

## (12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 50662/2020

(22) Anmeldetag:

06.08.2020

(43) Veröffentlicht am:

15.02.2022

(51) Int. Cl.:

B32B 29/00

(2006.01)

B32B 29/08

(2006.01)

(71)

Patentanmelder:  
Mondi AG  
1030 Wien (AT)

(72)

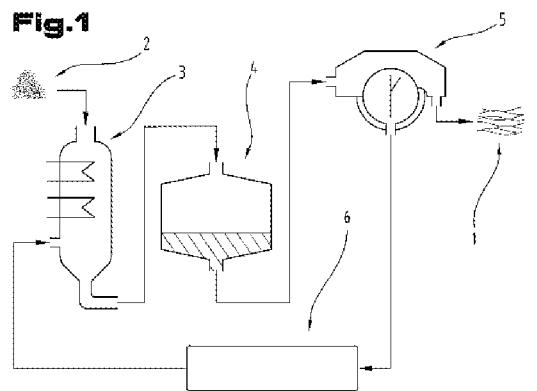
Erfinder:  
Schwaiger Elisabeth Dipl.Ing. Dr.  
9431 St. Stefan (AT)  
Meysel Harald Dipl.Ing.  
3100 St. Pölten (AT)

(74)

Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

### (54) Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten und Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten sowie ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt. Das Verfahren umfasst die Herstellung zumindest eines Cellulosefasern umfassenden, ersten Materials, hieraus zumindest einer ersten Suspension und deren Verarbeitung und Trocknung zu zumindest einer ersten Vliesbahn. Als erstes Material wird hierbei eine Zellstoff-Mischung aus einem chemischen Halbzellstoff, aufweisend Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs aufweisend einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.%, und einem Sulfat-Zellstoff hergestellt.



## Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten sowie ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt. Das Verfahren umfasst die Herstellung zumindest eines Cellulosefasern umfassenden, ersten Materials, hieraus zumindest einer ersten Suspension und deren Verarbeitung und Trocknung zu zumindest einer ersten Vliesbahn. Als erstes Material wird hierbei eine Zellstoff-Mischung aus einem chemischen Halbzellstoff, aufweisend Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs aufweisend einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.%, und einem Sulfat-Zellstoff hergestellt.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten sowie ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt.

Die Nachfrage an Papier-Verpackungsprodukten, wie etwa Papier-, Karton- oder Pappe-Verpackungslösungen wächst, und ein Rückgang der Nachfrage ist für die nähere Zukunft nicht absehbar. Ein ganz allgemeiner Grund hierfür ist zum Beispiel die Tendenz zu verstärktem Bestellkonsum, wobei die bestellte Ware in verpackter Form an den Kunden übersandt wird. Dies betrifft faktisch alle Arten von Bestellware, beispielsweise Haushalts- und Freizeitgüter, Elektronik aber auch Lebens- und Genussmittel. Ein weiterer Faktor, welcher zu erhöhter Nachfrage beiträgt, ist zum Beispiel in dem grundsätzlich wünschenswerten Bestreben begründet, die Menge an Verpackungen, welche aus synthetischen Kunststoffen bestehen oder selbige umfassen, stark zu reduzieren, und wo möglich durch andere Verpackungslösungen zu ersetzen. Je nach Verwendungszweck werden an Cellulose-basierte Verpackungsprodukte unterschiedliche Anforderungen gestellt, insbesondere an deren mechanische Eigenschaften bzw. deren mechanische Stabilität.

Zur Herstellung von Papierbasierten Verpackungslösungen wird häufig wiederaufbereiteter, also recycelter Zellstoff eingesetzt. Für zahlreiche Anwendungen im technischen Bereich Verpackungen ist jedoch die ausschließliche Verwendung von Altpapier-Zellstoff nicht ausreichend, da zum Beispiel Anforderungen an die mechanische Stabilität nicht erfüllt werden können. In solchen Fällen ist es bekannt und üblich, Verpackungsmaterialien bzw. die Verpackungen durch mehrere Papierlagen zu bilden, wobei zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften sogenannte Kraft-Liner, also Papierlagen überwiegend bestehend aus chemisch

aufwendig mittels des bekannten Kraft-Verfahrens aufbereiteten Sulfat-Zellstoff. Durch den hohen Cellulosefaser-Gehalt und die lange Faserlänge der Cellulosefasern von Sulfat-Zellstoff, im Speziellen Nadelholz-Sulfat-Zellstoff, können durch Einsatz von Sulfat-Zellstoff-Papierlagen die mechanischen Eigenschaften von Papierverpackungsprodukten merklich verbessert werden.

Nachteilig sind hierbei allerdings die hohen Herstellungskosten und die geringe Rohstoff- bzw. Holzausbeute bei Sulfat-Zellstoffen im Zuge der Herstellung solcher Kraft-Liner. Damit zusammenhängend ergeben sich natürlich auch Nachteile bei ökologischer Betrachtungsweise.

