproduktherstellungsverfahren sein, das einen zylindrischen Trockner, wie beispielsweise einen Yankee (ein Yankee-Verfahren), verwendet oder es kann ein Verfahren ohne einen Yankee sein, wie es verwendet wird, um eine Faserstruktur und/oder ein Hygienepapierprodukt herzustellen, die/das eine im Wesentlichen gleichmäßige Dichte aufweist und/oder ungekreppt ist. Alternativ dazu können die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte mit einem Luftlegeverfahren und/oder Schmelzblasverfahren und/oder Spinnvliesverfahren und Kombinationen davon hergestellt werden, vorausgesetzt, dass die Faserstrukturen und/oder Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung dadurch hergestellt werden.

**[0120]** Wie in **Fig. 8** dargestellt, umfasst ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens und eine als **36** repräsentierte Ausrüstung für die Herstellung von erfindungsgemäßen Hygienepapierprodukten das Zuführen einer wässrigen Faserdispersion (ein Fasereintrag oder Faserbrei) an eine Auflaufkammer **38**, die beliebig ausgestaltet sein kann. Von der Auflaufkammer **38** wird die wässrige Faserdispersion an ein erstes poröses Element **40** geliefert, welches gewöhnlich ein Fourdrinier-Sieb ist, um eine embryonische Faserstruktur **42** zu erzeugen.

**[0121]** Das erste poröse Element **40** kann von einer Brustwalze **44** und einer Vielzahl von Umlenkwalzen **46**, von welchen zwei dargestellt sind, getragen werden. Das erste poröse Element **40** kann durch ein Antriebsmittel, nicht dargestellt, in die durch den Richtungspfeil **48** angedeutete Richtung angetrieben werden. Gewöhnlich mit Faserstrukturherstellungsmaschinen und dem ersten porösen Element **40** verbundene, aber nicht dargestellte, optionale Hilfseinheiten und/oder -vorrichtungen beinhalten Streichleisten, Foils, Vakuumkästen, Spannwalzen, Stützwalzen, Siebreinigungsduschen und dergleichen.

**[0122]** Nachdem die wässrige Faserdispersion auf das erste poröse Element **40** aufgebracht wurde, wird die embryonische Faserstruktur **42** gebildet, typischerweise durch das Entfernen eines Teils des wässrigen Dispergiermittels durch dem Fachmann wohl bekannte Methoden. Vakuumkästen, Streichleisten, Foils, und dergleichen sind bei der Wasserentfernung nützlich. Die embryonische Faserstruktur **42** kann mit dem porösen Element **40** um die Umlenkwalze **46** herumlaufen und wird mit einem gemusterten Formpresselement **50**, wie beispielsweise einem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband in Kontakt gebracht. Während des Kontakts mit dem gemusterten Formpresselement **50** wird die embryonische Faserbahn **42** verformt, umgeordnet und/oder weiter entwässert.

**[0123]** Das gemusterte Formpresselement **50** kann in der Form eines Endlosbandes vorliegen. In dieser vereinfachten Darstellung läuft das gemusterte Formpresselement **50** um gemusterte Formpresselementumlenkrollen **52** und die Druckwalze **54** herum und kann in der durch den Richtungspfeil **56** angegebenen Richtung laufen. Mit dem gemusterten Formpresselement **50** können verschiedene Stützwalzen, andere Umkehrwalzen, Reinigungseinrichtungen, Antriebsmittel und dergleichen verwendet werden, die Fachleuten gut bekannt sind und die in Faserstrukturherstellungsvorrichtungen gebräuchlich sind, sie sind jedoch nicht dargestellt.

**[0124]** Nachdem die embryonische Faserstruktur **42** mit dem gemusterten Formpresselement **50** in Kontakt gebracht wurde, werden Fasern innerhalb der embryonischen Faserstruktur **42** in Kissen und/oder Kissennetze („Ablenkanäle“) hinein verformt, die in dem gemusterten Formpresselement **50** vorhanden sind. In einem Beispiel dieses Verfahrensschritts gibt es im Wesentlichen keine Wasserentfernung aus der embryonischen Faserstruktur **42** durch die Ablenkanäle, nachdem die embryonische Faserstruktur **42** mit dem gemusterten Formpresselement **50** in Kontakt gebracht wurde, jedoch vor dem Verformen der Fasern in die Ablenkanäle. Eine weitere Wasserentfernung aus der embryonischen Faserstruktur **42** kann bei und/oder nach dem Verformen der Fasern in die Ablenkanäle erfolgen. Die Wasserentfernung aus der embryonischen Faserstruktur **42** kann fortgesetzt werden, bis die Konsistenz der embryonischen Faserstruktur **42**, die mit dem gemusterten Formpresselement **50** in Kontakt ist, auf etwa 25 % bis etwa 35 % erhöht wurde. Bei Erreichen dieser Konsistenz der embryonischen Faserstruktur **42** kann die embryonische Faserstruktur **42** als intermediäre Faserstruktur **58** bezeichnet werden. Während des Verfahrens des Bildens der embryonischen Faserstruktur **42** kann genug Wasser, beispielsweise durch ein nicht komprimierendes Verfahren, aus der embryonischen Faserstruktur **42** entfernt werden, bevor sie mit dem gemusterten Formpresselement **50** in Kontakt gebracht wird, so dass die Konsistenz der embryonischen Faserstruktur **42** von ungefähr 10 % bis ungefähr 30 % betragen kann.

**[0125]** Ohne an eine Theorie gebunden sein zu wollen, nehmen die Anmelder an, dass die Verformung der Fasern in der embryonischen Faserstruktur und die Wasserentfernung aus der embryonischen Faserstruktur im Wesentlichen gleichzeitig beginnen. Es sind jedoch Ausführungsformen vorstellbar, in denen die Verformung und die Wasserentfernung sequenzielle Vorgänge sind. Unter dem Einfluss des beaufschlagten Differenzfluid-

drucks, zum Beispiel, können die Fasern mit einer zugehörigen Umordnung der Fasern in den Ablenkanal hinein verformt werden. Die Wasserentfernung kann bei einer weiteren Umordnung von Fasern erfolgen. Die Ablenkung der Fasern und der embryonischen Faserstruktur kann einen erkennbaren Anstieg in der Oberfläche der embryonischen Faserstruktur nach sich ziehen. Ferner kann die Umordnung von Fasern scheinbar eine Umordnung in den Freiräumen oder Kapillaren zwischen und/oder inmitten der Fasern hervorrufen.

**[0126]** Es wird angenommen, dass die Umordnung der Fasern auf eine oder zwei Arten geschieht, abhängig von einer Reihe von Faktoren, wie zum Beispiel der Faserlänge. Lediglich die freien Enden längerer Fasern können in den Freiraum, der vom Ablenkanal definiert wird, gebogen sein, während die entgegengesetzten Enden im Bereich der Kämme zurückgehalten werden. Andererseits können kürzere Fasern tatsächlich vom Bereich der Kämme in den Ablenkanal transportiert werden (die Fasern in den Ablenkanälen werden auch relativ zueinander umgeordnet). Natürlich können beide Arten der Umordnung gleichzeitig auftreten.

**[0127]** Wie erwähnt, erfolgt die Wasserentfernung sowohl während als auch nach der Verformung; diese Wasserentfernung kann zu einer Abnahme der Fasermobilität in der embryonischen Faserstruktur führen. Diese Abnahme der Fasermobilität kann tendenziell die Fasern an Ort und Stelle fixieren und/oder immobilisieren, nachdem sie verformt und umgeordnet wurden. Natürlich dient das Trocknen der Faserstruktur in einem späteren Schritt in dem Verfahren dieser Erfindung dazu, die Fasern fester an Ort und Stelle zu fixieren und/oder zu immobilisieren.

**[0128]** Jedes praktische Mittel, das im Stand der Technik der Papierherstellung bekannt ist, kann zum Trocknen der intermediären Faserstruktur **58** verwendet werden. Beispiele solcher geeigneter Trocknungsverfahren schließen das Aussetzen der intermediären Faserstruktur **58** an herkömmliche und/oder Durchlufttrockner und/oder Yankee-Trockner ein.

**[0129]** In einem Beispiel eines Trocknungsverfahrens läuft die intermediäre Faserstruktur **58**, die mit dem gemusterten Formpresselement **50** in Kontakt ist, um die Umkehrwalze **52** und läuft in der durch den Richtungs Pfeil **56** angegebenen Richtung. Die intermediäre Faserstruktur **58** kann zunächst durch einen optionalen Vortrockner **60** laufen. Dieser Vortrockner **60** kann ein herkömmlicher, Fachleuten gut bekannter Durchlufttrockner (Heißlufttrockner) sein. Wahlweise kann der Vortrockner **60** eine so genannte Kapillarentwässerungsvorrichtung sein. In einer solchen Vorrichtung läuft die intermediäre Faserstruktur **58** über einen Sektor eines Zylinders, der Poren mit bevorzugter Kapillargröße in seiner Zylinderporenabdeckung aufweist. Wahlweise kann der Vortrockner **60** eine Kombination einer Kapillarentwässerungsvorrichtung und eines Durchlufttrockners sein. Die im Vortrockner **60** entfernte Wassermenge kann so gesteuert werden, dass eine vorgetrocknete Faserstruktur **62**, die den Vortrockner **60** verlässt, eine Konsistenz von etwa 30 % bis etwa 98 % aufweist. Die vorgetrocknete Faserstruktur **62**, die noch in Kontakt mit dem gemusterten Formpresselement **50** sein kann, kann auf ihrem Weg zu einer Walzenspaltwalze **54** um eine andere Umkehrwalze **52** des gemusterten Formpresselements laufen. Wenn die vorgetrocknete Faserstruktur **62** durch den zwischen der Walzenspaltwalze **54** und einer Oberfläche eines Yankee-Trockners **64** gebildeten Walzenspalt läuft, wird das Muster, das von der oberen Oberfläche **66** des gemusterten Formpresselements **50** gebildet wird, in die vorgetrocknete Faserstruktur **62** eingedrückt, um eine 3D-gemusterte Faserstruktur **68** zu bilden. Die geprägte Faserstruktur **68** kann dann an die Oberfläche des Yankee-Trockners **64** angehaftet werden, wo sie auf eine Konsistenz von mindestens etwa 95 % getrocknet werden kann.

**[0130]** Die 3D-gemusterte Faserstruktur **68** kann dann durch Kreppen der 3D-gemusterten Faserstruktur **68** mit einer Kreppklinge **70** verkürzt werden, um die 3D-gemusterte Faserstruktur **68** von der Oberfläche des Yankee-Trockners **64** zu entfernen, wodurch eine gekreppte Faserstruktur **72** gemäß der vorliegenden Erfindung entsteht. Wie hier verwendet, bezieht sich Verkürzung auf die Reduzierung der Länge einer trockenen Faserstruktur (mit einer Konsistenz von mindestens etwa 90 % und/oder mindestens etwa 95 %), die auftritt, wenn Energie so an die trockene Faserstruktur angelegt wird, dass die Länge der Faserstruktur reduziert wird und die Fasern in der Faserstruktur mit einem einhergehenden Aufbrechen von Faser-Faser-Bindungen umgeordnet werden. Ein Verkürzen kann auf mehrere wohl bekannte Arten erfolgen. Ein übliches Verfahren des Verkürzens ist Kreppen. Die gekreppte 3D-gemusterte Faserstruktur **72** kann Nachverarbeitungsschritten unterzogen werden, wie Kalandrieren Büschelerzeugungsvorgängen und/oder Prägen und/oder Umwandeln.

**[0131]** Ein anderes Ausführungsbeispiel eines geeigneten Papierherstellungsverfahrens zum Herstellen der Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 9** dargestellt. **Fig. 9** stellt ein Durchlufttrocknungsverfahren ohne Kreppen dar. In diesem Ausführungsbeispiel, bringt eine mehrschichtige Auflagekammer **74** eine wässrige Suspension von Fasern für die Papierherstellung zwischen den Formungssieben **76** und **78** auf, um eine embryonische Faserstruktur **80** zu bilden. Die embryonische Faserstruktur **80** wird mithilfe von

mindestens einem Saugkasten **84** auf ein sich langsamer bewegendes Übertragungsgewebe **82** übertragen. Das für die Übertragung der Faserstruktur verwendete Vakuumniveau kann bei von etwa 76 bis etwa 381 Millimeter Quecksilber (etwa 3 bis etwa 15 Zoll Quecksilber) liegen. Der Saugkasten **84** (Unterdruck) kann durch den Einsatz von Überdruck von der entgegengesetzten Seite der embryonischen Faserstruktur **80** ergänzt oder ersetzt werden, um die embryonische Faserstruktur **80** auf das nächste Gewebe zu blasen, statt es mit Unterdruck auf das nächste Gewebe zu ziehen, oder zusätzlich dazu. Der Saugkasten (die Saugkästen) **84** kann (können) auch durch eine Vakuumwalze oder -walzen ersetzt werden.

**[0132]** Die embryonische Faserstruktur **80** wird dann auf ein Formpresselement **50** der vorliegenden Erfindung übertragen, wie beispielsweise eine Durchlufttrocknungsgewebe, und über die Durchlufttrockner **86** und **88** geführt, um die embryonische Faserstruktur **80** zu trocknen und eine 3D-gemusterte Faserstruktur **90** zu bilden. Während die 3D-gemusterte Faserstruktur **90** von dem Formpresselement **50** getragen wird, wird es schließlich auf eine Konsistenz von etwa 94 % oder mehr getrocknet. Nach dem Trocknen wird die 3D-gemusterte Faserstruktur **90** von dem Formpresselement **50** auf das Gewebe **92** übertragen und danach kurz zwischen den Geweben **92** und **94** angeordnet. Die getrocknete 3D-gemusterte Faserstruktur **90** verbleibt mit Gewebe **94**, bis es auf die Rolle **96** („Hauptwalze“) als fertige Faserstruktur aufgewickelt wird. Danach kann die 3D-gemusterte Faserstruktur **90** abgewickelt, kalandriert und in beliebiger geeigneter Weise in die Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung umgewandelt werden, wie beispielsweise eine Rolle Toilettenpapier.

**[0133]** Ein noch anderes Ausführungsbeispiel eines geeigneten Papierherstellungsverfahrens zum Herstellen der Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 10** dargestellt. **Fig. 10** veranschaulicht eine Papiermaschine **98** mit einem herkömmlichen Doppeldrahtformungsbereich **100**, einem Filzschlaufbereich **102**, einem Schuhpressebereich **104**, einem Formpresselementbereich **106**, in diesem Fall ein Stoffkrepbereich, und einem Yankee-Trocknerbereich **108**, der zum Ausüben der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Der Formungsbereich **100** beinhaltet ein Paar Formungstoffe **110** und **112**, die von einer Vielzahl von Walzen **114** und einer Formwalze **116** getragen werden. Eine Auflaufkammer **118** liefert zwischen der Formwalze **116** und der Walze **114** und den Geweben **110** und **112** einen Eintrag für die Papierherstellung an einen Walzenspalt **120**. Der Eintrag bildet eine embryonische Faserstruktur **122**, welche auf den Geweben **110** und **112** mithilfe von Unterdruck, zum Beispiel durch einen Saugkasten **124**, entwässert wird.

**[0134]** Die embryonische Faserstruktur **122** wird zu einem Papierherstellungsfilz **126** vorgerückt, welcher durch die Vielzahl von Walzen **114** getragen wird und der Filz **126** ist in Kontakt mit der Schuhpresswalze **128**. Die embryonische Faserstruktur **122** hat während der Übertragung auf den Filz **126** eine niedrige Konsistenz. Die Übertragung kann durch Unterdruck unterstützt werden; wie beispielsweise auf Wunsch durch eine Vakuumwalze oder -sauger oder einen Vakuumschuh, wie im Stand der Technik bekannt. Wenn die embryonische Faserstruktur **122** die Schuhpresswalze **128** erreicht, kann sie beim Eintritt in den Schuhpresswalzenspalt **130** zwischen der Schuhpresswalze **128** und der Übertragungswalze (**132**) eine Konsistenz von 10 bis 25 % aufweisen. Die Übertragungswalze **132** kann auf Wunsch eine beheizte Walze sein. Anstelle einer Schuhpresswalze **128**, kann es auch eine herkömmliche Saugdruckwalze sein. Wenn eine Schuhpresswalze **128** eingesetzt wird, ist es wünschenswert, dass die Walze **114** unmittelbar vor der Schuhpresswalze **128** eine Vakuumwalze ist, die dazu geeignet ist Wasser aus dem Filz **126** zu entfernen, bevor der Filz **126** in den Schuhpresswalzenspalt **130** eindringt, da Wasser vom Eintrag im Walzenspalt **130** in den Filz **126** gedrückt werden wird. In jedem Fall ist die Verwendung einer Vakuumwalze als Walze **114** üblicherweise wünschenswert, um sicherzustellen, dass die embryonische Faserstruktur **122** mit dem Filz **126** während dem Richtungswechsel in Kontakt bleibt, wie dem Fachmann aus dem Diagramm ersichtlich ist.

**[0135]** Die embryonische Faserstruktur **122** wird auf dem Filz **126** in dem Schuhpresswalzenspalt **130** mit der Unterstützung des Druckschuhs **134** nassgepresst. Somit wird die embryonische Faserstruktur **122** im Schuhpresswalzenspalt **130** verdichtend entwässert, üblicherweise durch Erhöhen der Konsistenz bei **15** oder mehr Punkten in diesem Stadium des Verfahrens. Die am Schuhpresswalzenspalt **130** dargestellte Konfiguration wird im Allgemeinen eine Schuhpresse genannt; in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung funktioniert die Übertragungswalze **132** als Übertragungszylinder, welcher dazu dient, die embryonische Faserstruktur **122** bei hoher Geschwindigkeit, üblicherweise 1000 Fuß/Minute (fpm) bis 6000 fpm, zum gemusterten Formpresselementbereich **106**, zum Beispiel einem Stoffkrepbereich, der vorliegenden Erfindung zu befördern.

**[0136]** Die Übertragungswalze **132** weist eine glatte Walzenoberfläche **136** auf, an die nach Bedarf Haft- und/oder Trennmittel geliefert werden können. Die embryonische Faserstruktur **122** wird an die Übertragungswalzenoberfläche **136** gehaftet, die sich mit hoher Winkelgeschwindigkeit dreht, während die embryonische Faserstruktur **122** weiter in die durch die Pfeile **138** angezeigte Maschinenlaufrichtung vorrückt. Auf der Übertra-

gungswalze **132** weist die embryonische Faserstruktur **122** eine im Allgemeinen scheinbar regellose Faser-  
verteilung auf.

**[0137]** Die embryonische Faserstruktur **122** tritt in den Schuhpresswalzenspalt **130** üblicherweise mit einer  
Konsistenz von 10 bis 25 % ein und wird bis zum Zeitpunkt der Übertragung auf das erfindungsgemäße Form-  
presselement **140**, welches in diesem Fall ein Kreppgewebe ist (wie im Diagramm dargestellt), auf eine Kon-  
sistenz von etwa 25 bis etwa 70 % entwässert und getrocknet.

**[0138]** Das Formpresselement **140** wird von einer Vielzahl von Walzen **114** und einer Pressspaltenwalze **142**  
getragen und bildet einen Formpresselementwalzenspalt **144**, zum Beispiel einen Stoffkreppwalzenspalt, mit  
der Übertragungswalze **132**, wie dargestellt.

**[0139]** Das Formpresselement **140** definiert einen Kreppwalzenspalt über eine Distanz, in der das Form-  
presselement **140** darauf ausgelegt ist, mit der Übertragungswalze **132** in Kontakt zu kommen; das heißt, ei-  
nen erheblichen Druck auf die embryonische Faserstruktur **122** gegen die Übertragungswalze **132** auszuüben.  
Zu diesem Zweck kann die Gegendruck(oder Krepp-)pressspaltwalze **142** mit einer weichen, deformierbaren  
Oberfläche ausgestattet sein, wodurch die Länge des Kreppwalzenspalts erhöht wird und der Kreppwinkel  
zwischen dem Formpresselement **140** und der embryonischen Faserstruktur **122** und der Kontaktstelle erhöht  
wird, oder die Schuhpresswalze kann als Pressspaltwalze **142** benutzt werden, um die effektive Kontaktfläche  
mit der embryonischen Faserstruktur **122** am wirkungsstarken Formpresselementwalzenspalt **144** zu erhöhen,  
wo die embryonische Faserstruktur **122** auf das Formpresselement **140** übertragen wird und in Maschinenlauf-  
richtung **138** vorgerückt wird. Durch die Verwendung einer anderen Vorrichtung am Formpresselementwalzen-  
spalt **144**, ist es möglich den Stoffkreppwinkel oder den Abnahmewinkel vom Formpresselementwalzenspalt  
**144** anzupassen. Folglich ist es möglich, die Art und den Umfang der Umverteilung der Fasern, Delaminierung/  
Ablösung, was am Formpresselementwalzenspalt **144** auftreten kann, zu beeinflussen, indem diese Spaltpa-  
rameter angepasst werden. In manchen Ausführungsformen kann es wünschenswert sein, die Eigenschaften  
zwischen den Fasern in der z-Richtung umzustrukturieren, während es in anderen Fällen wünschenswert sein  
kann, nur die Eigenschaften in der Ebene der Faserstruktur zu beeinflussen. Die Formpresselementwalzen-  
spaltparameter können die Verteilung von Fasern in der Faserstruktur in unterschiedlichen Richtungen beein-  
flussen, einschließlich Veränderungen in z-Richtung, sowie auch in Maschinenlaufrichtung und Querrichtung.  
In jedem Fall hat die Übertragung von der Übertragungswalze auf das Formpresselement eine große Auswir-  
kung dadurch, dass sich das Gewebe langsamer bewegt als die Faserstruktur und eine erhebliche Verände-  
rung in der Geschwindigkeit auftritt. Üblicherweise wird die Faserstruktur während der Übertragung von der  
Übertragungswalze auf das Formpresselement in einem Bereich von 10 bis 60 % oder auch mehr gekrepp.

**[0140]** Der Formpresselementwalzenspalt **144** erstreckt sich im Allgemeinen über einen Formpresselement-  
walzenspaltabstand von etwa 1/8 Zoll bis etwa 2 Zoll, üblicherweise 1/2 Zoll bis 2 Zoll. Bei einem Formpressele-  
ment **140**, zum Beispiel Stoffkrepp, mit 32 Fäden in Querrichtung pro Zoll wird die embryonische Faserstruktur  
**122** mit von etwa 4 bis 64 Schussfäden im Formpresselementwalzenspalt **144** in Kontakt kommen.

**[0141]** Der Druck in der Spalte im Formpresselementwalzenspalt **144**, das heißt die Beladung zwischen Walze  
**142** und Übertragungswalze **132**, beträgt geeigneterweise 20 bis 100 Pfund pro linearem Zoll (PLI).

**[0142]** Nach dem Durchlaufen durch den Formpresselementwalzenspalt **144** und beispielsweise dem Krep-  
pen der embryonischen Faserstruktur **122**, rückt eine 3D-gemusterte Faserstruktur **146** entlang Maschinen-  
laufrichtung **138** weiter, wobei sie im Übertragungswalzenspalt **150** auf einen Yankee-Zylinder(-trockner) **148**  
nassgepresst wird. Die Übertragung am Walzenspalt **150** geschieht bei einer Konsistenz der 3D-gemusterten  
Faserstruktur **146** von im Allgemeinen etwa 25 bis etwa 70 %. Bei diesen Konsistenzen ist es schwierig, die  
3D-gemusterte Faserstruktur **146** fest genug an die Yankee-Zylinderoberfläche **152** zu haften, um die 3D-ge-  
musterte Faserstruktur **146** gründlich von dem Formpresselement **140** zu entfernen. Dieser Aspekt des Ver-  
fahrens ist wichtig, insbesondere wenn gewünscht ist, eine Hochgeschwindigkeitstrockenhaube zu verwenden  
und auch Kreppbedingungen mit hoher Wirkung zu erhalten.

**[0143]** In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass in konventionellen Durchlufttrocknungsver-  
fahren keine Hochgeschwindigkeitstrockenhauben eingesetzt werden, da keine ausreichende Haftung am  
Yankee-Trockner erreicht wird.

**[0144]** In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung hat sich herausgestellt, dass die Verwendung von  
bestimmten Haftmitteln mit einer mäßig feuchten Faserstruktur (25 bis 70 % Konsistenz) zusammenwirkt, um  
diese ausreichend am Yankee-Trockner anzuhaften, um einen Hochgeschwindigkeitsbetrieb der Anlage und

Prallströmlufttrocknen mit hoher Strahlgeschwindigkeit zuzulassen. In diesem Zusammenhang wird eine Poly (vinylalkohl)/Polyamid-Haftmittelkomposition wie oben erwähnt nach Bedarf bei **154** aufgebracht.

**[0145]** Die 3D-gemusterte Faserstruktur wird auf dem Yankee-Trockenzylinder **148**, welcher ein beheizter Zylinder ist, und durch Prallströmluft mit hoher Strahlgeschwindigkeit in der Yankee-Haube **156** getrocknet. Während sich der Yankee-Zylinder **148** dreht, wird die 3D-gemusterte Faserstruktur **146** von dem Yankee-Zylinder **148** mit der Kreppl Klinge **158** gekreppt und auf eine Wickelwalze **160** gewickelt. Das Kreppen des Papiers von dem Yankee-Trockner kann mit einer wellenförmigen Kreppl Klinge durchgeführt werden, wie beispielsweise der in US-Patent Nr. 5,690,788 offenbarten, deren Offenbarung durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird. Es hat sich herausgestellt, dass die Verwendung der wellenförmigen Kreppl Klinge bei der Herstellung von Tissueprodukten mehrere Vorteile mit sich bringt. Im Allgemeinen weisen Tissueprodukte, die mit einer wellenförmigen Kreppl Klinge gekreppt wurden, eine größere Dicke, erhöhte Dehnbarkeit in Querrichtung und ein höheres Hohlraumvolumen auf, als vergleichbare mit herkömmlichen Kreppl Klingen hergestellte Tissueprodukte. Jede dieser durch die Verwendung der wellenförmigen Kreppl Klinge verursachten Veränderungen tendiert dazu, mit einem verbesserten Weichheitsgefühl des Tissueprodukts zu korrelieren.

**[0146]** Wenn ein Nasskrepptverfahren eingesetzt wird, können ein Prallströmtrockner, ein Durchlufttrockner oder eine Vielzahl von Trocknern anstelle des Yankee-Trockners verwendet werden. Prallströmtrockner werden in den folgenden Patenten und Patentanmeldungen offenbart, deren Offenbarung durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird: US-Patent Nr. 5,865,955 von Ivespaaet et al. US-Patent Nr. 5,968,590 von Ahonen et al. US-Patent Nr. 6,001,421 von Ahonen et al. US-Patent Nr. 6,119,362 von Sundqvist et al. US-Patentanmeldung lfd.-Nr. 09/733,172, mit dem Titel Wet Crepe, Impingement-Air Dry Process for Making Absorbent Sheet, jetzt US-Patent Nr. 6,432,267. Eine Durchtrochnungseinheit ist im Stand der Technik wohl bekannt und wird in US-Patent Nr. 3,432,936 an Cole et al. beschrieben, das durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird, ebenso wie US-Patent Nr. 5,851,353, welches eine Hohlzylindertrocknungsanlage offenbart.

**[0147]** In Fig. 11 wird eine Papiermaschine **98** zur Verwendung in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung dargestellt, die der in Fig. 10 ähnlich ist. Papiermaschine **98** ist eine Dreistoffschlaufenmaschine, die einen Formungsbereich **100** aufweist, der im Allgemeinen im Stand der Technik als Halbmondformer bezeichnet wird. Der Formungsbereich **100** beinhaltet ein von einer Vielzahl von Walzen, wie beispielsweise Walze **114**, getragenes Formungssieb **162**. Der Formungsbereich **100** beinhaltet ebenfalls eine Formungswalze **166**, welche den Papierherstellungsfilz **126** so trägt, dass eine embryonische Faserstruktur **122** unmittelbar auf dem Filz **126** gebildet wird. Die Filzschleife **102** erstreckt sich zu einem Schuhpressbereich **104**, wobei die feuchte embryonische Faserstruktur **122** auf der Übertragungswalze **132** (auch manchmal als Gegenwalze beschrieben) abgelegt wird, wie oben beschrieben. Danach wird die embryonische Faserstruktur **122** in dem Formpresselementwalzenspalt **144** auf das Formpresselement **140**, wie Krepptstoff, gekreppt, bevor es in einem weiteren Druckwalzenspalt **150** auf den Yankee-Trockner **148** aufgebracht wird. Die Papiermaschine **98** kann in machen Ausführungsformen eine Vakuumdrehwalze beinhalten; die Gewebebandanlage mit drei Schleifen kann jedoch auf vielfältige Art und Weisen konfiguriert werden, bei denen eine Drehwalze nicht erforderlich ist. Diese Eigenschaft ist insbesondere im Zusammenhang mit dem Umbau einer Papiermaschine wichtig, da die Kosten für die Verlagerung von angeschlossenen Vorrichtungen, d. h. Stoffauflauf, Zellstoff- oder Faserverarbeitungsvorrichtungen und/oder großen und teuren Trockenvorrichtungen, wie beispielsweise dem Yankee-Trockner oder einer Vielzahl von Hohlzylindertrocknern, einen Umbau extrem kostspielig machen würden, außer die Verbesserungen könnten so konfiguriert werden, dass sie mit der bestehenden Anlage kompatibel sind.

**[0148]** In Fig. 12 ist ein anderes Ausführungsbeispiel eines geeigneten Papierherstellungsverfahrens zum Herstellen der Hygienepapierprodukte der vorliegenden Erfindung dargestellt. Fig. 12 veranschaulicht eine Papiermaschine **98** für die Verwendung im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung. Die Papiermaschine **98** ist eine Dreistoffschlaufenmaschine, die einen Formungsbereich **100** aufweist, der im Allgemeinen im Stand der Technik als Halbmondformer bezeichnet wird. Der Formungsbereich **100** beinhaltet eine Auflaufkammer **118**, die einen Stoffeinsatz auf das durch die Vielzahl von Walzen **114** getragene Formungssieb **110** aufbringt. Der Formungsbereich **100** beinhaltet ebenfalls eine Formungswalze **166**, welche den Papierherstellungsfilz **126** so trägt, dass eine embryonische Faserstruktur **122** unmittelbar auf dem Filz **126** gebildet wird. Die Filzschleife **102** erstreckt sich zu einem Schuhpressbereich **104**, wobei die feuchte embryonische Faserstruktur **122** auf der Übertragungswalze **132** abgelegt und zeitgleich mit der Übertragung nassgepresst wird. Danach wird die embryonische Faserstruktur **122** zum Formpresselementabschnitt **106** befördert, indem sie zum Formpresselement **140** der vorliegenden Erfindung befördert und/oder im Formpresselementwalzenspalt **144**, beispielsweise einem Bandkrepptwalzenspalt, darauf gekreppt wird, bevor sie wahlweise durch den Saugkasten **168** vakuumgezogen und dann auf dem Yankee-Trockner **148** in einem weiteren Pressspalt **150** mit einem Krepphaftmittel aufgebracht wird, wie oben erwähnt. Die Übertragung auf einen Yankee-Trockner

von dem Kreppband unterscheidet sich von einer herkömmlichen Übertragung in einer konventionellen Nasspresse von einem Filz auf einen Yankee. In einem konventionellen Nasspressverfahren kann der Druck im Übertragungswalzenspalt etwa 87,6 kN/Meter (500 PLI) betragen, und die unter Druck stehende Kontaktfläche zwischen der Yankee-Oberfläche und der Faserstruktur ist beinahe oder ist 100 %. Die Druckwalze kann eine Saugwalze sein, die eine P&J-Härte von 25 bis 30 aufweisen kann. Andererseits ist ein Bandkreppverfahren der vorliegenden Erfindung üblicherweise mit einer Übertragung auf einen Yankee mit 4 bis 40 % unter Druck stehender Kontaktfläche zwischen der Faserstruktur und der Yankee-Oberfläche, bei einem Druck von 43,8 bis 61,3 kN/Meter (250 bis 350 PLI), verbunden. In dem Übertragungswalzenspalt wird keine Saugkraft angelegt, und es wird eine weichere Druckwalze, P&J-Härte 35 bis 45, verwendet. Die Papiermaschine kann in machen Ausführungsformen eine Saugwalze beinhalten; das Dreischlaufensystem kann jedoch auf vielfältige Art und Weisen konfiguriert werden, bei denen eine Drehwalze nicht notwendig ist. Diese Eigenschaft ist insbesondere im Zusammenhang mit dem Umbau einer Papiermaschine wichtig, da die Kosten für die Verlagerung von angeschlossenen Vorrichtungen, d. h. der Auflaufkammer, den Zellstoff- oder Faserverarbeitungsvorrichtungen und/oder großen und teuren Trockenvorrichtungen, wie beispielsweise dem Yankee-Trockner oder einer Vielzahl von Hohlzylindertrocknern, einen Umbau extrem kostspielig machen würden, außer die Verbesserungen könnten so konfiguriert werden, dass sie mit der bestehenden Anlage kompatibel sind.

Nicht einschränkende Ausführungsbeispiele von Verfahren für die Herstellung von Hygienepapierprodukten

#### Beispiel 1 – Durchlufttrocknungsband

**[0149]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstruktur-Herstellungsmaschine (Papierherstellungsmaschine) im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0150]** Ein wässriger Brei aus Eukalyptus-Zellstofffasern (gebleichter Hartholzkraftzellstoff der brasilianischen Firma Fibria) wird mit ungefähr 3 Gew.-% Fasern mit einem herkömmlichen Stoffauflöser hergestellt und anschließend auf die Hartholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Hartholz-Flügelpumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %-ige Eukalyptusbrei wird dann in die obere und untere Kammer einer mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0151]** Außerdem wird mithilfe eines herkömmlichen Stoffauflösers ein wässriger Brei aus NSK-Zellstofffasern (Northern Softwood Kraft) mit ungefähr 3 Gew.-% Faser hergestellt und anschließend auf die Weichholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der NSK-Faserbrei der Weichholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung gepumpt, um auf einen CSF-Wert (Canadian Standard Freeness) von ungefähr 630 raffiniert zu werden. Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Flügelpumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %-ige Eukalyptusbrei wird dann in die mittlere Kammer einer mehrlagigen aus drei Kammern bestehenden Auflaufkammer einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0152]** Die Nasslegungspapierherstellungsmaschine weist eine geschichtete Auflaufkammer mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer der Auflaufkammer und die untere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig in übereinander angeordnetem Verhältnis auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Gewebe) zu bilden, von der etwa 38 % der Oberseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 38 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen und etwa 24 % der Mitte aus den NSK-Fasern bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 228,6 Meter pro Minute (750 Fuß pro Minute (fpm)).

**[0153]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 15 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband, wie in **Fig. 6A–Fig. 6C** dargestellt, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsbands entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, eine wie in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellte Faserstruktur zu erzeugen, die ein Muster von hochverdichteten Höckerbereichen aufweist, die über einen ununterbrochenen topografischen Kissenbereich verteilt

sind. Der ununterbrochene topografische Kissenbereich umfasst einen mittelverdichteten Kissenbereich (Dichte zwischen den hochverdichteten Höckern und den niedrigverdichteten Kissenbereichen) und einen niedrigverdichteten Kissenbereich, der durch die Ablenkkanäle, die durch die semi-kontinuierlichen Höckerlagen geformt werden, die im Wesentlichen in Maschinenlaufrichtung ausgerichtet sind. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem eine erste Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus semi-kontinuierlichen Höckern auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht, das dem in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** ähnlich ist, gegossen wird, und eine zweite Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus einzelnen Höckern gegossen wird. Das Trägergewebe ist ein doppellagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der ersten, aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,15 mm (6 mil) über dem Trägergewebe und die Dicke der zweiten, aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,33 mm (13 mil) über dem Trägergewebe.

**[0154]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0155]** Während die Faserstruktur in Kontakt mit dem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 53 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0156]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgesprühten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 80 % Polyvinylalkohol (PVA 88-50), etwa 20 % CREPETROL® 457T20 bestehen. CREPETROL® 457T20 ist im Handel von Hercules Incorporated, Wilmington, DE, erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trockengewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 97 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekrept wird.

**[0157]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 149 °C (275 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 fpm) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 230,7 m/min (757 fpm) zu einer Rolle (Hauptwalze) aufgewickelt.

**[0158]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur das Pragemuster zu bilden, und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann über eine Spaltstrangpresse befördert, durch welche eine Oberflächenchemie aufgetragen werden kann. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Das Scheit aus mehrlagigem Hygienepapierprodukt wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen mehrlagigen Hygienepapierproduktrollen geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Beispiel 2 – Durchlufttrocknungsband

**[0159]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturmaschine (Papiermaschine) im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0160]** Ein wässriger Brei aus Eukalyptus-Zellstofffasern (gebleichter Hartholzkraftzellstoff der brasilianischen Firma Fibria) wird mit ungefähr 3 Gew.-% Fasern mit einem herkömmlichen Stoffauflöser hergestellt und anschließend auf die Hartholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Hartholzgebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die obere und untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0161]** Außerdem wird mithilfe eines herkömmlichen Stoffauflösers ein wässriger Brei aus NSK-Zellstofffasern (Northern Softwood Kraft) mit ungefähr 3 Gew.-% Faser hergestellt und anschließend auf die Weichholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der NSK-Faserbrei der Weichholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung

gepumpt, um auf einen CSF-Wert (Canadian Standard Freeness) von ungefähr 630 raffiniert zu werden. Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Gebläsepumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die mittlere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammer bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0162]** Die Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung weist eine mehrlagige Auflaufkammer mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer der Auflaufkammer und die untere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig übereinander auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Bahn) zu bilden, von der etwa 38 % der Oberseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 38 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen und etwa 24 % der Mitte aus den NSK-Fasern bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 228,6 Meter pro Minute (m/min) (750 Fuß pro Minute (fpm)).

**[0163]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 15 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband, wie in den **Fig. 4A–Fig. 4C** dargestellt, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, ein wie in den **Fig. 5A–Fig. 5D** dargestelltes Muster zu erzeugen, das ein Muster von semi-kontinuierlichen, niedrigverdichteten Kissenbereichen und semi-kontinuierlichen, hochverdichteten Höckerbereichen umfasst. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem ein undurchlässiger Harzbelag auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht gegossen wird, wie in den **Fig. 4B** und **Fig. 4C** dargestellt. Das Trägergewebe ist ein doppellagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,28 mm (11 mil) über dem Trägergewebe.

**[0164]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0165]** Während die Faserstruktur in Kontakt mit dem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 53 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0166]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgespritzten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 80 % Polyvinylalkohol (PVA 88-50), etwa 20 % CREPETROL® 457T20 bestehen. CREPETROL® 457T20 ist im Handel von Hercules Incorporated, Wilmington, DE, erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trockengewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 97 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekrept wird.

**[0167]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 149 °C (275 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 fpm) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 230,7 m/min (757 fpm) zu einer Rolle (Hauptwalze) aufgewickelt.

**[0168]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur das Pragemuster zu bilden, und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann über eine Spaltstrangpresse befördert, durch welche eine Oberflächenchemie aufgetragen werden kann. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Die lange Rolle mehrlagigen Hygienepapierprodukts wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen mehrlagigen Hygienepapierproduktrollen geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

## Beispiel 3 – Durchlufttrocknungsband

**[0169]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturherstellungsmaschine (Papiermaschine) im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0170]** Ein wässriger Brei aus Eukalyptus-Zellstofffasern (gebleichter Hartholzkraftzellstoff der brasilianischen Firma Fibria) wird mit ungefähr 3 Gew.-% Fasern mit einem herkömmlichen Stoffauflöser hergestellt und anschließend auf die Hartholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Hartholz-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die obere und untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflauf einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0171]** Außerdem wird mithilfe eines herkömmlichen Stoffauflösers ein wässriger Brei aus NSK-Zellstofffasern (Northern Softwood Kraft) mit ungefähr 3 Gew.-% Faser hergestellt und anschließend auf die Weichholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der NSK-Faserbrei der Weichholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung gepumpt, um auf einen CSF-Wert (Canadian Standard Freeness) von ungefähr 630 raffiniert zu werden. Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Gebläsepumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die mittlere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0172]** Die Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung weist eine mehrlagige Auflaufkammer mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer der Auflaufkammer und die untere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere Kammer der Auflaufkammer geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig übereinander auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Bahn) zu bilden, von der etwa 38 % der Oberseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 38 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen und etwa 24 % der Mitte aus den NSK-Fasern bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 228,6 Meter pro Minute (750 Fuß pro Minute (fpm)).

**[0173]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 15 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband, wie in den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** dargestellt, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, ein wie in **Fig. 3** dargestelltes Muster von einzelnen, hochverdichteten Höckerbereichen zu erzeugen, die über einen ununterbrochenen, niedrigverdichteten Kissenbereich verteilt sind. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem ein undurchlässiger Harzbelag auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht gegossen wird, das dem in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** ähnlich ist. Das Trägergewebe ist ein doppellagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,28 mm (11 mil) über dem Trägergewebe.

**[0174]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0175]** Während die Bahn in Kontakt mit dem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 53 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0176]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgesprühten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 80 % Polyvinylalkohol (PVA 88-50), etwa 20 % CREPETROL® 457T20 bestehen. CREPETROL® 457T20 ist im Handel von Hercules Incorporated, Wilmington, DE, erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trockengewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 97 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekrept wird.

**[0177]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 149 °C (275 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 fpm) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 230,7 m/min (757 Fuß/min) zu einer Rolle (Hauptwalze) aufgewickelt.

**[0178]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur das Pragemuster zu bilden, und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann über eine Spaltstrangpresse befördert, durch welche eine Oberflächenchemie aufgetragen werden kann. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Das Scheit aus mehrlagigem Hygienepapierprodukt wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen mehrlagigen Hygienepapierproduktrollen geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Beispiel 4 – Durchlufttrocknungsband

**[0179]** Dieses folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für die Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Papierherstellungsmaschine (im Pilotmaßstab), das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst, wobei Trichomfasern zugesetzt werden, die eine erhöhte Festigkeit bereitstellen.