Aufgabe der Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur Herstellung von Cellulose-basierten Verpackungsprodukten zur Verfügung zu stellen, durch welche Papierverpackungsprodukte mit hinreichend guten mechanischen Eigenschaften verfahrenstechnisch effizient und ressourceneffizient bereitgestellt werden können. Des Weiteren war es Aufgabe der Erfindung ein mit geringem Aufwand und kosteneffizient herstellbares, cellulose-basiertes Verpackungsprodukt mit hinreichend guten mechanischen Eigenschaften bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird einerseits durch ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Das Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten umfasst die Schritte:

- Herstellung zumindest eines Cellulosefasern umfassenden, ersten Materials,
- Herstellung zumindest einer das erste Material umfassenden, ersten wässrigen Suspension,
- Vergleichmäßigung der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension und Vortrocknung zu zumindest einer wasserhaltigen ersten Vliesbahn,  
optional Herstellung einer oder mehrerer, weiterer wasserhaltiger Vliesbahn(en) aus einem oder mehreren Cellulosefasern umfassenden Material(ien) via Herstellung einer oder mehrerer, weiterer wässriger Suspension(en) und deren Vortrocknung,

- Weiterverarbeitung der wasserhaltigen ersten Vliesbahn und optional der weiteren wasserhaltigen Vliesbahn(en) zu dem Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukt unter weiterer Trocknung der Vliesbahn(en).

Als erstes Material wird eine Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff

und, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Sulfat-Zellstoff hergestellt,

wobei der chemische Halbzellstoff vorab als Halbzellstoff aufweisend Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des Halbzellstoffs aufweisend einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.% hergestellt wird.

Das erste Material kann auch als erstes Ausgangsmaterial bezeichnet werden. Unter dem Begriff „Trockenmasse“ bzw. 100 Gew.% Trockenmasse ist hier und im Folgenden jeweils absolut trockenes Material, auch mit „at ro“ bezeichnet, also die Atro-Masse eines Materials zu verstehen. Bei Biomasse wird generell als synonyme Bezeichnung für eine absolute Trockenmasse häufig auch der Begriff „bone dry weight“ verwendet. Unter dem Begriff „Trockenmasse“ ist also jeweils Material ohne Wassergehalt zu verstehen. Dies gilt sowohl jeweils für sich zum Beispiel für das erste Material bzw. die Zellstoff-Mischung als auch beispielsweise für den Halbzellstoff und den Sulfat-Zellstoff.

Die Prozedur zur gravimetrischen Bestimmung des Lignin-Gehalts nach JAYME/KNOLLE/RAPP kann JAYME G., KNOLLE H. u. G. RAPP, „Entwicklung und endgültige Fassung der Lignin-Bestimmungsmethode nach JAYME-KNOLLE“, Das Papier 12, 464 – 467 (1958), Nr. 17/18 entnommen werden. Die hierin beschriebene Prozedur umfasst eine Extraktion mittels einem Extraktionsgemisch aus Methanol und Benzol, wobei anstelle dessen wie heute an sich bekannt und üblich Dichlormethan als Extraktionsmittel verwendet werden kann.

Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 9 bis 17 Gew. % bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs aufweisen. Der chemische Halbzellstoff kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs mindestens 50 Gew. %, vorzugsweise mindestens 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014, und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs etwa 15 bis 30 Gew. %, vorzugsweise 20 bis 25 Gew. % Hemicellulosen aufweisen. Der chemische Halbzellstoff kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 51 – 75 Gew. %, insbesondere 58 – 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014 aufweisen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,8 mm bis 1,1 mm aufweisen.

Der chemische Sulfat-Zellstoff kann zum Beispiel Zellstofffasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 1,4 mm bis 2,8 mm und, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des chemischen Sulfat-Zellstoffs einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 0 Gew.% bis 8 Gew.% aufweisen. Wie an sich bekannt kann ein Sulfat-Zellstoff geringere Hemicellulose- und Extrakt-Gehalte aufweisen. Als Beispiel für geeignete Sulfat-Zellstoffe seien unter anderem Langfaser-Sulfatzellstoff umfassend eine Nadelholzsorte oder mehrere, Kurzfaser-Sulfatzellstoff umfassend eine Hartholzsorte oder mehrere sowie Mischungen umfassend die genannten Sulfatzellstoffe genannt.

Durch die angegebenen Maßnahmen kann eine ökologisch, wirtschaftlich und technisch effiziente Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten durchgeführt werden. Insbesondere kann im Vergleich zu den sogenannten Kraft-Linern, also rein Sulfat-Zellstoff basierten Papierlagen, eine höhere Rohstoff-Ausbeute und damit eine verbesserte Verfahrens-, Rohstoff- und Kosteneffizienz erzielt werden.