**[0180]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für die Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturpapierherstellungsmaschine im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0181]** Zuerst werden individualisierte Trichomfasern aus *Stachys byzantina* Blütenstielen, bestehend aus trockenen Stielen, Blättern, und Knospen, aufbereitet, indem getrocknetes *Stachys byzantina*-Pflanzenmaterial durch ein mit einem Ausfallsieb mit 6,35 mm (¼ Zoll) Löchern ausgestatteten Messerschneidwerk (Wiley-Mühle, hergestellt von C. W. Brabender Co., NJ) geführt wird. Aus der Wiley-Mühle tritt ein Flockenverbund aus, der zusammen mit Bruchstücken von Blatt- und Stielmaterial die individualisierten Trichomfasern ausmacht. Die individualisierten Trichomfaserflocken durchlaufen dann einen Feinsichter (Hosokawa Alpine 50ATP); der als „akzeptiert“ oder „fein“ klassifizierte Anteil des Feinsichters enthält einen großen Anteil an individualisierten Trichomfasern, während der als „abgelehnt“ oder „grob“ klassifizierte Anteil überwiegend aus Bruchstücken der Stiele, und Blattteilen mit nur einem geringen Anteil und individualisierten Trichomfasern besteht. Für den 50 ATP wird eine Kurzschlussläufermotorgeschwindigkeit von 9000 U/min, eine Luftdruckfestigkeit von 10 bis 15 mbar, und eine Vorschubrate von 10 g/min eingesetzt. Das daraus resultierende Trichomfasermaterial (Feinstkornanteil) wird mit einer 10 %igen wässrigen Dispersion von „Texcare 4060“ versetzt, um etwa 10 Gew.-% „Texcare 4060“ bezogen auf das absolute Trockengewicht der individualisierten Trichome beizufügen, gefolgt vom Aufschlännen der „Texcare“-behandelten Trichome in Wasser bei 3 % Konsistenz mithilfe eines konventionellen Stoffauflösers. Dieser Brei wird durch eine Vorratsleitung zu einer anderen Vorratsleitung geleitet, die den Eukalyptusfaserbrei enthält.

**[0182]** Die Verarbeitung der Trichome erfordert besondere Sorgfalt. 60 Pfund (27,2 kg) Trichomfasern werden in einem 50-Gallonen-Pulper (189 Liter) aufgelöst, indem die halbe Menge Wasser zugefügt wird, die zur Herstellung eines 1 %igen Trichomfaserbreis erforderlich ist. Dadurch soll vermieden werden, dass die Trichomfasern überfließen und auf Grund der geringeren Dichte und der hydrophoben Eigenschaft der Trichomfasern auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Nachdem ein paar Minuten gemischt und gerührt wurde, wird der Pulper angehalten und die verbleibenden Trichomfasern werden hineingeschoben, während Wasser zugefügt wird. Nach dem Anpassen des PH-Werts, läuft der Pulper für 20 Minuten, wonach der Faserbrei in einen getrennten Kasten für die Lieferung an den Maschinenstoffauflauf geschüttet wird. Dadurch wird ermöglicht, die Trichomfasern in eine oder mehrere Lagen zu schichten, entweder allein oder mit anderen Fasern gemischt, wie beispielsweise Hartholzfasern und/oder Weichholzfasern.

**[0183]** Der wässrige Eukalyptusfaserbrei wird mithilfe eines konventionellen Repulpers zu etwa 3 Gew.-% zubereitet. Dieser Brei wird ebenfalls durch eine Vorratsleitung zu der Vorratsleitung geleitet, die den Trichomfaserbrei enthält.

**[0184]** Der 1 %ige Trichomfaserbrei wird mit dem 3 %igen Eukalyptusfaserbrei in einem Verhältnis vermischt, das eine Zusammensetzung von etwa 13,3 % Trichomfasern und 86,7 % Eukalyptusfasern erzeugt. Die Vorratsleitung, die die Trichom-Eukalyptusfaserbreimischung enthält, wird auf die Sieblage des Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Maschine gerichtet.

**[0185]** Separat wird ein wässriger Brei mit etwa 3 Gew.-% NSK-Fasern (Northern Softwood Kraft) mithilfe eines konventionellen Stoffauflösers hergestellt.

**[0186]** Um der Faserstruktur eine temporäre Nassfestigkeit zu verleihen, wird eine 1 %ige Dispersion eines temporären Nassverfestigers (z. B. Parex® im Handel von Kemira erhältlich) zubereitet und der NSK-Faservorratsleitung mit einer Menge zugesetzt, die ausreicht 0,3 % temporären Nassverfestiger basierend auf dem Trockengewicht der NSK-Fasern zu liefern. Die Absorption des temporären Nassverfestigers wird dadurch verbessert, dass der behandelte Brei durch einen Rohrmischer geschickt wird.

**[0187]** Der Trichomfaser- und Eukalyptusfaserbrei wird am Einlass der Gebläsepumpe mit Siebwasser auf eine Konsistenz von 0,15 %, basierend auf dem Gesamtgewicht des Eukalyptus- und Trichomfaserbreis, verdünnt. Die NSK-Fasern werden gleichermaßen am Einlass der Gebläsepumpe mit Siebwasser auf eine Konsistenz von 0,15 %, basierend auf dem Gesamtgewicht des NSK-Faserbreis, verdünnt. Der Eukalyptus-/Trichomfaserbrei und der NSK-Faserbrei werden zu einem mehrlagigen Stoffauflauf geführt, der in der Lage ist, den Strom der Breie separat zu halten, bis sie auf einen Formungsstoff auf dem Fourdrinier-Sieb aufgebracht werden.

**[0188]** Die Faserstrukturmaschine weist einen mehrlagigen Stoffauflauf mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf. Der kombinierte Eukalyptus-/Trichomfaserbrei wird durch die obere Kammer des Stoffauflaufs gepumpt, der Eukalyptusfaserbrei wird durch die untere Kammer des Stoffauflaufs gepumpt, und der NSK-Faserbrei wird gleichzeitig durch die mittlere Kammer des Auflagekastens gepumpt und in einer überlagerten Beziehung auf dem Fourdrinier-Sieb aufgebracht, um darauf eine dreilagige embryonische Faserstruktur zu bilden, die zu etwa 83 % aus Eukalyptus-/Trichomfasern und zu 17 % aus NSK-Fasern besteht. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb weist eine 5 fach-Satingewebekonfiguration mit jeweils 87 Maschinenrichtungs- und 76 Maschinenquerrichtungseinzelfäden pro Zoll quer zur Maschinenaufrichtung. Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 228,6 Meter pro Minute (m/min) (750 Fuß pro Minute (fpm)).

**[0189]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 15 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband mit semi-kontinuierlichen Höckern und Kissen, die der ersten Lage des in **Fig. 6A–Fig. 6C** dargestellten Durchlufttrocknungsbands ähnlich sind, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsbands entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, eine Faserstruktur zu erzeugen, die ein Muster von semi-kontinuierlichen, hochverdichteten Höckerbereichen umfasst, die über einen ununterbrochenen, niedrigverdichteten Kissenbereich verteilt sind. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem ein undurchlässiger Harzbelag auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht gegossen wird, das dem in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** ähnlich ist. Das Trägergewebe ist ein doppel-lagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,28 mm (11 mil) über dem Trägergewebe.

**[0190]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0191]** Während die Faserstruktur in Kontakt mit dem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 65 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0192]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgespritzten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 22 % Polyvinylalkohol, etwa 11 % CREPETROL® A3025, und etwa 67 % CREPETROL® R6390 bestehen. CREPETROL® A3025 und CREPETROL® R6390 sind im Handel von Hercules Incorporated, Wilmington, DE, erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trockengewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 97 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekreppert wird.

**[0193]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 177 °C (350 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 fpm) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 199,9 m/min (656 Fuß/min) zu einer Rolle aufgewickelt.

**[0194]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur das Pragemuster zu bilden, und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann über eine Spaltstrangpresse befördert, durch welche eine Oberflächenchemie aufgetragen werden kann. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Das Scheit aus mehrlagigem Hygienepapierprodukt wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen mehrlagigen Hygienepapierproduktrollen geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Beispiel 5 – Durchlufttrocknungsband

**[0195]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturmaschine (Papiermaschine) im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0196]** Ein wässriger Brei aus Eukalyptus-Zellstofffasern (gebleichter Hartholzkraftzellstoff der brasilianischen Firma Fibria) wird mit ungefähr 3 Gew.-% Fasern mit einem herkömmlichen Stoffauflöser hergestellt und anschließend auf die Hartholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Hartholz-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die obere und untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0197]** Außerdem wird mithilfe eines herkömmlichen Stoffauflösers ein wässriger Brei aus NSK-Zellstofffasern (Northern Softwood Kraft) mit ungefähr 3 Gew.-% Faser hergestellt und anschließend auf die Weichholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der NSK-Faserbrei der Weichholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung gepumpt, um auf einen CSF-Wert (Canadian Standard Freeness) von ungefähr 630 raffiniert zu werden.

**[0198]** Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Gebläsepumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %ige NSK-Faserbrei wird dann in die mittlere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0199]** Um der Faserstruktur eine temporäre Nassfestigkeit zu verleihen, wird eine 1 %ige Dispersion eines temporären Nassverfestigers (z. B. Fennorez<sup>®</sup> 91 im Handel von Kemira erhältlich) zubereitet und der NSK-Faservorratsleitung mit einer Menge zugesetzt, die ausreicht, 0,23 % temporären Nassverfestiger basierend auf dem Trockengewicht der NSK-Fasern zu liefern. Die Absorption des temporären Nassverfestigers wird dadurch verbessert, dass der behandelte Brei durch einen Rohrmischer geschickt wird.

**[0200]** Die Nasslegungspapiermaschine weist einen geschichteten Stoffauflauf mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer des Stoffauflaufs und die untere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig übereinander auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Bahn) zu bilden, von der etwa 26 % der Oberseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 26 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen und etwa 48 % der Mitte aus den NSK-Fasern bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 243,8 Meter pro Minute (800 Fuß pro Minute (fpm)). Das einlagige Basisgewicht betrug in dieser Situation 11,3 Pfund pro 3000 Quadratfuß. Die einlagige Dicke (bei 95 gsi) lag bei 0,27 mm (10,65 mil).

**[0201]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 18 bis 22 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband, wie in den **Fig. 6A–Fig. 6C** dargestellt, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsbands entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, eine wie in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellte Faserstruktur zu erzeugen, die ein Muster von hochverdichteten Höckerbereichen aufweist, die über einen ununterbrochenen topografischen Kissenbereich verteilt sind. Der ununterbrochene topografische Kissenbereich umfasst einen mittelverdichteten Kissenbereich (Dichte zwischen den hochverdichteten Höckern und den niedrigverdichteten Kissenbereichen) und einen niedrigverdichteten Kissenbereich, der durch die Ablenkkanäle, die durch die semi-kontinuierlichen Höckerlagen geformt werden, die im Wesentlichen in Maschinenlaufrichtung ausgerichtet sind. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem eine erste Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus semi-kontinuierlichen Höckern auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht, das dem in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** ähnlich ist, gegossen wird, und eine zweite Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus einzelnen Höckern gegossen wird. Das Trägergewebe ist ein doppellagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der ersten aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,15 mm (6 mil) über dem Trägergewebe und die Dicke des zweiten aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,33 mm (13 mil) über dem Trägergewebe.

**[0202]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0203]** Während die Faserstruktur in Kontakt mit dem 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 50 bis 65 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0204]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgesprühten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 80 % Polyvinylalkohol (PVA 88-44), etwa 20 % UNICREPE® 457T20 bestehen. UNICREPE® 457T20 ist im Handel von GP Chemicals erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trockengewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 96 bis 98 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekreppt wird.

**[0205]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 149 °C (300 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 Fuß/min) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 199,6 m/min (655 Fuß/min) zu einer Rolle aufgewickelt.

**[0206]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur durch einen Druckwalzenspalt von 19,05 mm (0,75 Zoll) das Pragemuster zu bilden, und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Das Scheit mehrlagigen Hygienepapierprodukts wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen Rollen mit mehrlagigem Hygienepapierprodukt geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Beispiel 6 – Durchlufttrocknungsband

**[0207]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturmaschine (Papiermaschine) im Pilotmaßstab, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0208]** Ein wässriger Brei aus Eukalyptus-Zellstofffasern (gebleichter Hartholzkraftzellstoff der brasilianischen Firma Fibria) wird mit ungefähr 3 Gew.-% Fasern mit einem herkömmlichen Stoffauflöser hergestellt und anschließend auf die Hartholzfaser-Vorratsbütte übertragen. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Hartholz-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei

wird dann in die obere und untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0209]** Außerdem wird mithilfe eines herkömmlichen Stoffauflösers ein wässriger Brei aus NSK-Zellstofffasern (Northern Softwood Kraft) mit ungefähr 3 Gew.-% Faser hergestellt und anschließend auf die Weichholzfaservorratsbütte übertragen. Der NSK-Faserbrei der Weichholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung gepumpt, um auf einen CSF-Wert (Canadian Standard Freeness) von ungefähr 630 raffiniert zu werden. Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Gebläsepumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %ige NSK-Faserbrei wird dann in die mittlere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0210]** Um der Faserstruktur eine temporäre Nassfestigkeit zu verleihen, wird eine 1 %ige Dispersion eines temporären Nassverfestigers (z. B. Fennorez® 91 im Handel von Kemira erhältlich) zubereitet und der NSK-Faservorratsleitung mit einer Menge zugesetzt, die ausreicht, 0,23 % temporären Nassverfestiger basierend auf dem Trockengewicht der NSK-Fasern zu liefern. Die Absorption des temporären Nassverfestigers wird dadurch verbessert, dass der behandelte Brei durch einen Rohrmischer geschickt wird.

**[0211]** Die Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung weist einen geschichteten Stoffauflauf mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer des Stoffauflaufs und die untere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig übereinander auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Bahn) zu bilden, von der etwa 26 % der Oberseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 26 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen und etwa 48 % der Mitte aus den NSK-Fasern bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 243,8 Meter pro Minute (800 Fuß pro Minute (fpm)). Das einlagige Basisgewicht war in dieser Situation 11,5 Pfund pro 3000 Quadratfuß. Die einlagige Dicke (bei 95 gsi) lag bei 0,27 mm (23,1 mil).

**[0212]** Die embryonische nasse Faserstruktur wird von dem Fourdrinier-Sieb bei einer Faserkonsistenz von ungefähr 18 bis 22 % am Übertragungspunkt auf ein 3D-gemustertes Durchlufttrocknungsband, wie in den **Fig. 6A–Fig. 6C** dargestellt, übertragen. Die Geschwindigkeit des 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsbands entspricht der Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs. Das 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband ist darauf ausgelegt, eine wie in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellte Faserstruktur zu erzeugen, die ein Muster von hochverdichteten Höckerbereichen aufweist, die über einen ununterbrochenen topografischen Kissenbereich verteilt sind. Der ununterbrochene topografische Kissenbereich umfasst einen mittelverdichteten Kissenbereich (Dichte zwischen den hochverdichteten Höckern und den niedrigverdichteten Kissenbereichen) und einen niedrigverdichteten Kissenbereich, der durch die Ablenkkanäle, die durch die semi-kontinuierlichen Höckerlagen geformt werden, die im Wesentlichen in Maschinenlaufrichtung ausgerichtet sind. Dieses 3D-gemusterte Durchlufttrocknungsband wird gebildet, indem eine erste Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus semi-kontinuierlichen Höckern auf ein Trägergewebe aus Fasergeflecht, das dem in **Fig. 4B** und **Fig. 4C** ähnlich ist, gegossen wird, und eine zweite Lage eines undurchlässigen Harzbelags aus einzelnen Höckern gegossen wird. Das Trägergewebe ist ein doppelagiges feines Geflecht aus 98 × 52 Fäden. Die Dicke der ersten aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,15 mm (6 mil) über dem Trägergewebe und die Dicke des zweiten aus Harz gegossenen Lage beträgt etwa 0,33 mm (13 mil) über dem Trägergewebe.

**[0213]** Weitere Entwässerung der Faserstruktur wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Faserstruktur eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist.

**[0214]** Während die Faserstruktur in Kontakt mit der 3D-gemusterten Durchlufttrocknungsband bleibt, wird sie mit Durchluftvortrocknern auf eine Faserkonsistenz von ungefähr 50 bis 65 Gew.-% vorgetrocknet.

**[0215]** Im Anschluss an die Vortrockner wird die halbtrockene Faserstruktur an den Yankee-Trockner übertragen und mit einem aufgespritzten Krepphaftmittel an die Oberfläche des Yankee-Trockners angehaftet. Das Krepphaftmittel ist eine wässrige Dispersion, wobei die Wirkstoffe aus etwa 80 % Polyvinylalkohol (PVA 88-44), etwa 20 % UNICREPE® 457T20 bestehen. UNICREPE® 457T20 ist im Handel von GP Chemicals erhältlich. Das Krepphaftmittel wird mit einer Rate von ungefähr 0,15 % Klebstoff-Feststoffe, auf der Basis des Trocken-

gewichts der Faserstruktur, an die Yankee-Oberfläche abgegeben. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 96 bis 98 % erhöht, bevor die Faserstruktur mit einer Rakel vom Yankee trockengekreppt wird.

**[0216]** Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 25 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 81 Grad bereitgestellt wird. Der Yankee-Trockner wird bei einer Temperatur von etwa 149 °C (300 °F) und einer Geschwindigkeit von etwa 243,8 m/min (800 Fuß/min) betrieben. Die Faserstruktur wird mithilfe einer oberflächenbetriebenen Tragtrommel mit einer Oberflächengeschwindigkeit von etwa 204,5 m/min (671 Fuß/min) zu einer Rolle aufgewickelt.

**[0217]** Zwei Hauptwalzen der Faserstruktur werden dann in ein Hygienepapierprodukt umgewandelt, indem die Rolle mit der Faserstruktur in ein Abwickelgestell geladen wird. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 121,9 m/min (400 Fuß/min). Eine Hauptwalze mit Faserstruktur wird abgewickelt und an eine Prägestation befördert, wo die Faserstruktur belastet wird, um in der Faserstruktur durch einen Druckwalzenspalt von 19,05 mm (0,75 Zoll) das Prägemuster zu bilden und wird dann mit der Faserstruktur von der anderen Hauptwalze kombiniert, um ein mehrlagiges (2-lagiges) Hygienepapierprodukt zu bilden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt wird dann zu einem Aufwickler befördert, wo es auf einen Kern gewickelt wird, um ein Scheit zu bilden. Das Scheit des mehrlagigen Hygienepapierprodukts wird dann zu einer Scheitsäge befördert, wo das Scheit zu fertigen Rollen mehrlagigen Hygienepapierprodukts geschnitten wird. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Beispiel 7 – Durchlufttrocknungsband

**[0218]** Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel für eine Herstellung eines Hygienepapierprodukts auf einer Fourdrinier-Faserstrukturmaschine (Papiermaschine) im Pilotmaßstab, zum Beispiel eines Papierhandtuchs, das eine erfindungsgemäße Faserstruktur umfasst.

**[0219]** In einem konventionellen Stoffauflöser wird ein wässriger Brei aus 3 Gew.-% NSK-Zellstofffasern zubereitet. Der NSK-Brei wird schonend raffiniert, und es wird eine 3 %ige Lösung eines permanenten Nassverfestigungsharzes (d. h. Kymene 5221, vertrieben durch Hercules INC., Wilmington, Del.) zur NSK-Vorratsleitung im Verhältnis von 1 Gew.-%, bezogen auf das Trockengewicht der Fasern, zugefügt. Die Absorption von Kymene 5221 bei dem NSK wird durch einen Rohrmischer verbessert. Nach dem Rohrmischer wird eine 1 %ige Lösung von Carboxymethylcellulose (CMC) (d. h. FinnFix 700 vertrieben durch C.P. Kelco U.S. Inc., Atlanta, GA) in einem Verhältnis von 0,35 Gew.-%, bezogen auf die Trockenfasern, zugefügt, um die Trockenfestigkeit des Fasersubstrats zu verbessern. Der raffinierte NSK-Faserbrei wird dann zur NSK-Gebläsepumpe geleitet, wo die Konsistenz des NSK-Breis von ungefähr 3 Gew.-% Faser auf ungefähr 0,15 Gew.-% Faser reduziert wird. Der 0,15 %ige NSK-Faserbrei wird dann in die mittlere und obere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung geleitet und verteilt.

**[0220]** In einem konventionellen Stoffauflöser wird ein wässriger Brei mit 3 Gew.-% Eukalyptusfasern zubereitet. Der Eukalyptusvorratsleitung wird eine 1 %ige Entschäumerlösung (d. h. Wickit 1285 vertrieben durch Hercules Incorporated, Wilmington, DE) in einem Verhältnis von 0,1 Gew.-% bezogen auf die Trockenfasern zugefügt, und ihre Absorption wird durch einen Rohrmischer verbessert. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zur NSK-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die mittlere und obere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt. Der Eukalyptusfaserbrei der Hartholz-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zu einer Eukalyptus-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Eukalyptusbrei wird dann in die untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapiermaschine gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0221]** In einem konventionellen Stoffauflöser wird ein wässriger 3 Gew.-%-Brei mit 40 % NSK (Northern Softwood Kraft) und 20 % SSK (Southern Softwood Kraft) zubereitet. Diese Mischung wird Mischfaser genannt werden. Der Faserbrei der Mischfaser-Vorratsbütte wird durch eine Vorratsleitung zur NSK-Gebläsepumpe gepumpt, wo die Konsistenz des Breis von ungefähr 3 Gew.-% Fasern auf ungefähr 0,15 Gew.-% Fasern reduziert wird. Der 0,15 %ige Mischfaserbrei wird dann in die obere und untere Kammer eines mehrlagigen, aus drei Kammern bestehenden Stoffauflaufs einer Fourdrinier-Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung gepumpt und gleichmäßig verteilt.

**[0222]** Die Nasslegungspapierherstellungsvorrichtung weist einen mehrlagigen Stoffauflauf mit einer oberen Kammer, einer mittleren Kammer und einer unteren Kammer auf, wobei die Kammern das Formungssieb (Fourdrinier-Sieb) direkt beschicken. Der Eukalyptusfaserbrei mit einer Konsistenz von 0,15 % wird in die obere Kammer des Stoffauflaufs und zu gleichen Teilen in die mittlere und die untere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Der NSK-Faserbrei wird in die mittlere und untere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Der Mischfaserbrei wird in die mittlere und untere Kammer des Stoffauflaufs geleitet. Alle drei Faserschichten werden gleichzeitig übereinander auf das Fourdrinier-Sieb gegeben, um darauf eine dreischichtige embryonische Faserstruktur (Bahn) zu bilden, von der etwa 21 % der Unterseite aus den Eukalyptusfasern bestehen, etwa 11 % aus den Eukalyptusfasern aus der Mitte und der Oberseite bestehen, etwa 53 % aus den NSK-Fasern in der Mitte und der Oberseite bestehen und etwa 15 % aus Mischfasern in der Mitte und der Oberseite bestehen. Die Entwässerung erfolgt durch das Fourdrinier-Sieb und wird durch eine Ablenkplatte und Siebtisch-Saugkästen unterstützt. Das Fourdrinier-Sieb ist ein 84M-Sieb (84 mal 76 5A, Albany International). Die Geschwindigkeit des Fourdrinier-Siebs beträgt ungefähr 213,36 Meter pro Minute (700 Fuß pro Minute).

**[0223]** Die Bahn wird dann in der Übertragungszone auf das gemusterte Übertragungs-/Prägegewebe mit einem in dieser Anmeldung beschriebenen Muster übertragen, ohne eine wesentliche Verdichtung der Bahn herbeizuführen. Die Bahn wird dann mit einer zweiten Geschwindigkeit,  $V_2$ , auf dem Übertragungs-/Prägegewebe entlang einem gewundenen Pfad in Kontakt mit einem in der Übertragungszone angeordneten Übertragungskopf weiterbefördert, wobei die zweite Geschwindigkeit von etwa 5 % bis etwa 40 % langsamer ist als die erste Geschwindigkeit. Da die Geschwindigkeit des Siebes höher ist als die Geschwindigkeit des Übertragungs-/Prägegewebes, erfolgt am Übertragungspunkt eine Nassverkürzung der Bahn. Folglich kann die Nassverkürzung der Bahn etwa 3 % bis etwa 15 % betragen.

**[0224]** Weitere Entwässerung wird durch unterdruckunterstützte Drainage erreicht, bis die Bahn eine Faserkonsistenz von ungefähr 20 % bis 30 % aufweist. Die gemusterte Bahn wird durch Durchlufttrocknen auf eine Faserkonsistenz von etwa 65 Gew.-% vorgetrocknet. Die Bahn wird dann mit einem Sprühkrepphaftermittel, das eine 0,1 %ige wässrige Lösung aus Polyvinylalkohol (PVA) umfasst, an die Oberfläche eines Yankee-Trockners gehaftet. Die Faserkonsistenz wird auf ungefähr 96 % erhöht, bevor die Bahn mit einer Rakel vom Yankee trockengekrepppt wird. Die Rakel weist einen Fasenwinkel von ungefähr 45 Grad auf und ist in Bezug auf den Yankee-Trockner so angeordnet, dass ein Aufprallwinkel von ungefähr 101 Grad bereitgestellt wird. Die getrocknete Bahn wird bei einer vierten Geschwindigkeit,  $V_4$ , die schneller als die dritte Geschwindigkeit  $V_3$  ist, auf den Trockenzylinder aufgewickelt.

**[0225]** Ein mehrlagiges Hygienepapierprodukt kann aus zwei Lagen der Bahn gebildet werden, wenn diese geprägt und mit einem PVA-Haftmittel zusammenlaminiert werden. Das mehrlagige Hygienepapierprodukt aus diesem Ausführungsbeispiel weist die in der oben genannten Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf.

#### Prüfverfahren

**[0226]** Solange nichts anderes angegeben ist, wurden alle hierin beschriebenen Prüfungen, einschließlich der im Abschnitt „Definitionen“ beschriebenen und der folgenden Prüfverfahren, an Proben durchgeführt, die in einem klimatisierten Raum bei einer Temperatur von  $23\text{ °C} \pm 1,0\text{ °C}$  und einer relativen Feuchte von  $50\% \pm 2\%$  für mindestens 2 Stunden vor der Prüfung konditioniert worden waren. Bei den Proben, die untersucht wurden, handelt es sich um „gebrauchsfähige Einheiten“. „Gebrauchsfähige Einheit“, wie hierin verwendet, bedeutet Blätter, Flachmaterial von der Rolle, vorab umgeformtes Flachmaterial von der Rolle, Bögen und/oder einlagige oder mehrlagige Produkte. Alle Tests werden in einem so konditionierten Raum durchgeführt. Proben mit Mängeln wie etwa Falten, Rissen, Löchern u. Ä. werden nicht geprüft. Alle Instrumente werden gemäß den Herstelleranweisungen kalibriert.

#### Basisgewichtstestverfahren

**[0227]** Das Flächengewicht einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts wird an Stapeln von zwölf gebrauchsfähigen Einheiten unter Verwendung einer von oben zu beladenden Analysewaage mit einer Auflösung von  $\pm 0,001\text{ g}$  gemessen. Die Waage ist durch einen Windschutz vor Luftzug und anderen Störungen geschützt. Für die Herstellung der Proben wird eine Präzisionsstanzform mit den Maßen 3,500 Zoll  $\pm 0,0035$  Zoll mal 3,500 Zoll  $\pm 0,0035$  Zoll) verwendet.

**[0228]** Mit einer Präzisionsstanzform werden die Proben in Quadrate geschnitten. Man kombiniert die zurecht geschnittenen Quadrate, um einen Stapel aus zwölf Proben zu bilden. Die Masse des Probenstapels wird gemessen und das Ergebnis auf 0,001 g genau gerundet aufgezeichnet.

**[0229]** Das Basisgewicht wird wie folgt in Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup> oder g/m<sup>2</sup> berechnet:

Basisgewicht = (Masse des Stapels)/[(Fläche von 1 Quadrat im Stapel) × (Anzahl der Quadrate im Stapel)]

Beispielsweise:

Basisgewicht (Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup>) = [[Masse des Stapels (g)/453,6 (g/Pfund)],[12,25 (Zoll<sup>2</sup>)/144(Zoll<sup>2</sup>/Fuß<sup>2</sup>) × 12]] × 3000

oder

Basisgewicht (g/m<sup>2</sup>) = Masse des Stapels (g)/[79,032 (cm<sup>2</sup>)/10.000 (cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) × 12]

**[0230]** Ergebnis auf 0,1 Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup> oder 0,1 g/m<sup>2</sup> genau angeben. Unter Verwendung eines ähnlichen Präzisionsschneiders wie vorstehend erwähnt, können die Probenabmessungen verändert oder variiert werden, sodass sich mindestens 645 Quadratzentimeter (100 Quadratzoll) Probenfläche im Stapel befindet.

#### Dickenprüfverfahren

**[0231]** Die Dicke einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts wird mithilfe eines ProGage Dickenmessers (Thwing-Albert Instrument Company, West Berlin, NJ) mit einem Stempeldurchmesser von 2,00 Zoll<sup>2</sup> (Fläche von 3,14 Zoll<sup>2</sup>) bei einem Messdruck von 95 g/Zoll<sup>2</sup> gemessen. Es werden vier (4) Proben vorbereitet, indem geeignete Einheiten so geschnitten werden, dass jede geschnittene Probe mindestens 2,5 Zoll pro Seite aufweist, wobei Knicke, Falten und offensichtliche Mängel vermieden werden. Eine einzelne Probe wird auf den Amboss gelegt, wobei die Probe unter dem Stempel zentriert ist. Der Stempel wird mit einer Geschwindigkeit von 0,03 Zoll/s bis auf einen Messdruck von 95 g/Zoll<sup>2</sup> gesenkt. Das Ergebnis wird nach einer Druckhaltezeit von 3 Sekunden abgelesen. Die Messung wird in entsprechender Weise für die verbleibenden 3 Proben wiederholt. Die Dicke wird als die durchschnittliche Dicke der vier Proben berechnet, und das Ergebnis wird in mil (0,001 Zoll) auf 0,1 mil genau angegeben.

#### Dichteprüfverfahren

**[0232]** Die Dichte einer Faserstruktur und/oder eines Hygienepapierprodukts wird als Quotient des Basisgewichts einer Faserstruktur oder eines Hygienepapierprodukts ausgedrückt in Pfund/3000 Fuß<sup>2</sup> dividiert durch die Dicke (bei einem Messdruck von 95 g/Zoll<sup>2</sup> einer Faserstruktur oder eines Hygienepapierprodukts in mil ausgedrückt, berechnet. Die Enddichtewert wird in Pfund/Fuß<sup>3</sup> und/oder g/cm<sup>3</sup> mithilfe der entsprechenden Umwandlungsfaktoren berechnet.

#### Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität

**[0233]** Die Stapeldicke (in mil gemessen, 0,001 Zoll) wird als eine Funktion der Druckbelastung gemessen (g/Zoll<sup>2</sup>), wozu ein Thwing-Albert (14 W. Collings Ave., West Berlin, NJ) Vantage Compression/Softness Tester (Kompressions-/Weichheitstester) (Modell 1750-2005 oder ähnlich) oder gleichwertiges Instrument verwendet wird, das mit einer 2500 g Lastzelle (Wirkgenauigkeit +/-0,25 % bei einem Messwert zwischen 10 % und 100 % der Kraftmessdosenkapazität, und 0,025 % bei einem Messwert von weniger als 10 % der Lastzellenkapazität), einem Stahlstempel mit 1,128 Zoll Durchmesser (Querschnittsfläche von einem Quadratzoll), welcher parallel zum Amboss (2,5 Zoll Durchmesser) ausgerichtet ist, ausgestattet ist. Die Stempel- und Ambossoberflächen müssen sauber und staubfrei sein, insbesondere wenn der Stahl-auf-Stahl-Test durchgeführt wird. Die Thwing-Albert-Software (MAP) steuert die Bewegung und die Datenerfassung des Geräts.

**[0234]** Das Gerät und die Software werden darauf eingestellt, die Kreuzkopfposition und Kraftdaten mit einer Geschwindigkeit von 50 Punkten/Sek. zu erfassen. Die Kreuzkopfgeschwindigkeit (welche den Stempel bewegt) für die Probenprüfung wird auf 0,20 Zoll/min eingestellt (die Testgeschwindigkeit für Stahl-auf-Stahl wird auf 0,05 Zoll/min eingestellt. Kreuzkopfposition und Kraftdaten werden im Kraftmessdosenbereich von ungefähr 5 bis 1500 Gramm während der Kompression aufgezeichnet. Der Kreuzkopf ist darauf programmiert nach dem Überschreiten von 1500 Gramm sofort zu stoppen, die Dicke bei diesem Druck (T<sub>max</sub> genannt) aufzuzeichnen, und unverzüglich die Richtung mit der gleichen Geschwindigkeit umzukehren, mit der die Kompression durchgeführt wurde. Während diesem Dekompressionsteil der Prüfung (auch Erholung genannt) werden Daten zwischen ungefähr 1500 und 5 Gramm erhoben. Da die Fläche des Stempels ein Quadratzoll beträgt, entsprechen die aufgezeichneten Daten einem Druck in Einheiten von g/Zoll<sup>2</sup>. Die MAP-Software ist program-

miert, an spezifischen Druckfangstellen von 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 1000 und 1250 g/Zoll<sup>2</sup> 15 Kreuzkopfpositionswerte (jeweils für Kompression und Erholung) auszuwählen, (d. h. die Kreuzkopfposition des allernächsten erfassten Datenpunktes nachdem jede Druckfangstelle passiert wurde). Neben diesen gesammelten 30 Fangstellen wird auch  $T_{\max}$  aufgezeichnet, wobei es sich um die Dicke bei aufgebrachtem Maximaldruck während der Prüfung (ungefähr 1500 g/Zoll<sup>2</sup>) handelt.

**[0235]** Da das Prüfsystem, einschließlich der Lastzelle, insgesamt nicht vollkommen starr ist, wird mindestens zweimal pro Prüfpartie ein Stahl-auf-Stahl-Test durchgeführt (d. h. nichts zwischen dem Stempel und dem Amboss), um einen Satz durchschnittlicher Stahl-auf-Stahl-Kreuzkopfposition an jeder der oben beschriebenen 31 Fangstellen zu erhalten. Diese Stahl-auf-Stahl-Kreuzkopfpositionsdaten werden von den entsprechenden Kreuzkopfpositionsdaten an jeder Falle für jede geprüfte Stapelprobe abgezogen, was dann die Stapeldicke (mil) an jeder Druckfangstelle beim Kompressionsteil, Maximaldruckteil, und Erholungsteil der Prüfung ergibt.

$$\text{StapelT(Fangstelle)} = \text{StapelCP(Fangstelle)} - \text{StahlCP(Fangstelle)}$$

Wobei:

Fangstelle	= Fangstellendruck bei entweder Kompression, Erholung oder Maximum
StapelT	= Stapeldicke (bei Fangstellendruck)
StapelCP	= Kreuzkopfposition des Stapels im Test (bei Fangstellendruck)
StahlCP	= Kreuzkopfposition des Stahl-auf-Stahl-Tests (bei Fangstellendruck)

**[0236]** Ein fünf (5) gebrauchsfähige Einheiten dicker Stapel wird wie nachfolgend beschrieben für die Prüfung vorbereitet. Die Mindestgröße einer gebrauchsfähigen Einheit beträgt 2,5 Zoll mal 2,5 Zoll. Allerdings wird für die Prüfung ein größeres Blatt bevorzugt, da es einfacher ist, den mittleren Bereich, in dem die Kompressionsprüfung durchgeführt wird, bei der Handhabung nicht zu berühren. Für normales perforiertes Toilettenpapier auf der Rolle bedeutet dies, dass fünf (5) Sätze aus 3 miteinander verbundenen gebrauchsfähigen Einheiten entfernt werden. In diesem Fall wird die Prüfung an der mittleren gebrauchsfähigen Einheit durchgeführt, und die äußeren 2 gebrauchsfähigen Einheiten werden für die Handhabung beim Entfernen von der Rolle und beim Aufstapeln benutzt. Für andere Produktformate ist es ratsam, wenn möglich, eine Testblattgröße zu erstellen (je eine gebrauchsfähige Einheit dick), die groß genug ist, dass der innere Prüfbereich des erstellten 5 gebrauchsfähige Einheiten dicke Stapel niemals berührt, gedehnt, oder belastet wird, aber mit Abmessungen, die 14 Zoll mal 6 Zoll nicht überschreiten.

**[0237]** Die 5 Blätter (je eine gebrauchsfähige Einheit dick) mit ungefähr den gleichen Abmessungen werden aufeinander gelegt, mit ihrer Maschinenaufrichtung in dieselbe Richtung ausgerichtet, die Außenfläche in dieselbe Richtung zeigend, und ihren Kanten auf +/-3 mm voneinander ausgerichtet. Der mittlere Bereich des Stapels, in dem die Kompressionsprüfung stattfinden wird, darf niemals berührt, gedehnt, und/oder belastet werden (das beinhaltet die Oberfläche niemals mit der Hand der einer anderen Vorrichtung vor der Test 'glatt-zustreichen').

**[0238]** Der 5-Blatt-Stapel wird auf den Amboss gelegt, und so positioniert, dass der Stempel den mittleren Bereich des Stapels (für den ersten Kompressionstest) an einer unberührten Stelle kontaktiert, wobei Raum für einen nachfolgenden (zweiten) Kompressionstest bleibt, also im mittleren Bereich des Stapels aber bei ¼ Zoll oder mehr vom ersten Kompressionstest getrennt, sodass sich beide Prüfungen an unberührten, voneinander getrennten Stellen in dem mittleren Bereich des Stapels befinden. Von diesen beiden Prüfungen wird eine durchschnittliche Kreuzkopfposition des Stapels bei jedem Fangstellendruck (d. h. StapelCP(Fangstelle)) für den Kompressions-, Maximaldruck- und Erholungsteil der Prüfung berechnet. Dann wird mithilfe der Stahl-auf-Stahl-Kreuzkopffangstellen (d. h. StahlCP(Fangstelle)) die durchschnittliche Dicke an jeder Fangstelle (d. h. StapelT(Fangstelle)) berechnet (mil).

**[0239]** Die Stapelkomprimierbarkeit wird hier als der absolute Wert der linearen Steigung der Stapeldicke (mil) in Abhängigkeit des  $\log(10)$  des allseitig gleichen Drucks (Gramm/Zoll<sup>2</sup>) unter Verwendung der zuvor erörterten 15 Kompressionsfangstellenpunkte (d. h. Kompression von 10 bis 1250 g/Zoll<sup>2</sup>) in einer Methode der Regression der kleinsten Quadrate definiert. Die Einheiten für die Stapelkomprimierbarkeit sind mil/( $\log(g/Zoll^2)$ ), und sie werden auf 0,1 mil/( $\log(g/Zoll^2)$ ) genau angegeben.

**[0240]** Bauschelastizität wird aus dem Stapelgewicht pro Einheitsfläche und der Summe von 8 StapelT(Fangstelle)-Dickewerten vom Maximaldruck- und Erholungsteil der Prüfung berechnet: d. h. an Maximaldruck- ( $T_{\max}$ ) und Erholungsfangstellenpunkten bei R1250, R1000, R750, R500, R300, R100, und R10 g/Zoll<sup>2</sup> (ein vorange-

stelltes „R“ bedeutet, dass diese Fangstellen aus dem Erholungsteil der Prüfung stammen). Das Stapelgewicht pro Einheitsfläche wird, nachdem die Kompressionsprüfung abgeschlossen ist, im selben Bereich des Stapels gemessen, der mit dem Stempel in Kontakt war, indem mit einer Präzisionsstanzmaschine ein Quadrat von (üblicherweise) 3,50 Quadratzoll ausgeschnitten wird, und auf einer geeichten, 3-Dezimalstellen-Waage auf 0,001 Gramm genau gewogen wird. Das Gewicht des präzise geschnittenen Stapels, zusammen mit den StapelT (Fangstelle)-Daten bei jedem vorgeschriebenen Fallendruck (wobei jeder Punkt ein Durchschnitt der beiden zuvor erörterten Kompressions-/Erholungsprüfungen ist), wird in der folgenden Gleichung verwendet, um die Bauschelastizität zu berechnen, die in  $\text{cm}^3/\text{g}$  auf 0,1  $\text{cm}^3/\text{g}$  genau angegeben werden.

$$\text{Bauschelastizität} = \frac{\text{SUM}(\text{StapelT}(T_{\text{max}}, R1250, R1000, R750, R500, R300, R100, R10)) * 0,00254}{M/A}$$

Wobei:

StapelT = Stapeldicke (bei Fangstellendruck von T<sub>max</sub> und oben aufgeführten Erholungsdrücken), (mil)  
 M = Gewicht eines präzise geschnittenen Stapels, (Gramm)  
 A = Fläche eines präzise geschnittenen Stapels, ( $\text{cm}^2$ )

#### Prüfverfahren für Plattensteifigkeit

**[0241]** Wie hierin verwendet, ist eine „Plattensteifigkeits“-Prüfung eine Messung der Steifigkeit einer flachen Probe bei der Verformung nach unten in ein Loch unter der Probe. Für den Test wird die Probe als Endlosplatte mit einer Dicke „t“ ausgebildet, die auf einer flachen Oberfläche liegt, auf der sie über einem Loch mit dem Radius „R“ zentriert ist. Eine Zentralkraft „F“, die auf dem Papiertuch direkt über der Mitte des Lochs angelegt wird, verformt das Papiertuch nach unten in das Loch über eine Distanz „w“. Für ein linear elastisches Material kann die Verformung prognostiziert werden durch:

$$w = \frac{3F}{4\pi Et^3} (1 - \nu)(3 + \nu)R^2$$

wobei „E“ das effektive lineare Elastizitätsmodul, „ν“ die Poissonzahl, „R“ der Radius des Lochs, und „t“ die Dicke des Papiertuchs ist, die als die Dicke angenommen wird, die in Millimeter an einem Stapel aus 5 Papiertuchblättern unter einer Belastung von etwa 0,29 psi gemessen wurde. Wenn die Poissonzahl als 0,1 angenommen wird (das Ergebnis reagiert auf diesen Parameter nicht sehr empfindlich, daher dürfte die Ungenauigkeit auf Grund des angenommenen Werts gering ausfallen), kann die vorherige Gleichung für „w“ umgeschrieben werden, um das tatsächliche Modul als eine Funktion der Flexibilitätstestresultate zu schätzen:

$$E \approx \frac{3R^2 F}{4t^3 w}$$

**[0242]** Die Prüfung wird mit einer MTS Alliance RT/1, Insight Renew, oder einem ähnlichen Prüfmaschinenmodell (MTS Systems Corp., Eden Prairie, Minn.), mit einer 50-Newton-Lastzelle, und einer Datenerfassungsrate von mindestens 25 Belastungspunkten pro Sekunde durchgeführt. Während ein Stapel aus 5 Papiertuchblättern (der ohne Knicken, Drücken, oder Belasten erzeugt wurde) mindestens 2,5 Zoll mal 2,5 Zoll, aber nicht größer als 5,0 Zoll mal 5,0 Zoll, mit allen Blättern in dieselbe Richtung ausgerichtet, zentriert über einem Loch mit einem Radius von 15,75 mm auf einer Auflageplatte liegt, sinkt eine stumpfe Sonde mit einem Radius von 3,15 mm bei einer Geschwindigkeit von 20 mm/min ab. Für normales perforiertes Toilettenpapier auf der Rolle besteht die Probenvorbereitung im Entfernen von fünf (5) miteinander verbundenen gebrauchsfähigen Einheiten und dem sorgsam Formen eines 5-Blatt-Stapels im Akkordeon-Stil, wobei nur an den perforierten Linien gefaltet wird. Wenn die Sondenspitze bis auf 1 mm unter die Ebene der Auflageplatte abgesunken ist, wird die Prüfung beendet. Es wird die maximale Neigung (bei Regression unter Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate) in Gramm Kraft/mm über einen Abstand von 0,5 mm zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Prüfung aufgezeichnet (diese maximale Neigung tritt in der Regel am Ende des Stoßes statt). Die Lastzelle überwacht die angelegte Kraft und die Position der Sondenspitze im Verhältnis zur Ebene der Auflageplatte wird ebenfalls überwacht. Die Spitzenbelastung wird aufgezeichnet, und „E“ wird mit der oben genannten Gleichung berechnet.