Hierbei hat sich gezeigt, dass Papierlagen, hergestellt wie oben spezifiziert aus der Zellstoff-Mischung mit den angegebenen Parametern, sehr gute mechanische

Eigenschaften aufweisen, welche den mechanischen Eigenschaften von reinen Sulfat-Zellstoff-Linern zumindest ähneln oder sogar in etwa gleichwertig sind. Überraschenderweise übertreffen Papiere bzw. Papierlagen oder -bahnen, hergestellt aus der spezifizierten Zellstoff-Mischung wenigstens in Teilespekten sogar die mechanischen Eigenschaften von bekannten Kraft- bzw. Sulfatzellstoff-Linern. Wie nachfolgend noch anhand von Ausführungsbeispielen gezeigt, weisen Papierlagen hergestellt aus der angegebenen Zellstoff-Mischung beispielsweise erstaunlich gute Stauchfestigkeiten auf, welche in der Verpackungsindustrie von großer Bedeutung sind. Diese sehr guten mechanischen Eigenschaften finden sich auch in Cellulose-basierten Verpackungsprodukten umfassend die zumindest eine getrocknete, erste Vliesbahn bzw. Papierbahn, hergestellt aus der Zellstoff-Mischung wieder.

Gleichzeitig ist das angegebene Verfahren sowohl in technischer, wirtschaftlicher aber auch ökologischer Hinsicht effizient. Insbesondere kann die Herstellung des Verpackungsproduktes mittels einiger weniger, in der Papierindustrie an sich üblicher Prozessschritte bzw. mittels in der Papierindustrie üblichen Anlagen und Maschinen in großer Menge erfolgen. Des Weiteren kann durch die angegebenen Maßnahmen eine Herstellung von Verpackungsprodukten unter verbesserter Holz- bzw. Rohstoffausbeute durchgeführt werden. Der chemische Halbzellstoff kann hierbei aus beispielsweise zerkleinertem Hartholz hergestellt werden.

Die Verpackungsprodukte können beispielsweise in Form von Papier, Karton oder Pappe bereitgestellt bzw. hergestellt werden. Hierbei können neben der zumindest einen, ersten Vliesbahn umfassend das erste Material bzw. die Zellstoff-Mischung mit den angegebenen Parametern, auch noch weitere Vliesbahnen gemeinsam mit der zumindest einen ersten Vliesbahn zu einem Verpackungsprodukt verarbeitet werden. Solche weiteren Vliesbahnen können hierbei ebenfalls die Zellstoff-Mischung umfassen. Alternativ können aber auch Vliesbahnen umfassend andere Cellulose-basierte Zellstoffe oder Holzstoffe oder andere gewebe-, vlies- oder flächenartige aus nicht Cellulose-basierten Materialien, mit der zumindest einen ersten Vliesbahn zu einem Verpackungsprodukt verarbeitet werden, wobei die durch

die Zellstoff-Mischung mit den angegebenen Parametern hervorgebrachten, günstigen Eigenschaften sich auch in solchen kombinierten Verpackungsprodukten wiederfinden. Beispielsweise kann ein Verpackungsprodukt wie an sich üblich als Karton mit einer gewellten Mittelschicht und zwei glatten Außenschichten hergestellt werden, wobei zumindest eine dieser Schichten die Zellstoff-Mischung umfasst. Es kann zum Beispiel aber auch vorgesehen sein, dass die Zellstoff-Mischung als einzige Cellulosefaser-Quelle zur Herstellung des Verpackungsproduktes eingesetzt wird, bzw. dass alleinig die zumindest, eine erste Vliesbahn zu dem Verpackungsprodukt verarbeitet wird.

Die Herstellung der Zellstoff-Mischung kann grundsätzlich in geeigneten Mischbeziehungen erfolgen, beispielsweise durch Mischen von jeweils Suspensionen des chemischen Halbzellstoffes und des Sulfat-Zellstoffes. Eine Mischung des chemischen Halbzellstoffes und des Sulfat-Zellstoffes wäre aber auch im trockenen oder halbtrockenen und dennoch transportfähigen Zustand nach beispielsweise einer vorangehenden Zerfaserung oder Zerteilung von beispielsweise Ballen oder Bahnen möglich. Ebenso könnte eine Komponente der Zellstoff-Mischung als trockener oder halbtrockener und dennoch transportfähiger Zellstoff nach beispielsweise einer vorangehenden Zerfaserung oder Zerteilung von beispielsweise Ballen oder Bahnen einer Zellstoff-Suspension zugemischt werden.

Der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension und/oder der zumindest einen, ersten Vliesbahn können neben der Zellstoff-Mischung natürlich auch weitere, in der Papierindustrie übliche Zusatzstoffe bzw. Additive, wie etwa Füllstoffe, Stärke etc. beigemengt werden, wobei solche Additive vorzugsweise nur in geringen Mengen eingesetzt werden.

Sofern mehrere Vliesbahnen zu einem Verpackungsprodukt verarbeitet werden, können selbige grundsätzlich mittels in der Papierherstellung an sich bekannten Methoden verarbeitet bzw. miteinander verbunden werden. Zum Beispiel ist ein Zusammenfügen der Vliesbahnen in einem bereits vorgetrockneten Zustand unter Einsatz eines Bindemittels denkbar. Alternativ können gegebenenfalls mehrere Vliesbahnen aber auch vor einem Trocknungsschritt nass miteinander verpresst

werden, was im Fachjargon oft auch als Gauischen bezeichnet wird. Vor dem Zusammenfügen bzw. Verbinden der Vliesbahnen können selbige jeweils auch individuell vorgeformt, zum Beispiel je nach Bedarf gewellt oder geglättet werden. Wie an sich bekannt kann eine Trocknung der Vliesbahn(en) wie in Papiermaschinen üblich stufenweise erfolgen. Ganz allgemein können auch in der Praxis übliche Papierveredelungsschritte für einzelne Vliesbahnen angewandt werden.

Anschließend an die optionale Fügung bzw. dem Verbinden mehrerer Vliesbahnen und Trocknung der Vliesbahn(en) kann das erhaltene Cellulosefaser-basierte Verpackungsprodukt natürlich noch entsprechend der Erfordernisse konfektioniert werden, wobei üblicherweise eine Konfektionierung zu Rollen- oder Endlosverpackungsprodukten erfolgt, welche nachfolgend für den Gebrauch weiter zerteilt und zu Verpackungen geformt werden können.

Bei einer Weiterbildung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus,  
bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 50 Gew.% bis 70  
Gew.% des chemischen Halbzellstoffs,  
und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis  
50 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs  
hergestellt wird.

Es kann aber je nach Anforderung an ein Cellulose-basiertes Verpackungsprodukt auch zweckmäßig sein, wenn als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus,  
bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 50  
Gew.% des chemischen Halbzellstoffs,  
und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 50 Gew.% bis  
70 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs  
hergestellt wird.

Durch diese Maßnahmen kann für jeweils unterschiedliche Anforderungen an eine Verpackung jeweils geeignetes erstes Material zur Herstellung des Cellulose-basierten Verpackungsprodukts bereitgestellt werden.

Der chemische Halbzellstoff kann, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs, mit einem Extrakt-Gehalt nach ISO 14453:2014 von 0,2 Gew.% bis 1,5 Gew.%, vorzugsweise von 0,3 Gew.% bis 1,0 Gew.% hergestellt werden. Dies wirkt sich insbesondere vorteilhaft auf die Prozessführung selbst aus.

Im Besonderen kann bei dem Verfahren der chemische Halbzellstoff hergestellt werden durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz in einer Aufschlusslösung aufweisend von 9 g/L bis 50 g/L aktives Alkali, ausgedrückt als NaOH, wobei eine Temperatur der Aufschlusslösung während des chemischen Behandelns 150 °C bis 180 °C betragen kann, und wobei eine Dauer des chemischen Behandelns 25 Minuten bis 45 Minuten betragen kann. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff hergestellt werden durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz in einer Aufschlusslösung aufweisend 15 g/L bis 34 g/L aktives Alkali, ausgedrückt als NaOH.

Der Begriff aktives Alkali umfasst hierbei wie bekannt primär die Summe der Hydroxyl- und Hydro-Sulfit-Spezies der Aufschlusslösung wie zum Beispiel in SCAN-N 2:88, 1988 beschrieben, und kann zum Beispiel nach der in SCAN -N 30 beschriebenen Titrationsprozedur bestimmt werden. Wie an sich in der Papierindustrie üblich erfolgt die Konzentrationsangabe hierbei durch Umrechnen der erhaltenen Werte unter Heranziehen des Molekulargewichts von NaOH (~40 g/mol). Ein Gewichtsverhältnis Aufschlusslösung/Hartholz, üblicherweise auch als Hydromodul bezeichnet, kann bei der chemischen Behandlung des Hartholzes zum Beispiel 3 bis 8 m<sup>3</sup>/bdt Holz, vorzugsweise etwa 4,5 bis 7 m<sup>3</sup>/bdt Holz betragen. Die Abkürzung bzw. Einheit bdt bezeichnet hierbei den in der Papiertechnologie üblichen Term „bone dry ton“, und bezieht sich somit auf eine Tonne absolut trockenes Holz im Sinne des Atro-Gewichts. Geläufig und synonym zu verstehen ist auch der Term bzw. die Einheit „bon dry metric ton“, abgekürzt bdmt.

Bevorzugt kann das zerkleinerte Hartholz in einer Aufschlusslösung bezogen auf Gesamtmasse trockenes Holz umfassend eine Menge an aktivem Alkali von ca. 7,5 % bis 15 %, vorzugsweise 10 % bis 15 % chemisch behandelt werden. Eine

Sulfidität der Aufschlusslösung kann zum Beispiel 60 - 65 % bezogen auf aktives Alkali betragen.

Diese Verfahrensmaßnahmen stellen verhältnismäßig milde Aufschlussbedingungen zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffes dar, wodurch eine insgesamt effiziente und wirtschaftliche Verfahrensführung ermöglicht wird. Zudem kann durch die verhältnismäßig milden Bedingungen während des Kochens bzw. während des Holzaufschlusses die Holzausbeute und somit die Ressourceneffizienz gesteigert werden.