**[0243]** Die Plattensteifigkeit „S“ pro Einheitsbreite kann dann berechnet werden als:

$$S = \frac{Et^3}{12}$$

und wird in Newton·Millimeter-Einheiten ausgedrückt. Das Testworks-Programm verwendet die folgende Formel zum Berechnen der Steifigkeit (oder sie kann manuell aus den Rohdaten berechnet werden):

$$S = \left( \frac{F}{w} \right) \left[ \frac{(3 + \nu)R^2}{16\pi} \right]$$

wobei „F/w“ die maximale Steigung (Kraft dividiert durch Durchbiegung) ist, „ $\nu$ “ ist die als 0,1 angenommene Poissonzahl, und „R“ ist der Ringradius.

**[0244]** Derselbe Probenstapel (wie oben verwendet) wird dann umgedreht und auf die gleiche Weise wie zuvor beschrieben wiederholt geprüft. Diese Prüfung wird noch dreimal (mit anderen Probenstapeln) durchgeführt. Somit werden acht S-Werte aus vier 5-Blatt-Stapeln derselben Probe berechnet. Der numerische Durchschnitt dieser acht S-Werte wird für die Probe als Plattensteifigkeit angegeben.

### Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten

#### Hintergrund

**[0245]** Reibung ist die Kraft, die der relativen Bewegung zwischen zwei sich gegeneinander reibenden soliden Oberflächen, Fluidschichten und Materialelementen widersteht. Von besonderem Interesse ist hier, dass „trockene“ Reibung seitlicher relativer Bewegung zwischen zwei sich kontaktierenden soliden Oberflächen widersteht. Trockene Reibung wird weiter in statische Reibung zwischen sich nicht-bewegenden Oberflächen, und kinetische Reibung zwischen sich bewegenden Oberflächen unterteilt. „Haft-/Gleit“, wie hier verwendet, ist der Begriff, der verwendet wird um eine dynamische Variation der kinetischen Reibung zu beschreiben.

**[0246]** Reibung selbst ist keine Naturkraft, sondern entsteht aus elektromagnetischen Naturkräften zwischen den geladenen Teilchen, die die beiden sich berührenden Oberflächen ausmachen. Bei texturierten Oberflächen sind auch mechanische Wechselwirkungen involviert, wie es der Fall ist, wenn Schleifpapier über eine Faserstruktur gezogen wird. Die Komplexität dieser Wechselwirkungen macht die Berechnung von Reibung anhand von Grundsätzen unmöglich und erfordert die Verwendung empirischer Methoden für die Analyse und die Entwicklung einer Theorie. Daher wurden ein spezielles Schlittenmaterial und ein spezielles Prüfverfahren identifiziert, welches eine Korrelation zum menschlichen Empfinden von Oberflächengefühl gezeigt hat.

**[0247]** Dieses Prüfverfahren für den Haft-/Gleitreibungskoeffizienten misst die Wirkung einer Diamantfeile (120–140er Körnung) auf die Oberfläche einer Probe, in diesem Fall einer Faserstruktur und/oder einem Hygienepapierprodukt, bei einem Druck von etwa 32 g/Zoll<sup>2</sup> wie in den **Fig. 13** bis **Fig. 15** dargestellt. Die Reibungsmessungen sind stark abhängig von den Oberflächeneigenschaften des Schlittenmaterials, und da keiner der Schlitten einen 'genormten' Referenzwert hat, wird der Schlitten-zu-Schlitten-Oberflächeneigenschaftsvariation durch das Testen einer Probe mit mehreren Schlitten, gemäß der nachfolgend beschriebenen Ausrüstung und dem Verfahren, Rechenschaft getragen.

#### Ausrüstung und Setup

**[0248]** Es wird ein Thwing-Albert (14 W. Collings Ave., West Berlin, NJ) Reibungs-/Abschälprüfgerät (Modell 225-1) oder Ähnliches, falls nicht mehr erhältlich, verwendet, das mit Datenerfassungssoftware und einer 2000 Gramm-Lastzelle, die sich horizontal über die Plattform bewegt, ausgestattet ist. An der Lastzelle ist ein kleiner Metallbeschlag (hier als „Lastzellenarm“ definiert) befestigt, welcher ein kleines Loch dicht am Ende aufweist, sodass eine Schlittenschnur daran befestigt werden kann (für diese Verfahren wird allerdings keine Schnur verwendet). In das Loch des Lastzellenarms wird eine Kopschraube ( $\frac{3}{4}$  Zoll Nr. 8–32) eingeführt, indem diese teilweise in die Öffnung geschraubt wird, sodass sie fest sitzt (nicht zu lose) und vertikal, senkrecht zum Lastzellenarm ausgerichtet ist.

**[0249]** Nachdem das Gerät eingeschaltet ist, stellt man die Prüfgeschwindigkeit des Geräts auf 2 Zoll/min und eine Prüfdauer von 10 Sekunden ein, und wartet dann mindestens 5 Minuten, um das Gerät warmlaufen zu lassen, bevor die Lastzelle auf Null gesetzt (ohne dass sie berührt wird) und mit der Prüfung begonnen wird. Die Kraftdaten werden von der Lastzelle mit einer Rate von 52 Punkten/Sek. erfasst, und auf 0,1 Gramm Kraft

genau angegeben. Man drückt die Taste „Zurück“, um den Kreuzkopf **201** wieder in die Ausgangsposition zu bewegen.

**[0250]** Eine Metalltestplattform mit einer glatten Oberfläche **200**, mit den Abmessungen 5 Zoll mal 4 Zoll mal  $\frac{3}{4}$  Zoll dick, wird auf die Plattenoberfläche des Prüfgeräts an der linken Seite der Lastzelle **203** gelegt, wobei einer der 4 Zoll mal  $\frac{3}{4}$  Zoll Seiten zur Lastzelle **203** zeigt, und 1,125 Zoll d von der äußersten linken Spitze des Lastzellenarms **202** angeordnet ist, wie in **Fig. 13** und **Fig. 15** dargestellt.

**[0251]** Die Durchführung dieser Prüfung erfordert sechzehn Testschlitten **204** (32 unterschiedliche Schlitteneroberflächen). Jeder wird aus einer doppelseitigen, Diamantfeile mit breiter Oberfläche **206** (25 mm × 25 mm, 120/140er Körnung, 1,2 mm dick, McMaster-Carr Teilenummer 8142A14) mit 2 flachen Metallunterlegscheiben **208** (ungefähr 11/16tel Zoll Außendurchmesser und ungefähr 11/32tel Zoll Innendurchmesser) hergestellt. Das Gesamtgewicht der Diamantfeile **206** und den 2 Unterlegscheiben **208** beträgt 11,7 Gramm +/– 0,2 Gramm (man wählt andere Unterlegscheiben bis das Gewicht innerhalb diesem Bereich liegt). Mit einem Metallverbindungsklebemittel (Loctite **430** oder ähnlich) werden die 2 Unterlegscheiben **208** an das c-förmige Ende **210** der Diamantfeile **206** (je eine auf jeder Seite) geklebt, und zwar so ausgerichtet und positioniert, dass die Öffnung **212** groß genug ist, dass die Kopfschraube **214** leicht hineinpasst und der Schlitten **204** eine Gesamtlänge von ungefähr 3 Zoll lang aufweist. Man reinigt den Schlitten **204**, indem man ihn nur mit dem Diamantseitenende **216** in ein Azetonbad taucht, während man gleichzeitig die Diamantfeile **206** sachte mit einer weichen Zahnbürste auf beiden Seiten 3 bis 6 Mal abbürstet. Die Feile wird aus dem Azetonbad entnommen und jede Seite mit Kimwipes trockengetupft (das Tuch nicht auf der Diamantoberfläche reiben, da dies Papiertuchteilchen auf der Schlitteneroberfläche hinterlassen kann). Es wird mindestens 15 Minuten, bevor der Schlitten **204** für eine Prüfung verwendet wird. Es wird jede Seite des Schlittens **204** (auf dem Arm oder der Unterlegscheibe, nicht auf der Diamantoberfläche) mit einer eindeutigen Kennung markiert (d. h. der erste Schlitten wird mit „1a“ auf einer Seite, und mit „1b“ auf der anderen Seite markiert). Wenn alle 16 Schlitten **204** erzeugt und markiert sind, stehen 32 verschiedene Diamantoberflächen für die Prüfung zur Verfügung, die mit 1a und 1b bis 16a und 16b markiert sind. Die Schlitten **204** müssen als zerbrechlich behandelt werden (insbesondere die Diamantoberflächen) und vorsichtig gehandhabt werden; daher werden sie in einer Einschubkassette oder einem ähnlichem Schutzbehälter aufbewahrt.

#### Probenvorbereitung

**[0252]** Wenn die zu prüfende Probe Toilettenpapier in der Form einer perforierten Rolle ist, werden vorsichtig 8 Sets mit 2 miteinander verbundenen Blättern von einer Rolle getrennt, wobei nur die Ecken berührt werden (nicht die Bereiche, die mit dem Testschlitten in Kontakt kommen werden). Bei Bedarf eine Schere oder einen anderen Probenschneider verwenden. Wenn die Probe in einer anderen Form vorliegt, werden 8 Sets aus etwa 8 Zoll Länge in Maschinenaufrichtung mal etwa 4 Zoll Länge in Querrichtung, mit jeweils einer Dicke von einer gebrauchsfähigen Einheit, geschnitten. Es wird eine Notiz und/oder eine Markierung vorgenommen, die die beiden Seiten von jeder Probe differenziert (z. B. Gewebeseite oder Siebseite, Oberseite oder Unterseite usw.). Wenn die Probenvorbereitung abgeschlossen ist, liegen 8 Blätter mit entsprechenden Markierungen vor, die eine Seite von der anderen unterscheiden. Diese werden nachfolgend als Blätter Nr. 1 bis Nr. 8 bezeichnet, jedes Blatt mit einer Oberseite und einer Unterseite.

#### Testverfahren

**[0253]** Man drückt die Taste „Zurück“, um sicherzustellen, dass sich der Kreuzkopf **201** in der Ausgangsposition befindet.

**[0254]** Ohne den Prüfbereich zu berühren, wird Blatt Nr. 1 **218** mit der Oberseite nach oben zeigend auf die Prüfplattform **200** gelegt, wobei die Querrichtungskante (d. h. die Kante, die parallel zur Querrichtung verläuft) von einem der Blätter entlang der Kante der Plattform **218** ausgerichtet wird, die der Lastzelle **202** am nächsten ist (+/–1 mm). Diese erste Prüfung (Zug) von insgesamt 32 wird in Maschinenaufrichtung auf der Oberseite von Blatt **218** durchgeführt. Man legt ein Stangengewicht aus Messing oder gleichwertiges **220** (1 Zoll Durchmesser, 3,75 Zoll lang) auf das Blatt **218**, in der Nähe der Mitte, rechtwinklig zur Zugrichtung des Schlittens, um ein Verschieben des Blattes **218** während der Prüfung zu verhindern. Man legt den Prüfschlitten „1a“ **204** über die Kopfschraube **214** (d. h. die Unterlegscheibenöffnung des Schlittens **212** über den Schraubenkopf **214**, wobei die Schlittenseite 1a nach unten zeigt), so dass die Diamantfeilenoberfläche **206** flach und parallel zur Blattoberfläche **218** aufliegt und die Kopfschraube **214** die Innenseite der Unterlegscheibe **208** berührt.

**[0255]** Man legt vorsichtig einen zylindrisch geformtes 20-Gramm-Messinggewicht **222** (+/-0,01 Gramm) auf die Oberseite des Schlittens **204**, wobei die Seite des Gewichts mit dem hinteren Ende des Schlittens ausgerichtet und auf diesem zentriert wird. Die Bewegung des Schlittens **m** und die Datenerfassung werden durch Drücken der Taste „Test“ auf dem Gerät ausgelöst. Das Setup der Prüfung ist in **Fig. 15** dargestellt. Der Computer erfasst die Kraftdaten (Gramm) und, nach einer Prüfdauer von ungefähr 10 Sekunden ist dieser erste von 32 Zugversuchen der gesamten Prüfung abgeschlossen.

**[0256]** Wenn der Zugversuch korrekt eingerichtet war, bleibt die Diamantfeilenoberfläche **206** (25 mm mal 25 mm im Quadrat) mit dem Blatt **218** während der gesamten 10-Sekunden-Prüfdauer in Kontakt (d. h. ragt nicht über das Blatt **218** oder die Kante der Prüfplattform **200** hinaus). Ebenfalls, wenn sich das Blatt **218** zu irgendeinem Zeitpunkt während der Prüfung bewegt, ist die Prüfung ungültig und muss an einem anderen Abschnitt des Blattes **218** wiederholt werden, wobei ein schwereres Stangengewicht aus Messing oder ein Äquivalent **220** verwendet wird, um das Blatt **218** festzuhalten. Wenn das Blatt **218** einreißt oder durchreißt, wird die Prüfung auf einem anderen unberührten Abschnitt des Blattes **218** wiederholt (oder ein neues Blatt **218** von der Probe hergestellt). Wenn es wieder reißt, dann wird der Schlitten **204** durch einen anderen ersetzt (wobei dieser den Namen des ersetzten Schlittens erhält). Diese Aussagen treffen auf alle 32 Zugversuche zu.

**[0257]** Für den zweiten der 32 Zugversuche (auch ein Zugversuch in Maschinenlaufrichtung, aber in die entgegengesetzte Richtung des Blattes), wird zuerst das 20-Gramm-Gewicht **222**, den Schlitten **204** und das Stangengewicht aus Messing oder das Äquivalent **220** von dem Blatt **218** entfernt. Die Taste „Zurück“ drücken, um den Kreuzkopf **201** wieder in die Ausgangsposition zurückzusetzen. Das Blatt **218** wird um 180° gedreht (mit der Oberseite immer noch nach oben zeigend), und das Stangengewicht aus Messing oder Äquivalent **220** wird wieder auf dem Blatt **218** angebracht (in derselben Position, wie zuvor beschrieben). Der Prüfschlitten „1b“ **204** wird über den Kopf der Kopfschraube **214** gelegt (d. h. die Unterlegscheibenöffnung **212** des Schlittens über den Schraubenkopf **214**, wobei die Schlittenseite 1b nach unten zeigt) und das 20-Gramm-Gewicht **222** auf den Schlitten **204**, auf die gleiche Weise wie zuvor beschrieben. Die Taste „Test“ drücken, um die Daten für den zweiten Zugversuch zu erfassen.

**[0258]** Der dritte Zugversuch wird in Querrichtung ausgeführt. Nach dem Entfernen des Schlittens **204**, der Gewichte **220**, **222**, und dem Zurückfahren des Kreuzkopfes **201** wird das Blatt **218** um 90 Grad von seiner vorherigen Position gedreht (mit der Oberseite immer noch nach oben zeigend) und so positioniert, dass seine Maschinenlaufrichtungskante an der Kante der Prüfplattform **200** ausgerichtet ist (+/-1 mm). Das Blatt **218** wird so positioniert, dass der Schlitten **204** keine der Perforationen berührt, falls vorhanden, oder den Bereich berührt, in dem das Stangengewicht aus Messing oder Äquivalent **220** im vorherigen Zugversuch gelegen hat. Das Stangengewicht aus Messing oder Äquivalent **220** wird auf das Blatt **218** in der Nähe der Mitte gelegt und rechtwinklig zur Zugrichtung **m** des Schlittens ausgerichtet. Der Prüfschlitten „2a“ **204** wird über den Kopf der Kopfschraube **214** (d. h. die Unterlegscheibenöffnung **212** des Schlittens über den Schraubenkopf **214** gelegt, wobei die Schlittenseite 2a nach unten zeigt) und das 20-Gramm-Gewicht **222** auf den Schlitten **204**, auf die gleiche Weise wie zuvor beschrieben. Die Taste „Test“ drücken, um die Daten für den dritten Zugversuch zu erfassen.

**[0259]** Der vierte Zugversuch wird ebenfalls in Querrichtung ausgeführt, aber in die entgegengesetzte Richtung und auf dem entgegengesetzten halben Abschnitt des Blattes **218**. Nach dem Entfernen des Schlittens **204**, der Gewichte **220**, **222**, und dem Zurückfahren des Kreuzkopfes **201** wird das Blatt **218** um 180° von seiner vorherigen Position gedreht (mit der Oberseite immer noch nach oben zeigend) und so positioniert, dass seine Maschinenlaufrichtungskante wieder an der Kante der Prüfplattform **200** ausgerichtet ist (+/-1 mm). Das Blatt **218** wird so positioniert, dass der Schlitten **204** keine der Perforationen berührt, falls vorhanden, oder den Bereich berührt, in dem das Stangengewicht aus Messing oder Äquivalent **220** im vorherigen Zugversuch gelegen hat. Das Stangengewicht aus Messing oder Äquivalent **220** wird auf das Blatt **218** in der Nähe der Mitte gelegt und rechtwinklig zur Zugrichtung **m** des Schlittens ausgerichtet. Der Prüfschlitten „2b“ **204** wird über den Kopf der Kopfschraube **214** (d. h. die Unterlegscheibenöffnung **212** des Schlittens über den Schraubenkopf **214**, wobei die Schlittenseite 2b nach unten zeigt) und das 20-Gramm-Gewicht **222** auf den Schlitten **204** gelegt, auf die gleiche Weise wie zuvor beschrieben. Man drückt die Taste „Test“, um die Daten für den vierten Zugversuch zu erfassen.

**[0260]** Nachdem der vierte Zugversuch abgeschlossen ist, werden der Schlitten **204** und die Gewichte **220**, **222** entfernt und der Kreuzkopf **201** wieder in die Ausgangsposition zurückgefahren. Blatt Nr. 1 218 wird verworfen.

**[0261]** Die Zugversuche 5–8 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Unterseite von Blatt Nr. 2 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 3a, 3b, 4a, und 4b verwendet werden.

**[0262]** Die Zugversuche 9–12 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Oberseite von Blatt Nr. 3 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 5a, 5b, 6a, und 6b verwendet werden.

**[0263]** Die Zugversuche 13–16 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Unterseite von Blatt Nr. 4 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 7a, 7b, 8a, und 8b verwendet werden.

**[0264]** Die Zugversuche 17–20 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Oberseite von Blatt Nr. 5 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 9a, 9b, 10a, und 10b verwendet werden.

**[0265]** Die Zugversuche 21–24 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Unterseite von Blatt Nr. 6 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 11a, 11b, 12a, und 12b verwendet werden.

**[0266]** Die Zugversuche 25–28 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Oberseite von Blatt Nr. 7 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 13a, 13b, 14a, und 14b verwendet werden.

**[0267]** Die Zugversuche 29–32 werden auf die gleiche Weise wie 1–4 durchgeführt, mit der Ausnahme, dass nun die Unterseite von Blatt Nr. 8 218 nach oben zeigt, und die Schlitten 15a, 15b, 16a, und 16b verwendet werden.

#### Berechnungen und Ergebnisse

**[0268]** Die gesammelten Kraftdaten (Gramm) werden für die Berechnung des Haft-/Gleitreibungs-COF für jeden der 32 Zugversuche, und letztendlich auch für den gesamtdurchschnittlichen Haft-/Gleitreibungs-COF der geprüften Probe verwendet. Um den Haft-/Gleitreibungs-COF für jeden Zugversuch zu berechnen, werden die folgenden Berechnungen durchgeführt. Zuerst wird die Standardabweichung für die Kraftdaten auf den 131. Datenpunkt (welcher 2,5 Sekunden nach Beginn der Prüfung vorliegt) zentriert berechnet, +/-26 Datenpunkte (d. h. die 53 Datenpunkte die den Bereich von 2,0 bis 3,0 Sekunden abdecken). Diese Standardabweichungsberechnung wird für jeden nachfolgenden Datenpunkt wiederholt und nach dem 493. Punkt (etwa 9,5 Sekunden) gestoppt. Der numerische Durchschnitt dieser 363 Standardabweichungswerte wird dann durch das Schlittengewicht (31,7 g) geteilt und mit 10.000 multipliziert, um den Haft-/Gleitreibungs-COF·10.000 für jeden Zugversuch zu erhalten. Diese Berechnung wird für alle 32 Zugversuche wiederholt. Der numerische Durchschnitt von diesen 32 Haft-/Gleitreibungs-COF·10.000-Werten ist der als Haft-/Gleitreibungs-COF·10.000 ausgewiesene Wert für die Probe. Der Einfachheit halber wird dieser nur als Haft-/Gleitreibungs-COF und noch einfacher nur als Haft-/Gleit ohne Einheiten (dimensionslos) bezeichnet und auf 1,0 genau angegeben.

#### Ausreißer und Rauschen

**[0269]** Bei dem beschriebenen Verfahren ist es nicht ungewöhnlich zu beobachten, dass bei etwa einem der 32 Zugversuche die Kraftdaten eine Überlagerung mit Oberwellen von Schwingungen aufweisen. Aus welchem Grund auch immer gelangt der gezogene Schlitten ab und zu in einen relativ hochfrequenten, schwingenden 'Schüttel'-Zustand, welcher grafisch als Kraft/Zeit-Kurve dargestellt wird. Es wurde festgestellt, dass das sinuswellenartige Rauschen eine Frequenz von etwa 10 Sek<sup>-1</sup> und eine Amplitude im 3–5 Gramm Kraftbereich aufweist. Dadurch wird das tatsächliche Haft-/Gleitresultat für diese Prüfung verzerrt; folglich ist es angemessen, dass dieser Zugversuch als Ausreißer behandelt wird, die Daten gelöscht werden, und mit einer neuen Prüfung mit dem gleichen Szenario (z. B. Querrichtung Oberseite) und der gleichen Schlittenummer (z. B. 3a) ersetzt wird.