Im Besonderen kann beim Verfahrensschritt der Herstellung des Halbzellstoffes vorgesehen sein, dass der chemische Halbzellstoff hergestellt wird durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz in einer Aufschlusslösung aufweisend von 3 g/L bis 21 g/L NaOH, vorzugsweise von 6 g/L bis 14 g/L NaOH. Weiters kann der chemische Halbzellstoff hergestellt werden durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz in einer Aufschlusslösung aufweisend von 6 g/L bis 29 g/L Na<sub>2</sub>S, bevorzugt von 9 g/L bis 20 g/L Na<sub>2</sub>S, ausgedrückt als NaOH.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der chemische Halbzellstoff hergestellt wird durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz in einer Aufschlusslösung aufweisend von 10 g/L bis 50 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, vorzugsweise von 17 g/L bis 34 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ausgedrückt als NaOH.

Durch diese Vorgangsweise kann vor allem die bei der Zellstoffherstellung übliche Rückgewinnung bzw. Wiederaufbereitung der Aufschlusslösung, welche nach dem Aufschluss bzw. nach dem Kochen des zerkleinerten Holzes als sogenannte Schwarzlauge anfällt, effizienter gestaltet werden. Insbesondere kann eine aufwendige, vollständige Aufbereitung der Aufschlusslauge wieder zu sogenannter Weißlauge inklusive dem hierfür ansonsten erforderlichen Chemikalieneinsatz erübriggt werden. Wie sich erwiesen hat, ist eine Aufschlusslösung, welche eine Konzentration an Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> wie angegeben enthält, dennoch völlig ausreichend um den chemischen Halbzellstoff herzustellen.

Die Aufschlusslösung kann die oben genannten Komponenten, also NaOH, Na<sub>2</sub>S und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> natürlich gemeinsam aufweisen, wobei aktives Alkali primär durch NaOH und Na<sub>2</sub>S gebildet ist.

Als besonders vorteilhaft hat sich auch erwiesen, wenn zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffs als zerkleinertes Hartholz eine Mischung aus 60 Gew.% bis 90 Gew.% zerkleinertem Buchenholz und 10 Gew.% bis 40 Gew.% zerkleinertem Eichenholz eingesetzt wird.

Zum einen hat sich ein chemischer Halbzellstoff, hergestellt aus einer solchen Hartholzmischung, als besonders gut geeignet für die Herstellung der Zellstoffmischung und in weiterer Folge der Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukte erwiesen. Andererseits ist auch eine gute Verfügbarkeit dieser beiden Harthölzer gegeben, sodass das Verfahren zur Herstellung von Verpackungsprodukten auch wirtschaftlich effizient angewandt werden kann.

Sowohl hinsichtlich der Eigenschaften der Verpackungsprodukte, insbesondere deren mechanische Eigenschaften, aber auch hinsichtlich der Verfahrensführung selbst hat sich auch eine mechanische Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes im Zuge dessen Herstellung als sinnvoll erwiesen.

In diesem Zusammenhang kann zum einen vorgesehen sein, dass nach der chemischen Behandlung zur Herstellung des Halbzellstoffes eine mechanische Bearbeitung und Zerfaserung einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer durchgeführt wird.

Durch eine solche Hochkonsistenz-Zerfaserung kann im Speziellen der Splittergehalt, im Englischen als shives content bezeichnet, im chemischen Halbzellstoff verringert werden. Dies kann sich wiederum positiv sowohl auf die Produkteigenschaften als auch auf die Verfahrensführung selbst, zum Beispiel auf das Trocknungsverhalten des chemischen Halbzellstoffes auswirken, wie dies nachfolgend noch anhand von Beispielen demonstriert wird.

Als besonders günstig hat sich bei einer mechanischen Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes mittels eines Hochkonsistenz-Zerfaserers erwiesen, wenn

eine Konsistenz der Feststoffsuspension vor der mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Hochkonsistenz-Zerfaserer auf 30 % bis 40 % eingestellt wird.

Im Speziellen kann hierbei auch vorgesehen sein, dass die Feststoffsuspension auf einen Splittergehalt von weniger als 15 % nach T 275 sp-02:2007 bei einem Schopper-Riegler-Wert gemäß ISO 5267-1:1999 von mehr als 28°SR zerfasert wird. Der Splittergehalt nach T 275 sp-02:2007 kann hierbei insbesondere mit einer Somerville Apparatur bei einer Schlitzweite von 0,15 mm bestimmt werden.

Zusätzlich oder unabhängig davon kann es aber auch sinnvoll sein, nach der mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Hochkonsistenz-Zerfaserer oder nach der chemischen Behandlung eine mechanische Bearbeitung und Mahlung einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes in einem Niedrigkonsistenz-Refiner durchzuführen.

Durch eine solche Niedrigkonsistenz-Mahlung des chemischen Halbzellstoffes können insbesondere die mechanischen Eigenschaften der aus dem chemischen Halbzellstoff in weiterer Folge hergestellten Verpackungsprodukte positiv beeinflusst, insbesondere die mechanischen Eigenschaften der Verpackungsprodukte weiter verbessert werden, wie dies ebenfalls nachfolgend anhand von Beispielen noch näher beschrieben wird.