**[0270]** Um eine Schätzung der Gesamtmessstörung zu erhalten, wurden Durchgänge mit „Leerproben“ auf dem Prüfgerät durchgeführt, wobei die Lastzelle nicht berührt wurde (d. h. kein Schlitten). Die durchschnittliche Kraft von diesen Prüfungen ist Null Gramm, aber der berechnete Haft-/Gleit-COF war 66. Daher wird angenommen, dass für das Messsystem von diesem Gerät dieser Wert den absolut niedrigsten Haft-/Gleit-COF darstellt.

**[0271]** Die hierin offenbarten Abmessungen und Werte sollen nicht als streng auf die exakten angegebenen numerischen Werte beschränkt verstanden werden. Stattdessen soll, falls nichts anderes angegeben ist, jede

dieser Abmessungen die Bedeutung des angegebenen Werts und eines funktional angemessenen Bereichs, der diesen Wert umgibt, haben. Beispielsweise soll eine Abmessung, die als „40 mm“ offenbart ist, „etwa 40 mm“ bedeuten.

**[0272]** Jedes hierin genannte Dokument, einschließlich jeglicher Querverweise oder verwandter Patente oder Anmeldungen und jegliche Patentanmeldung oder jegliches Patent zu der diese Anmeldung Priorität oder den Nutzen davon beansprucht, ist hiermit durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin eingeschlossen, sofern es nicht ausdrücklich ausgeschlossen oder anderweitig eingeschränkt ist. Die Zitierung eines Dokuments bedeutet nicht, dass es als Stand der Technik für eine hierin offenbarte oder beanspruchte Ausführungsform anerkannt wird oder dass es allein oder in Kombination mit anderen genannten Literaturstellen eine solche Ausführungsform lehrt, nahelegt oder offenbart. Sollte ferner irgendeine Bedeutung oder Definition eines Begriffes in diesem Dokument mit irgendeiner Bedeutung oder Definition desselben Begriffes in einem durch Bezugnahme eingeschlossenen Dokument in Zwiespalt stehen, gilt die Bedeutung oder Definition, die dem Begriff in diesem Dokument zugewiesen wurde.

**[0273]** Obwohl bestimmte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dargestellt und beschrieben wurden, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass verschiedene weitere Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne vom Grundgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollen in den beigefügten Ansprüchen alle derartigen Änderungen und Modifikationen, die in den Schutzbereich der Erfindung fallen, abgedeckt sein.

### Patentansprüche

1. Hygienepapierprodukt, das mindestens eine Faserstrukturlage umfasst, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, die so hergestellt sind, dass das Hygienepapierprodukt eine Komprimierbarkeit von mehr als  $12 \mu\text{m}/(\log\text{-Pa})$  ( $46 \text{ mil}/(\log(\text{g}/\text{Zoll}^2))$ ) aufweist, wie gemäß dem Prüfverfahren für Stapelkomprimierbarkeit und Bauschelastizität gemessen und einer Plattensteifigkeit von unter  $5,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ , wie gemäß dem Prüfverfahren für Plattensteifigkeit gemessen.

2. Hygienepapierprodukt nach Anspruch 1, wobei die Zellstofffasern Holzstofffasern umfassen.

3. Hygienepapierprodukt nach Anspruch 1, wobei die Zellstofffasern Nicht-Holzstofffasern umfassen.

4. Hygienepapierprodukt nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Hygienepapierprodukt eine geprägte Faserstrukturlage umfasst.

5. Hygienepapierprodukt nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Hygienepapierprodukt eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst.

6. Hygienepapierprodukte nach Anspruch 5, wobei die 3D-gemusterte Faserstrukturlage eine durchluftgetrocknete Faserstrukturlage umfasst.

7. Hygienepapierprodukte nach Anspruch 6, wobei die durchluftgetrocknete Faserstrukturlage eine gekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage ist.

8. Hygienepapierprodukte nach Anspruch 6, wobei die durchluftgetrocknete Faserstrukturlage eine ungekreppte durchluftgetrocknete Faserstrukturlage ist.

9. Hygienepapierprodukte nach Anspruch 5, wobei die 3D-gemusterte Faserstrukturlage eine stoffgekreppte Faserstrukturlage umfasst.

10. Hygienepapierprodukte nach Anspruch 5, wobei die 3D-gemusterte Faserstrukturlage eine bandgekreppte Faserstrukturlage umfasst.

11. Hygienepapierprodukt nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Hygienepapierprodukt eine herkömmliche nassgepresste Faserstrukturlage umfasst.

12. Hygienepapierprodukt nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Hygienepapierprodukt eine Faserstrukturlage ohne Lotion umfasst.

13. Verfahren zur Herstellung eines Hygienepapierprodukts nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a. In-Kontakt-bringen eines gemusterten Formpresselements mit einer Faserstruktur, die eine Vielzahl von Zellstofffasern umfasst, sodass eine 3D-gemusterte Faserstrukturlage gebildet wird; und
- b. Herstellen eines Hygienepapierprodukts, das die 3D-gemusterte Faserstrukturlage umfasst.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

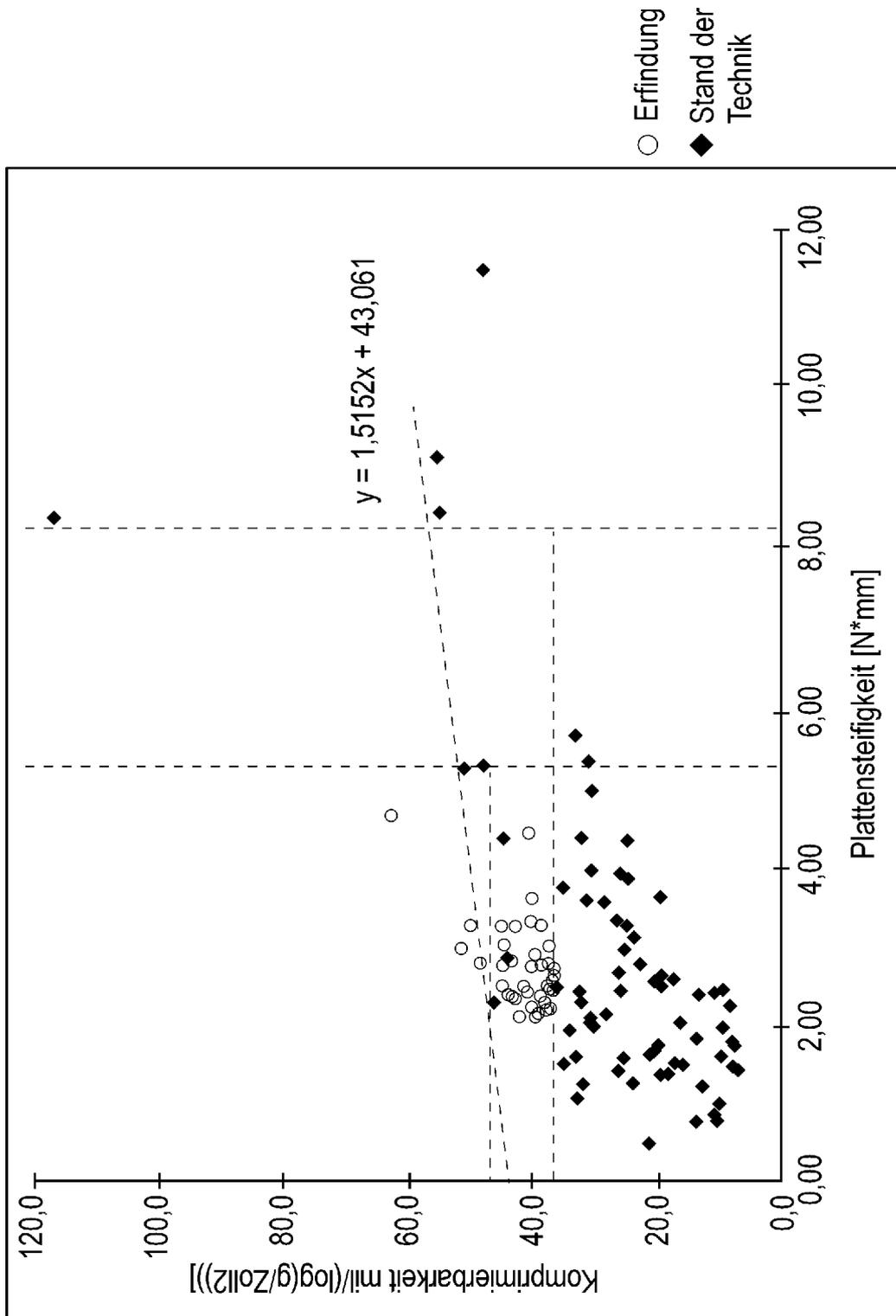


Fig. 1A

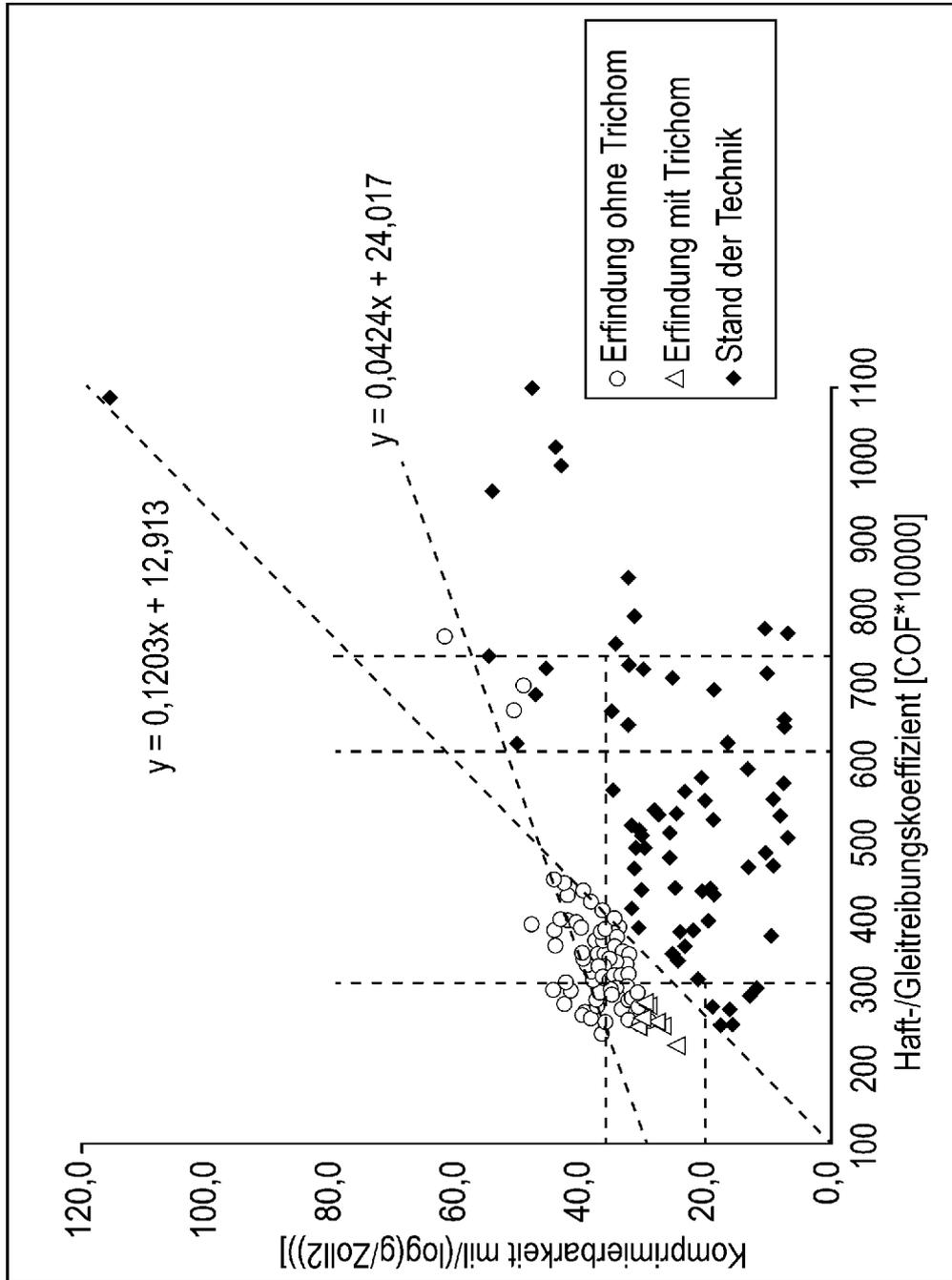


Fig. 1B

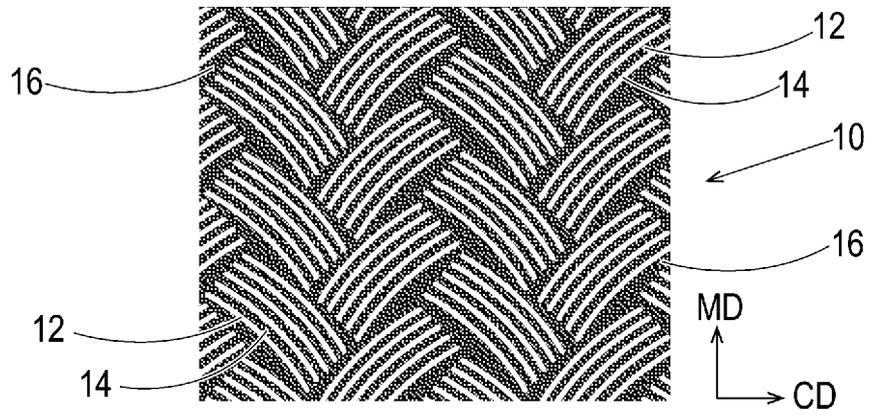


Fig. 2A

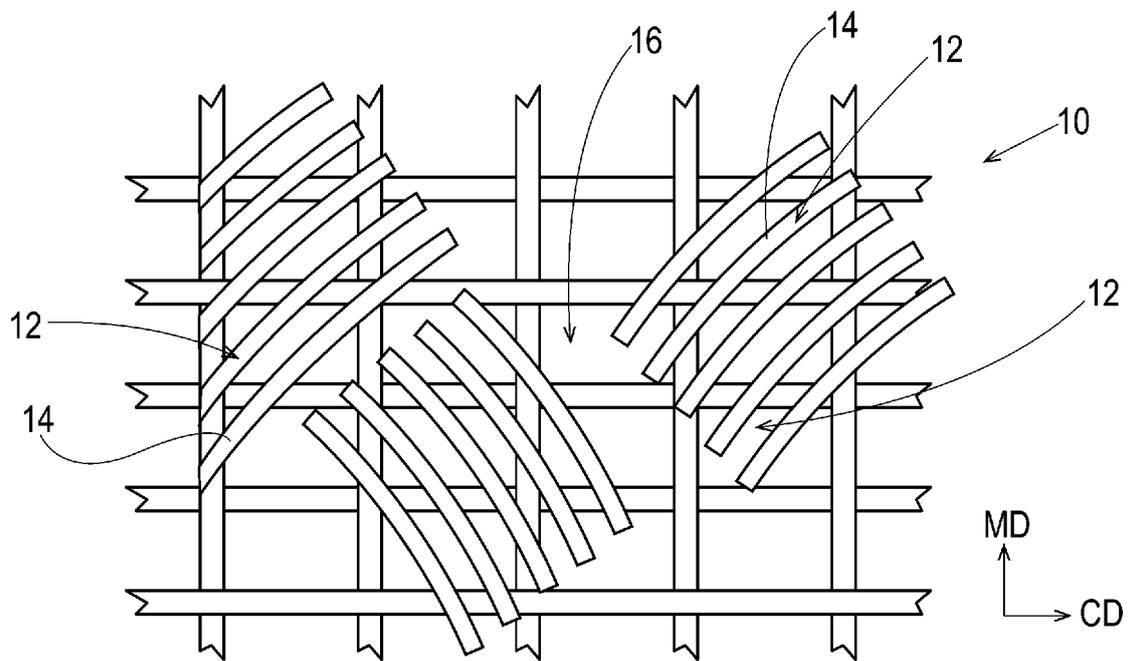


Fig. 2B

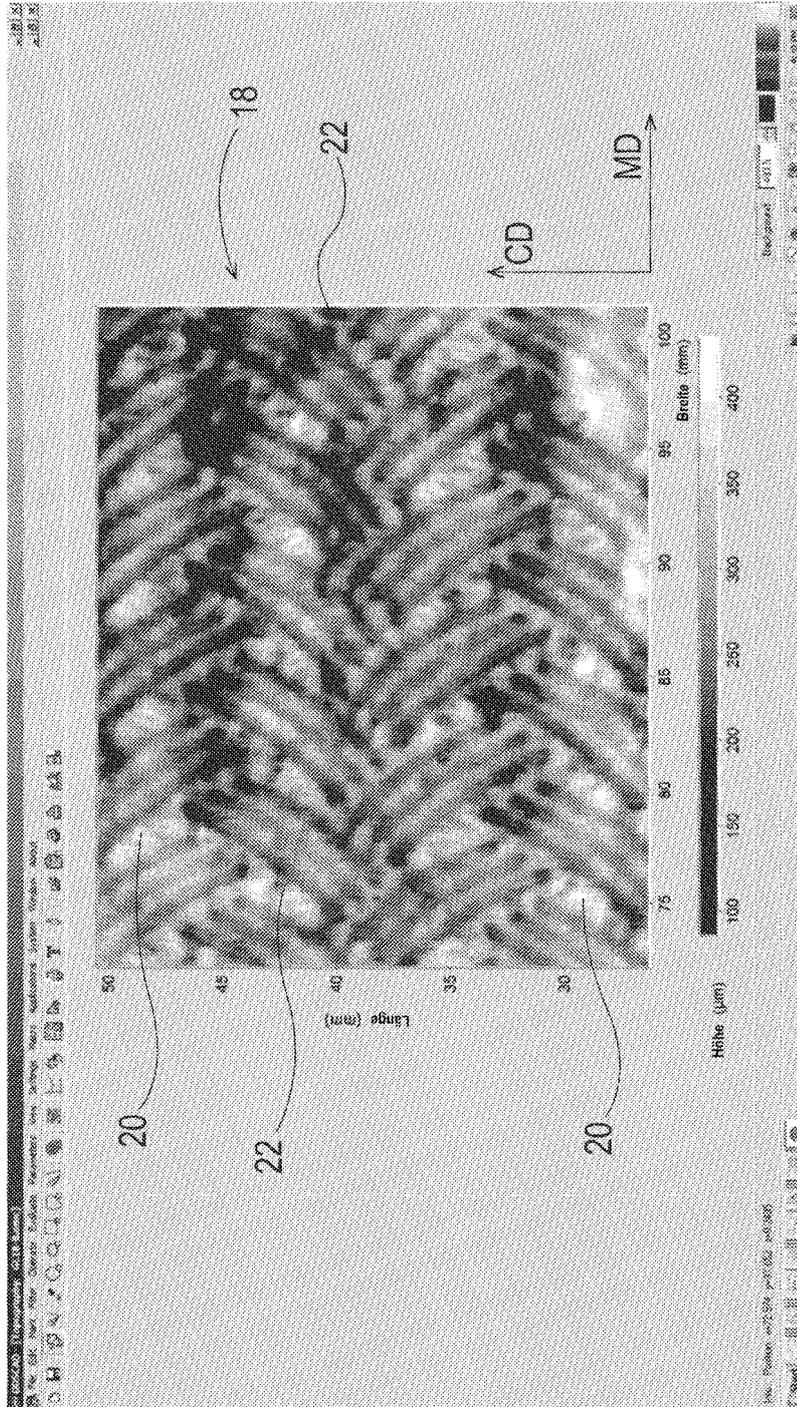


Fig. 3

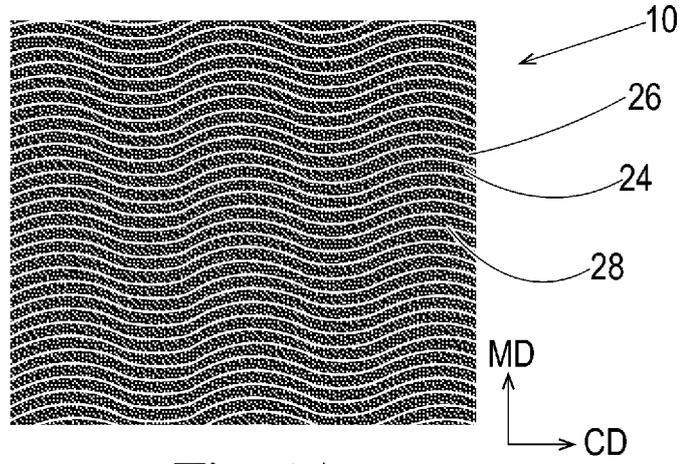


Fig. 4A

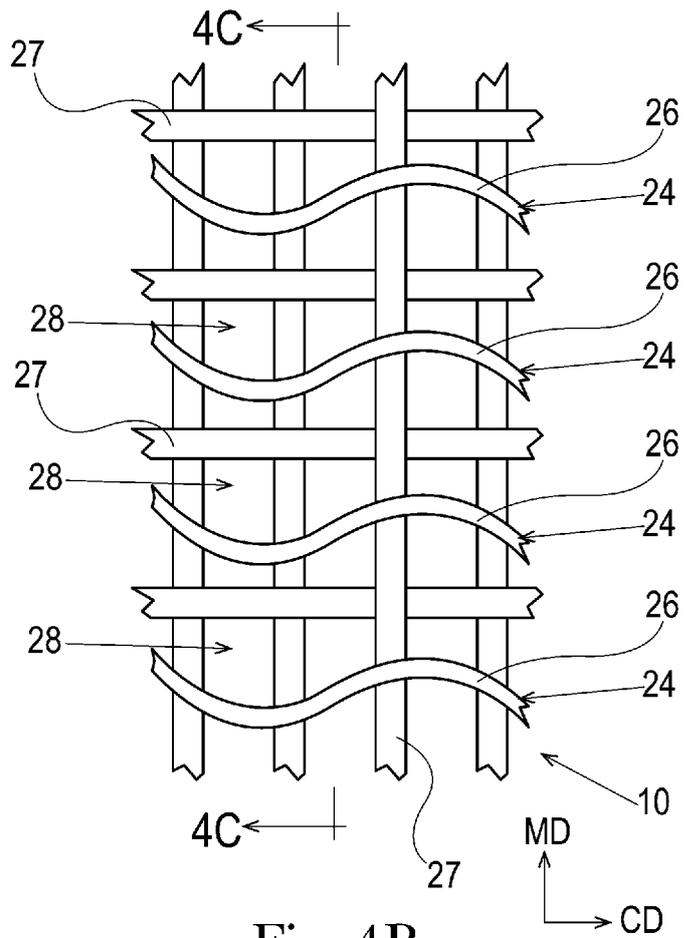


Fig. 4B

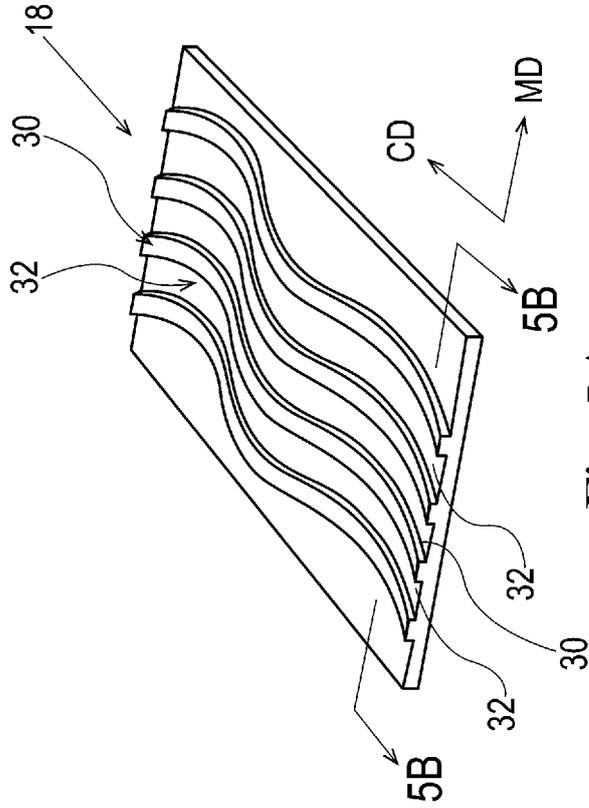


Fig. 5A

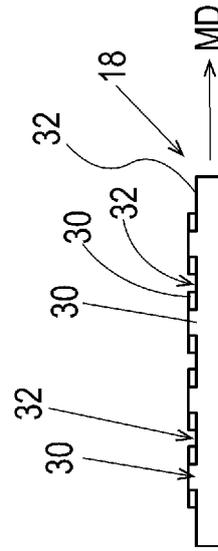


Fig. 5B

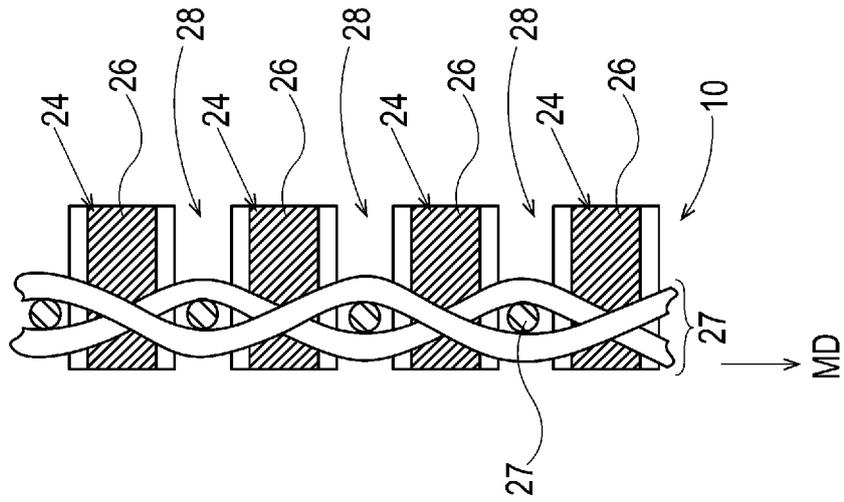


Fig. 4C

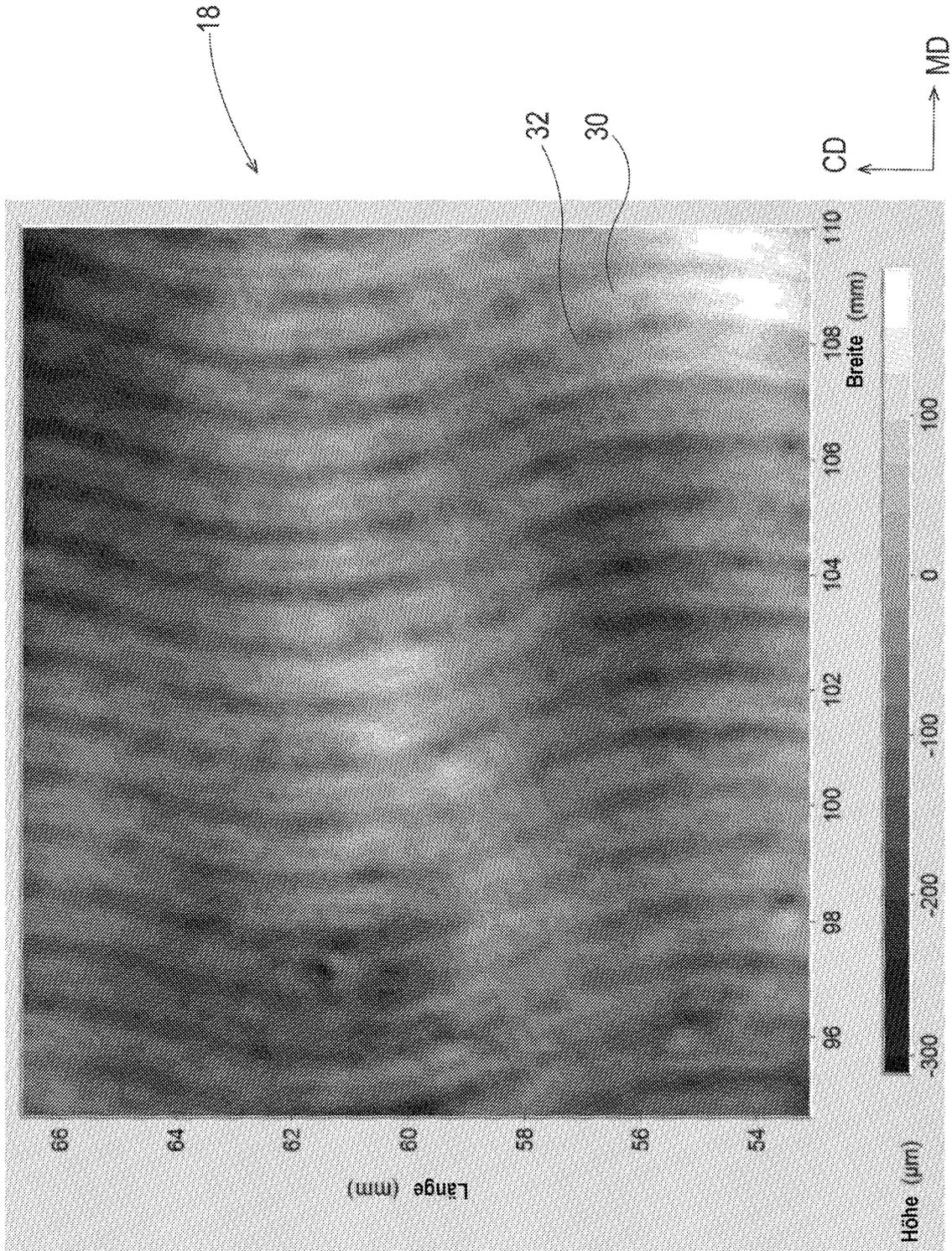


Fig. 5C

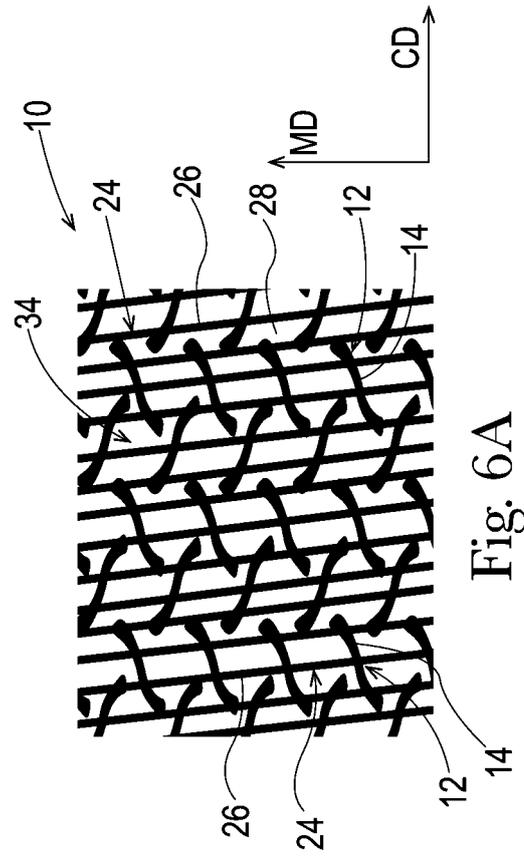
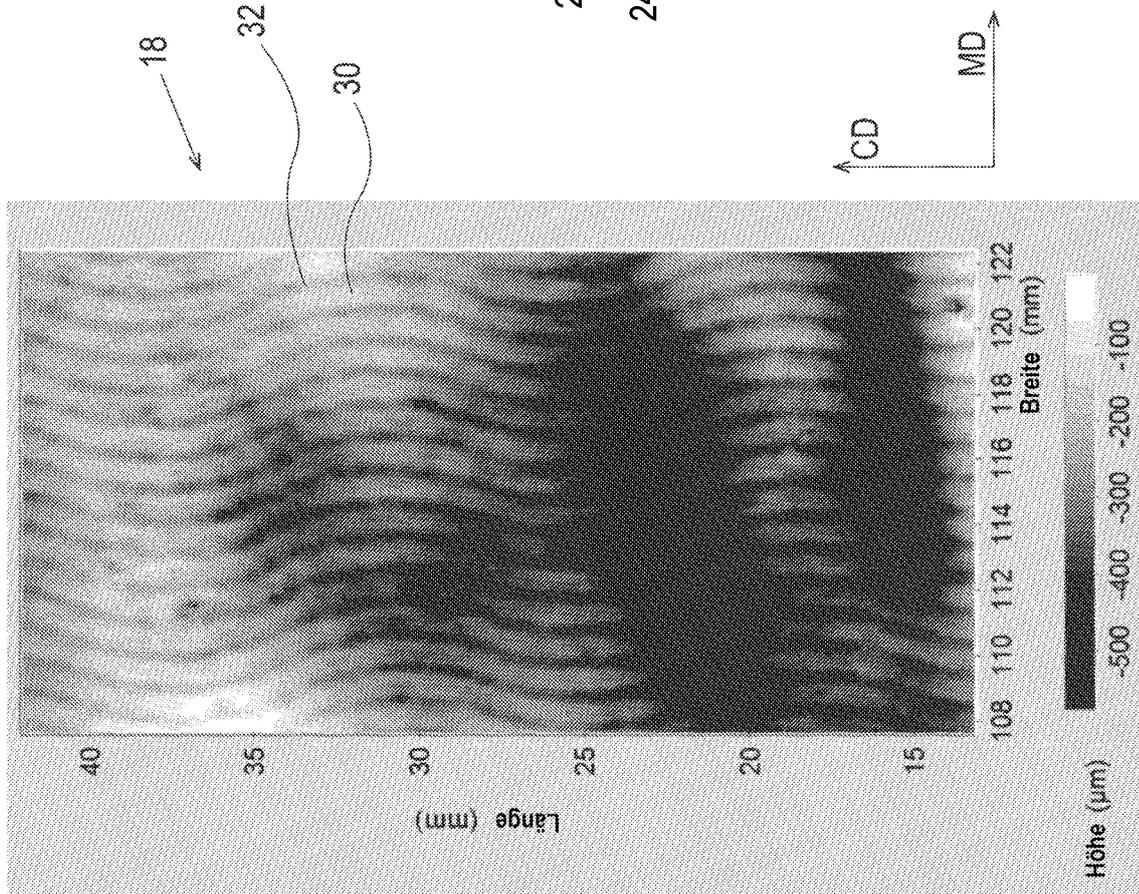