Bei einer mechanischen Behandlung in einem Niedrigkonsistenz-Refiner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn eine Konsistenz der Feststoffsuspension vor der mechanischen Bearbeitung und Mahlung in dem Niedrigkonsistenz-Refiner auf 2 % bis 6 % eingestellt wird.

Bei einer Weiterbildung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der chemische Halbzellstoff mit einem Wasserrückhalte-Wert nach ISO 23714:2014 von 130 % bis 195 % hergestellt wird.

Diese Verfahrensmaßnahme ist im Besonderen vorteilhaft hinsichtlich der im Verfahren durchgeführten Entwässerungs- bzw. Trocknungsschritte, da die im Verfahren geführte, wässrige Vliesbahn umfassend den chemischen Halbzellstoff besser

bzw. mit geringerem Aufwand und auch energetisch günstiger entwässert werden kann.

Des Weiteren hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die zumindest eine, erste Vliesbahn, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Vliesbahn, mit einem Gehalt von mindestens 50 Gew. % an der Zellstoff-Mischung hergestellt wird. Vorzugsweise kann die zumindest eine, erste Vliesbahn, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Vliesbahn, mit einem Gehalt von mindestens 80 Gew. % an der Zellstoff-Mischung hergestellt werden.

Der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension und/oder der zumindest einen, ersten Vliesbahn können grundsätzlich auch weitere, in der Papierindustrie übliche Zusatzstoffe bzw. Additive, wie etwa Füllstoffe, Stärke etc. beigemengt werden, wobei solche Zusatzstoffe vorzugsweise nur in geringen Mengen eingesetzt werden.

Eine Konsistenz der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension vor der Vergleichmäßigung und Vortrocknung zu der zumindest einen, ersten Vliesbahn kann auf einen Wert von 0,5 % bis 1,8 % eingestellt werden.

Eine solche Ausgangskonsistenz hat sich als gut geeignet für die weitere Verarbeitung der zumindest einen, ersten Suspension erwiesen, insbesondere hinsichtlich der folgenden Vergleichmäßigung und Trocknungsschritte.

Besonders bevorzugt kann als erstes Material eine Zellstoff-Mischung mit einem Ascherückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew.% hergestellt werden.

Aus einer solchen Zellstoff-Mischung hergestellte Verpackungsprodukte weisen vor allem eine gute Alterungsbeständigkeit auf. Des Weiteren kann so insbesondere die mechanische Festigkeit der Verpackungsprodukte weiter verbessert werden.

Bei dem Verfahren kann bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien bzw. Ausgangsmaterialien zumindest 30 Gew. % des ersten

Materials bzw. der Zellstoff-Mischung zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts eingesetzt werden.

Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass den Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten auch die durch den chemischen Halbzellstoff mit den angegebenen Parametern bereitgestellten, vorteilhaften Eigenschaften verliehen werden können.

Es kann aber auch durchaus vorgesehen sein, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien zumindest 60 Gew. % des ersten Materials zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts eingesetzt werden.

Im Speziellen kann auch vorgesehen sein, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts mehrere wasserhaltige Vliesbahnen verbunden werden, wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn umfassend die Zellstoff-Mischung als vorzugsweise außenliegende Vliesbahn angeordnet wird.

Hierdurch kann ein Verpackungsprodukt zumindest einseitig durch eine Lage umfassend die Zellstoff-Mischung begrenzt werden. Natürlich kann im Verfahren aber auch eine zweite bzw. weitere wasserhaltige Vliesbahn umfassend Zellstoff-Mischung außenliegend gegenüber der zumindest einen, ersten Vliesbahn angeordnet werden, und so ein Verpackungsprodukt bereitgestellt werden, welches durch zwei Papierlagen umfassend die Zellstoff-Mischung begrenzt ist.

Genauso kann es aber auch zweckmäßig sein, wenn zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts mehrere wasserhaltige Vliesbahnen verbunden werden, wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn umfassend die Zellstoff-Mischung als innenliegende Vliesbahn angeordnet wird.

Auch hierdurch können einem Cellulose-basierten Verpackungsprodukt insbesondere vorteilhafte, mechanische Eigenschaften verliehen werden.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts mehrere wasserhaltige, erste Vliesbahnen umfassend die Zellstoff-Mischung miteinander und/oder mit weiteren wasserhaltigen Vliesbahnen verbunden werden.

Im Speziellen kann auch vorgesehen sein, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts ausschließlich mehrere wasserhaltige, erste Vliesbahnen umfassend die Zellstoff-Mischung miteinander verbunden werden. Schließlich ist es auch möglich, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts lediglich die zumindest eine wasserhaltige, erste Vliesbahn umfassend die Zellstoffmischung verarbeitet, insbesondere getrocknet wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt gelöst, welches Verpackungsprodukt nach dem obenstehend beschriebenen Verfahren bzw. mittels den oben angegebenen Verfahrensmaßnahmen hergestellt sein kann.

Im Speziellen besteht das Cellulosefaser-basierte Verpackungsprodukt zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung, bestehend aus, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff, und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Sulfat-Zellstoff, wobei der chemische Halbzellstoff Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.% aufweist.

Ein derartiges Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt kann Anforderungen an Verpackungen gut erfüllen, und weist insbesondere gute mechanische Eigenschaften auf. Wie nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen noch erläutert wird, kann einem derartigen Verpackungsprodukt durch die angegebene Zellstoffmischung zum Beispiel eine überraschend gute Stauchfestigkeit verliehen werden.

Ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt kann beispielsweise durch ein Papier, Karton oder Pappe gebildet sein, und kann dementsprechend aus einer Lage oder mehreren verbundenen Lagen bzw. Papierlagen aufweisend Cellulosefasern bestehen. Einzelne Lagen können dabei wie in der Papierindustrie bzw. Verpackungsindustrie üblich ausgeformt sein, zum Beispiel als glatte Lagen ausgebildet sein, oder wie häufig im Falle von Kartonen verwendet eine gewellte Ausgestaltung aufweisen. Einzelne Lagen oder auch das gesamte Verpackungsprodukt kann bzw. können hierbei in der Papierindustrie übliche Additive bzw. Zusatzstoffe wie etwa Füllstoffe oder Stärke aufweisen, wobei solche Additive bevorzugt nur in geringer Menge enthalten sind.

Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 9-17 Gew. % bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs aufweisen. Der chemische Halbzellstoff kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs mindestens 50 Gew. %, vorzugsweise mindestens 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014, und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs etwa 15 bis 30 Gew. %, vorzugsweise 20 bis 25 Gew. % Hemicellulosen aufweisen. Der chemische Halbzellstoff kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 51 – 75 Gew. %, insbesondere 58 – 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014 aufweisen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,8 mm bis 1,1 mm aufweisen.

Der Sulfatzellstoff kann Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 1,4 mm bis 2,8 mm und, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des chemischen Sulfat-Zellstoffs einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 0 Gew.% bis 8 Gew. % aufweisen. Der Sulfat-Zellstoff kann wie an sich bekannt nur geringe Hemicellulose- und Extrakt-Gehalte aufweisen. Als Beispiel für geeignete Sulfat-Zellstoffe kann zum Beispiel unter anderem Langfaser-Sulfatzellstoff umfassend eine Nadelholzsorte oder mehrere, Kurzfaser-

Sulfatzellstoff umfassend eine Hartholzsorte oder mehrere sowie Mischungen umfassend die genannten Sulfatzellstoffe genannt werden.

Das Cellulosefaser-basierte Verpackungsprodukt kann zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus,  
bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 50 Gew. % bis 70 Gew. % des chemischen Halbzellstoffs,  
und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew. % bis 50 Gew. % des chemischen chemischer Sulfat-Zellstoffs  
bestehen.

Es ist je nach Anforderung an ein Cellulose-basiertes Verpackungsprodukt aber auch möglich, dass es zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus,  
bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew. % bis 50 Gew. % des chemischen Halbzellstoffs,  
und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 50 Gew. % bis 70 Gew. % des chemischen Sulfat-Zellstoffs,  
besteht.

Durch diese Merkmale können an eine jeweilige Anforderung speziell angepasste Lösungen bereitgestellt werden.

Bei dem Verpackungsprodukt kann aber auch durchaus vorgesehen sein, dass es zu zumindest 60 Gew. % aus der angegeben Zellstoff-Mischung besteht.

Des Weiteren kann bei dem Verpackungsprodukt vorgesehen sein, dass es aus mehreren verbundenen Papierlagen besteht, wobei zumindest eine Papierlage des Verpackungsprodukts die Zellstoff-Mischung umfasst.

Durch diese Merkmale kann eine Anwendungsbandbreite für Verpackungsprodukte erweitert werden.

Es kann zum Beispiel vorgesehen sein, dass zumindest eine äußere Papierlage des Verpackungsprodukts die Zellstoff-Mischung umfasst.

Je nach vorgesehener Anwendung eines Verpackungsproduktes kann aber auch zumindest eine innere Papierlage des Verpackungsprodukts die angegebene Zellstoff-Mischung umfassen.

Genauso ist es auch möglich, dass mehrere Papierlagen eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts die Zellstoff-Mischung umfassen. Ein Verpackungsprodukt kann aber auch nur aus einer Papierlage umfassend die Zellstoffmischung bestehen.

Durch diese Merkmale kann jeweils ein an bestimmte Anforderungen angepasstes, Cellulose-basiertes Verpackungsprodukt bereitgestellt werden.

Unabhängig von der Anzahl und Anordnung von Papierlagen kann bei dem Verpackungsprodukt vorgesehen sein, dass die zumindest eine Papierlage umfassend die Zellstoff-Mischung zu mindestens 60 Gew. % aus der Zellstoff-Mischung besteht.

Schließlich kann es von Vorteil sein, wenn die Zellstoff-Mischung einen Ascherückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew. % aufweist.