Fig. 6A

Fig. 5D

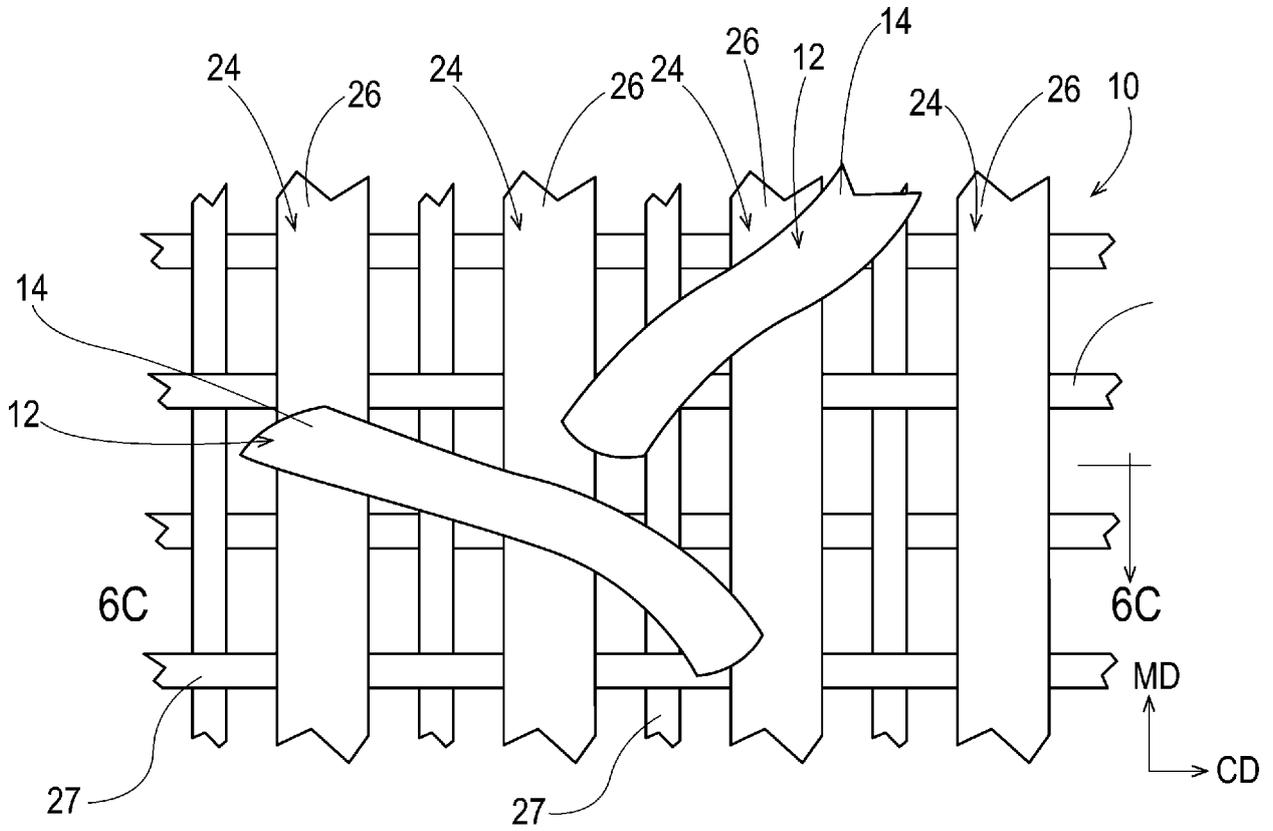


Fig. 6B

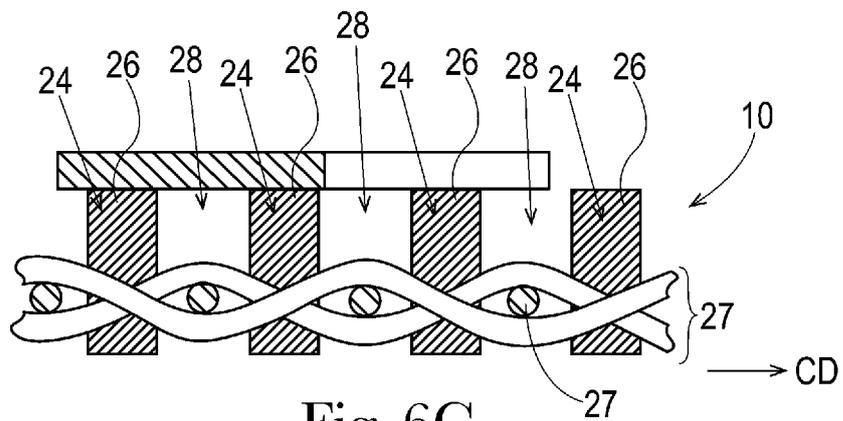


Fig. 6C



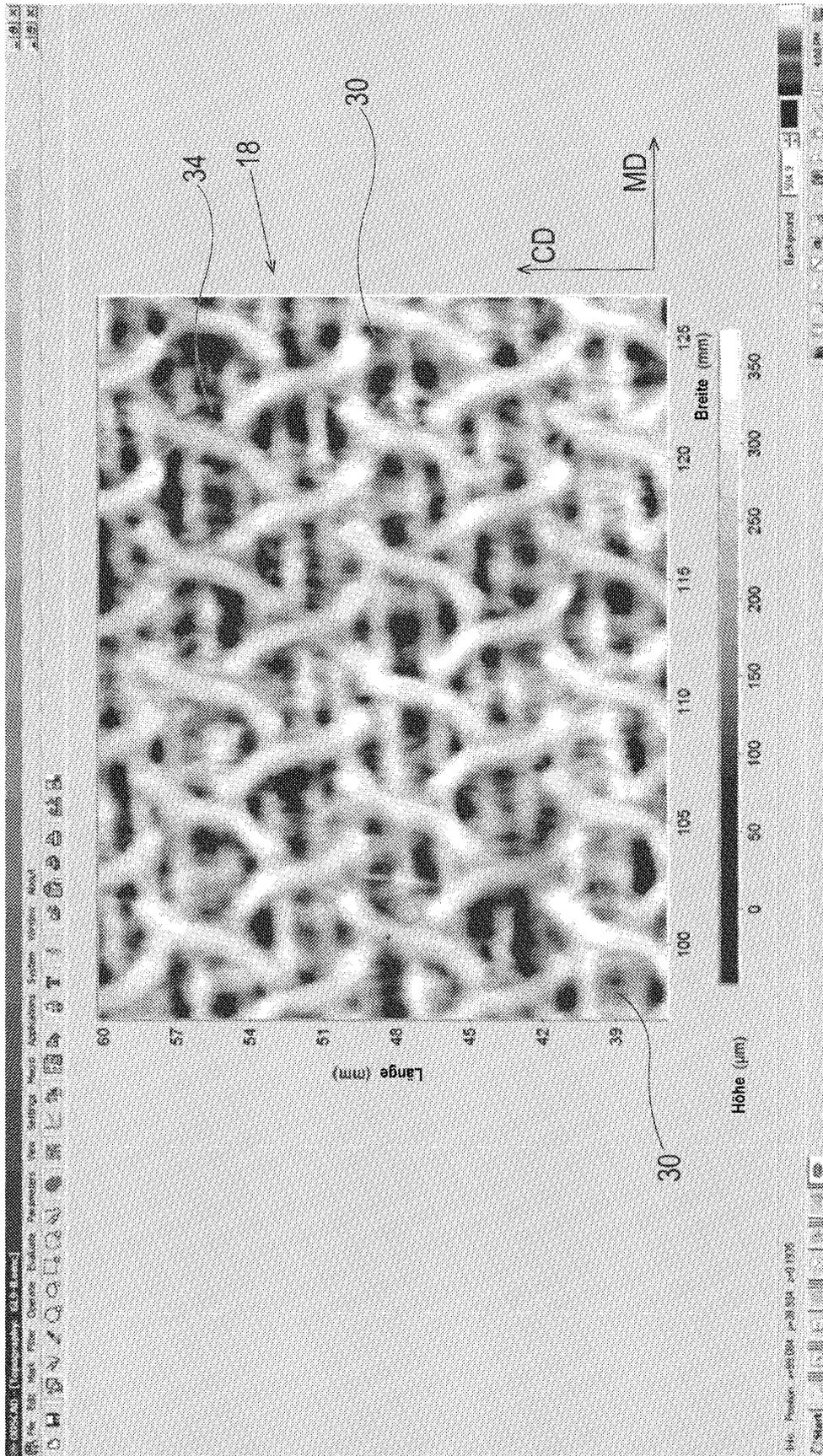


Fig. 7B

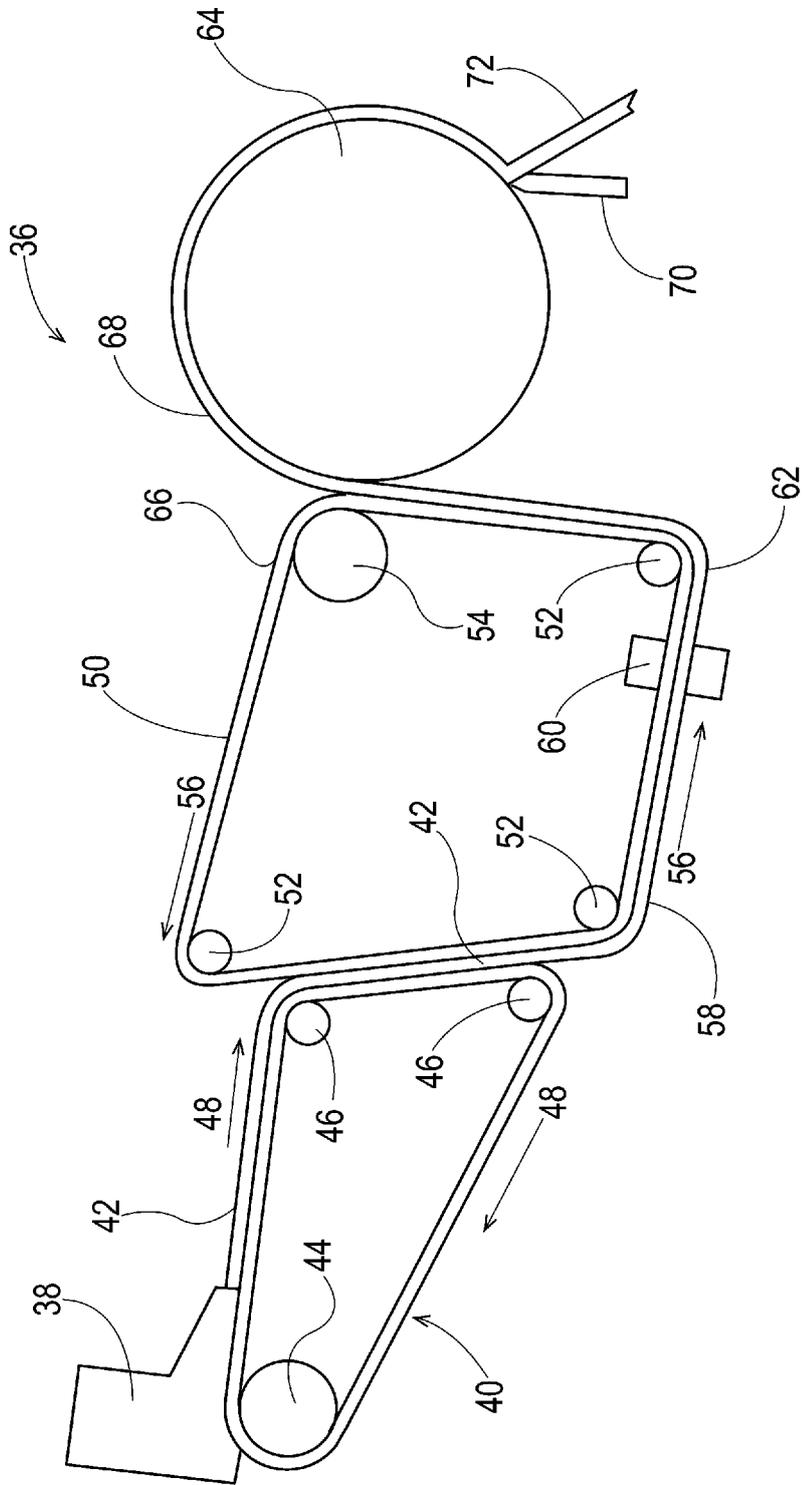


Fig. 8

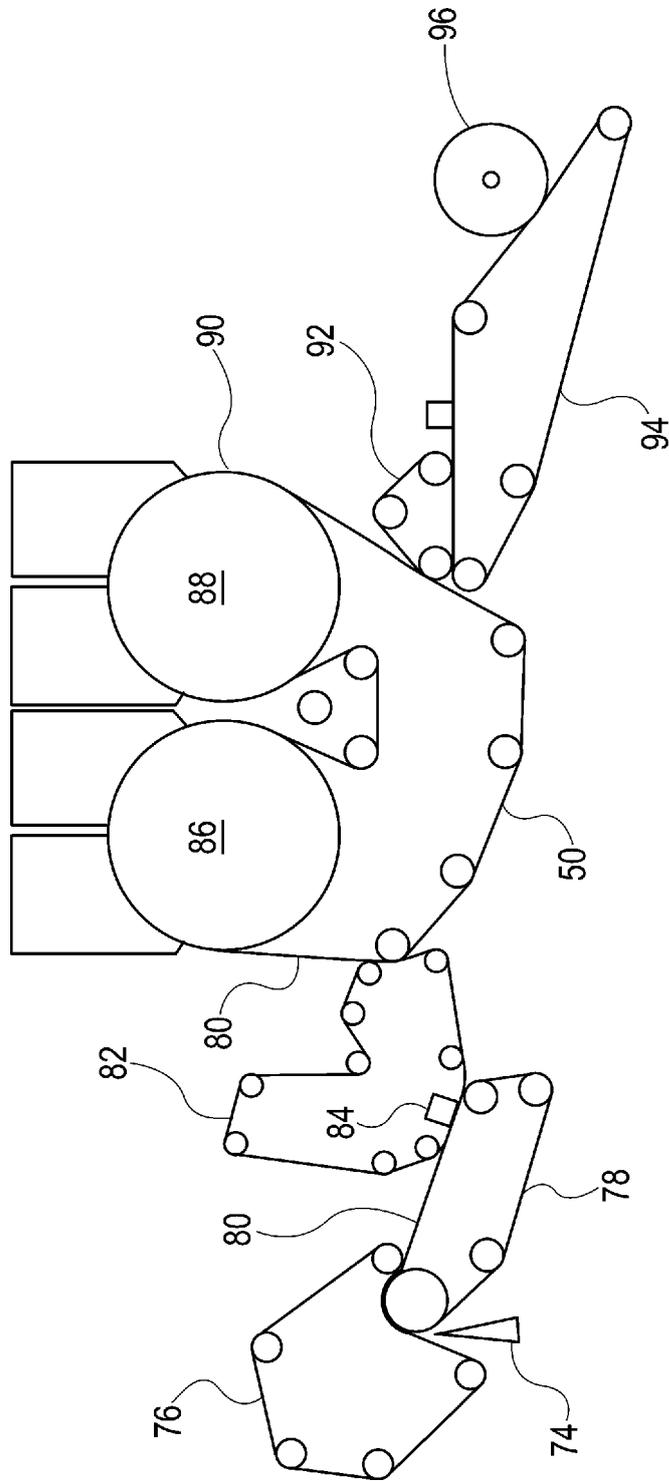


Fig. 9

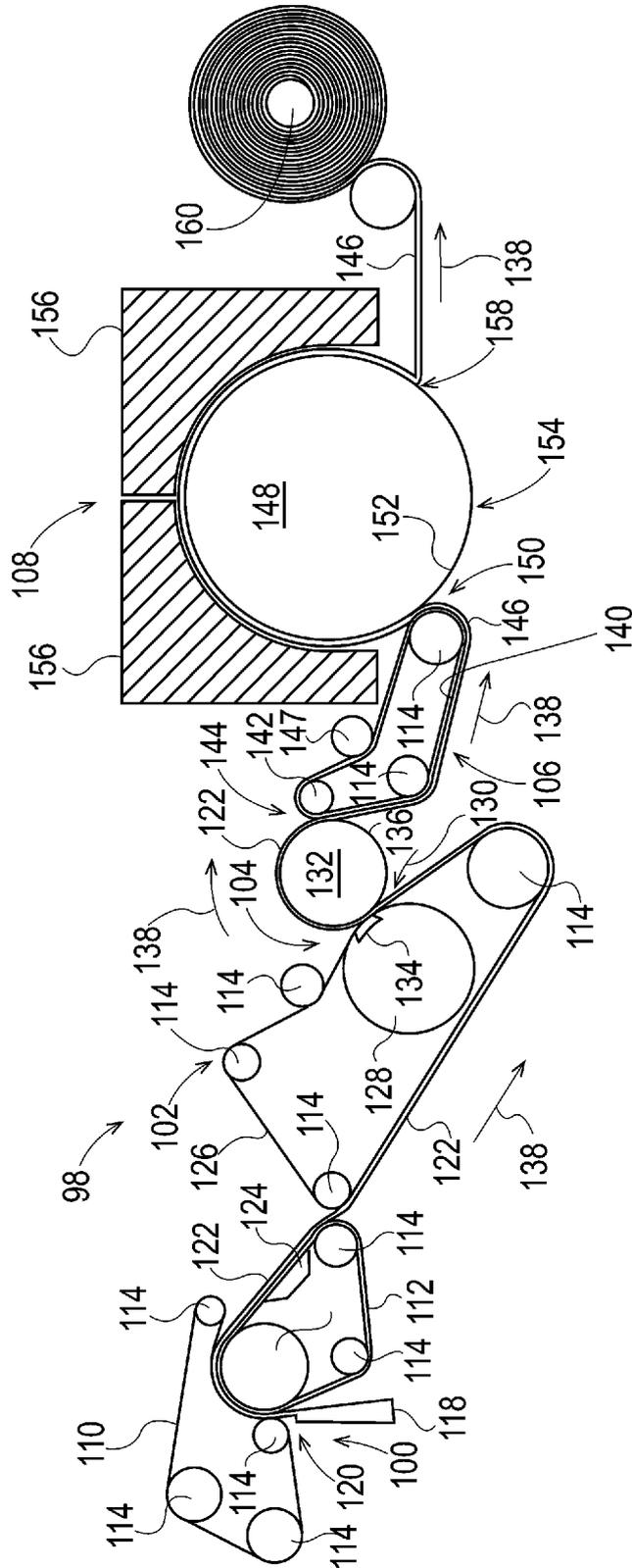


Fig. 10

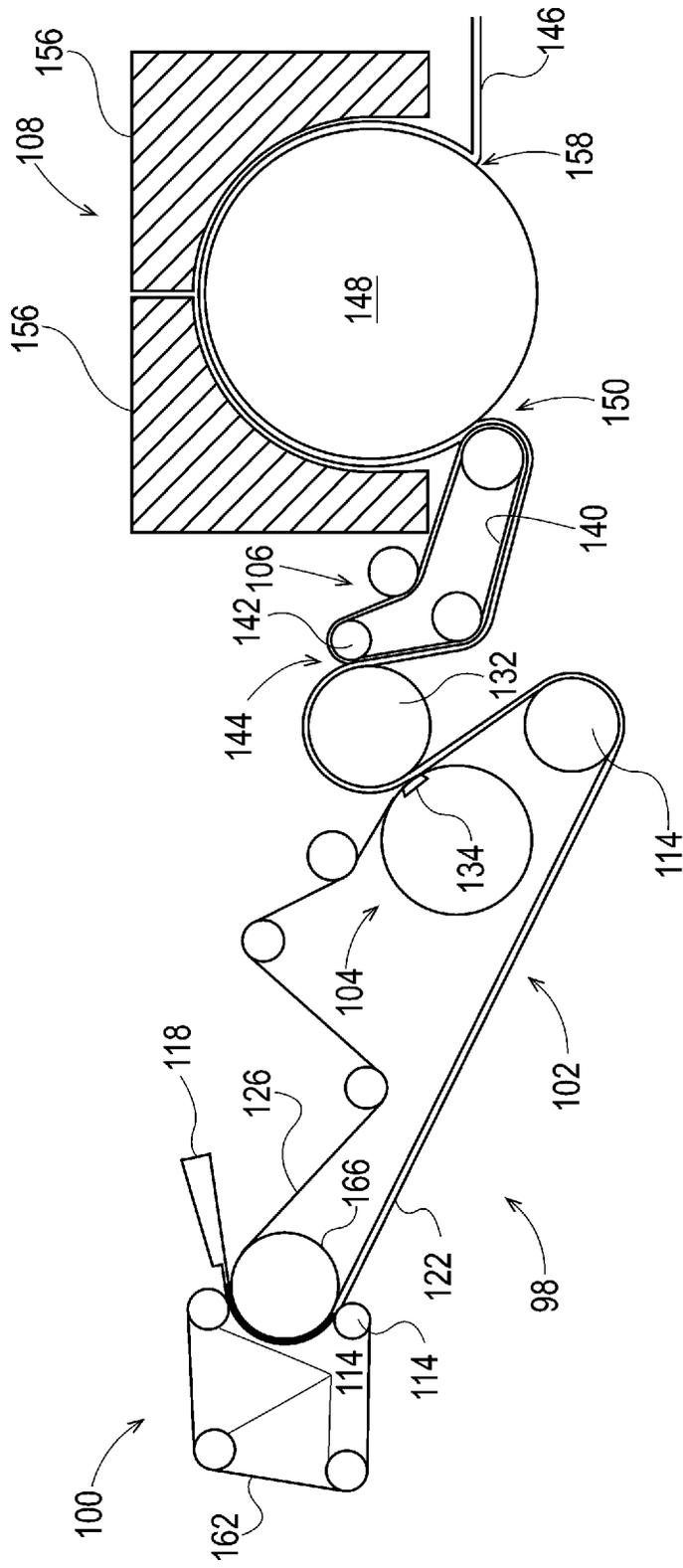


Fig. 11

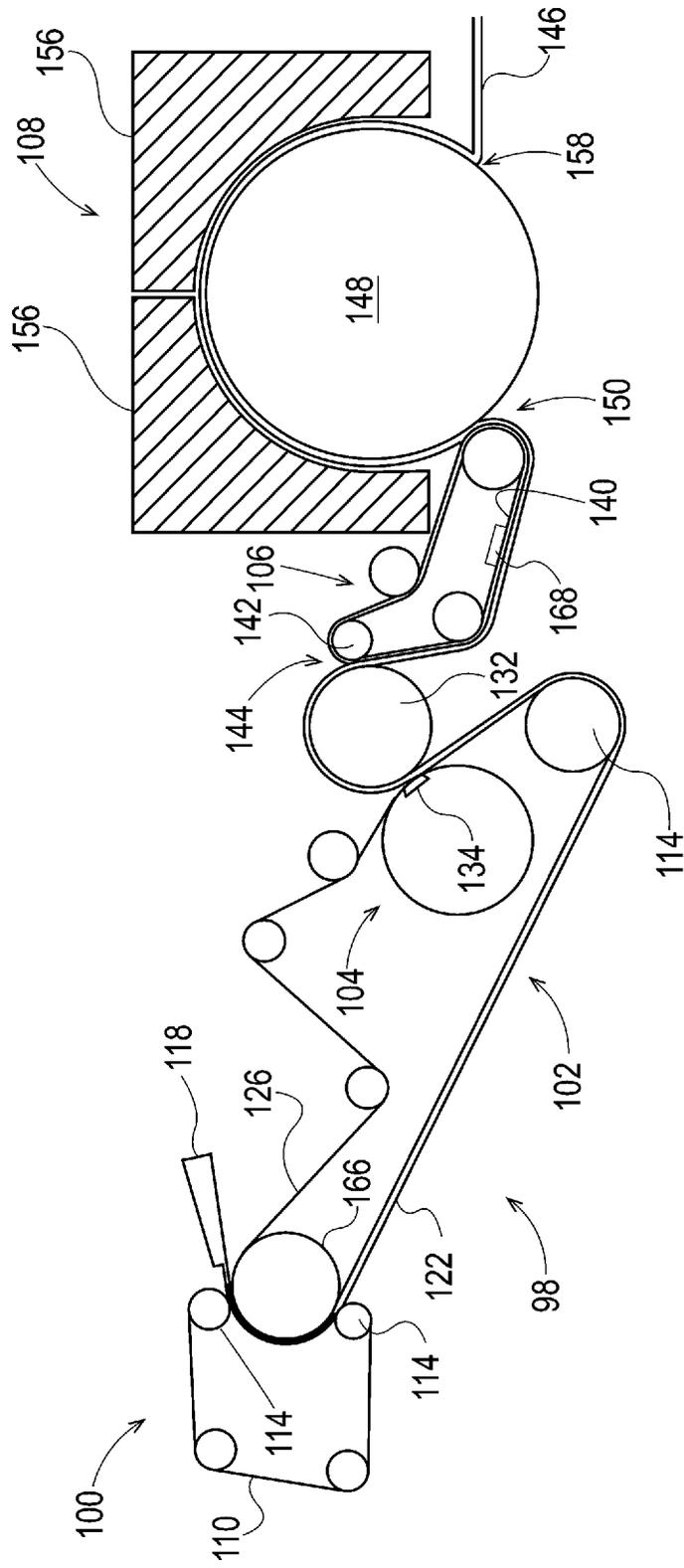


Fig. 12

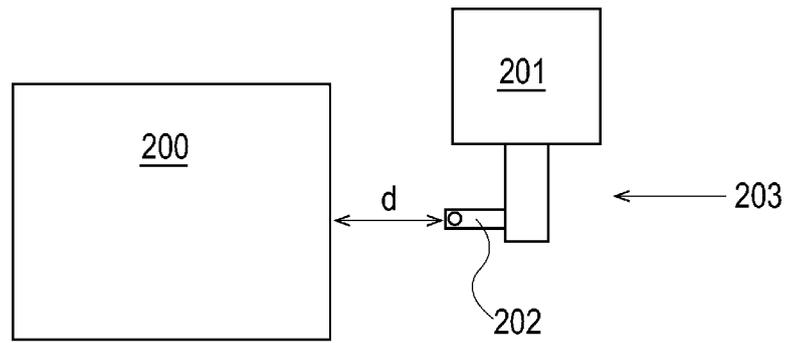


Fig. 13

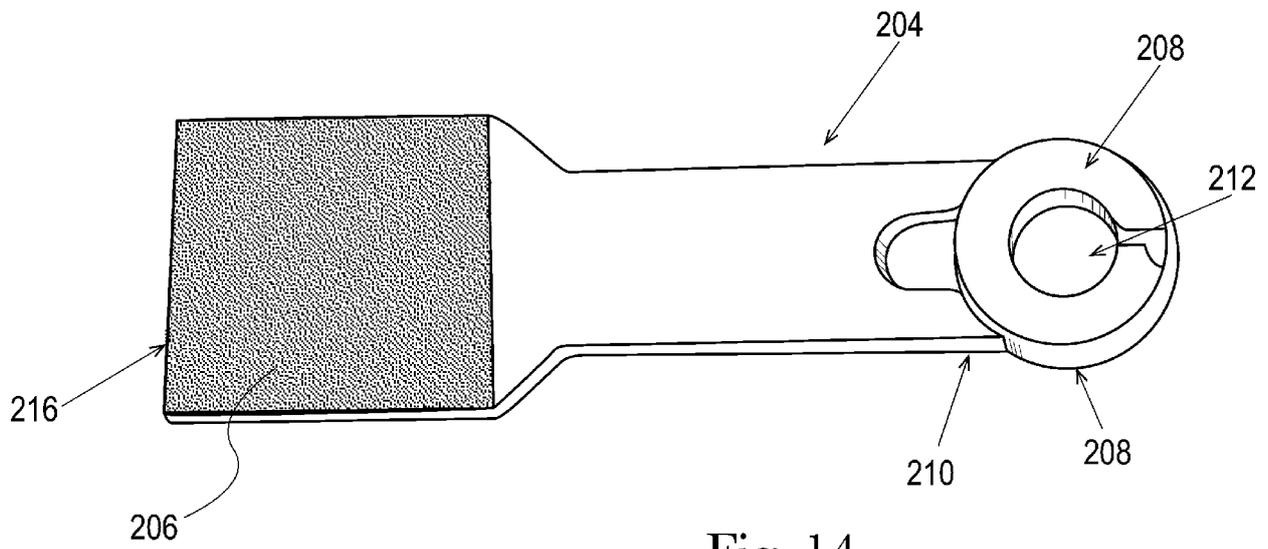


Fig. 14

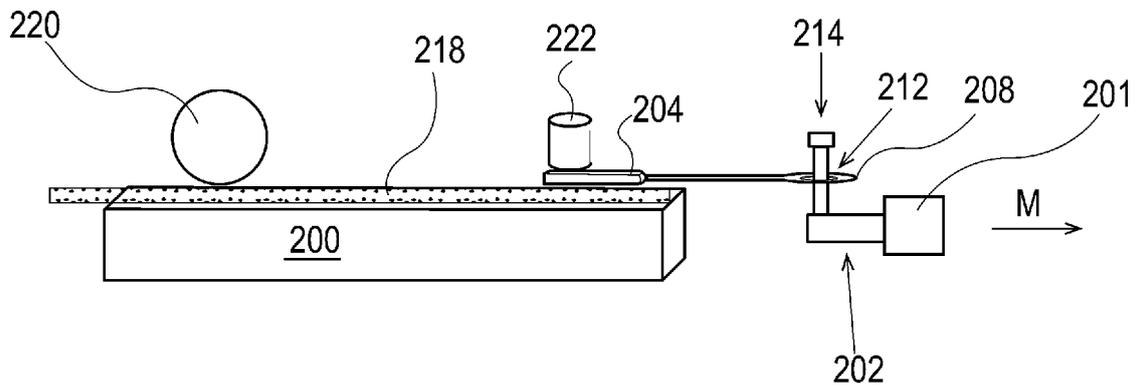


Fig. 15