Durch dieses Merkmal kann insbesondere die Alterungsbeständigkeit eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsproduktes verbessert werden.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas zur Herstellung eines chemischen Halbzellstoffs;

Fig. 2 Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas zur mechanischen Bearbeitung einer wässrigen Suspension des chemischen Halbzellstoffs;

- Fig. 3 Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas zur Herstellung einer Zellstoff-Mischung und einer wässrigen Suspension umfassend die Zellstoff-Mischung im Zuge eines Stoffauflaufs und eine daran anschließende Siebpartie;
- Fig. 4 Ausschnittsweise ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas einer Pressenpartie;
- Fig. 5 Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas zur Herstellung eines Vliesbahnverbundes;
- Fig. 6 Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrensschemas einer Trockenpartie;
- Fig. 7 Ausschnittsweise ein Ausführungsbeispiel für ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt im Längsschnitt;
- Fig. 8 Ausschnittsweise ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt im Längsschnitt;
- Fig. 9 Ausschnittsweise ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt im Längsschnitt.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Bei dem Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten wird zumindest ein Cellulosefasern umfassendes, erstes Material hergestellt, wobei als zumindest eines, erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus einem chemischen Halbzellstoff und einem Sulfat-Zellstoff hergestellt wird. Ein möglicher Ablauf der Herstellung des chemischen Halbzellstoffs 1 wird

im Folgenden anhand der Fig. 1 und Fig. 2 näher erläutert. Als Sulfat-Zellstoff kann ein wie üblich nach dem sogenannten Sulfat-Verfahren, allgemein auch als Kraft-Verfahren bzw. Kraft-Aufschluss-Verfahren bekannter Zellstoff verwendet werden.

Als Ausgangsstoff zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffes 1 kann wie in der Fig. 1 dargestellt zum Beispiel zerkleinertes Hartholz 2 oder eine Mischung aus unterschiedlichen, zerkleinerten Harthölzern 2 eingesetzt werden. Vorzugsweise kann hierbei vorgesehen sein, dass zur Herstellung des Halbzellstoffs 1 als zerkleinertes Hartholz 2 eine Mischung aus 60 Gew. % bis 90 Gew. % zerkleinertem Buchenholz und 10 Gew. % bis 40 Gew. % zerkleinertem Eichenholz eingesetzt wird. Insbesondere kann eine Mischung aus 70 Gew. % bis 85 Gew. % zerkleinertes Buchenholz und 15 Gew. % bis 30 Gew. % zerkleinertes Eichenholz eingesetzt werden.

Wie weiters aus der Fig. 1 ersichtlich ist, wird das zerkleinerte Hartholz 2 bzw. eine Hartholz-Mischung 2 anschließend durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln des zerkleinerten Hartholzes 2 in einem Kocher 3 bzw. Zellstoffkocher 3 hergestellt.

Der chemische Halbzellstoff 1 wird hierbei derart hergestellt, dass er Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm sowie Hemicellulosen und, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 aufweisend einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew. % bis 18 Gew. % aufweist.

Unter 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffes 1 ist der absolut trockene chemische Halbzellstoff 1 unter dem Begriff „atro“, also dessen Atro-Masse zu verstehen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff 1 mit einem Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 9 bis 17 Gew. % bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 hergestellt werden. Der chemische Halbzellstoff 1 kann außerdem mit einem Extrakt-Gehalt nach ISO 14453:2014 von 0,2 Gew. % bis 1,5 Gew. %, vorzugsweise 0,3 Gew-% bis 1,0 Gew. % hergestellt werden.

Der chemische Halbzellstoff 1 kann nach Herstellung bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 mindestens 50 Gew. %, vorzugsweise mindestens 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014, und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 etwa 15 bis 30 Gew. %, vorzugsweise 20 bis 25 Gew. % Hemicellulosen aufweisen. Der chemische Halbzellstoff 1 kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 51 bis 75 Gew. %, insbesondere 58 bis 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014 aufweisen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,8 mm bis 1,1 mm aufweisen.

Das zerkleinerte Hartholz 2 bzw. die Mischung aus Harthölzern 2 kann zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffs 1 mittels bzw. in einer Aufschlusslösung aufweisend 9 g/L bis 50 g/L aktives Alkali, ausgedrückt als NaOH chemisch behandelt werden. Der Begriff aktives Alkali umfasst hierbei wie bekannt primär die Summe der Hydroxyl- und Hydro-Sulfit-Spezies der Aufschlusslösung wie zum Beispiel in SCAN-N 2:88, 1988 beschrieben, und kann zum Beispiel nach der in SCAN -N 30 beschriebenen Titrationsprozedur bestimmt werden. Wie an sich in der Papierindustrie üblich erfolgt die Konzentrationsangabe hierbei durch Umrechnen der erhaltenen Werte unter Heranziehen des Molekulargewichts von NaOH (~40 g/mol). Vorzugsweise kann das zerkleinerte Hartholz 2 bzw. die Mischung aus Harthölzern 2 mittels bzw. in einer Aufschlusslösung aufweisend 15 g/L bis 34 g/L aktives Alkali, ausgedrückt als NaOH chemisch behandelt werden.

Eine Temperatur der Aufschlusslösung während des chemischen Behandlungs kann 150 °C bis 180 °C, vorzugsweise 160 °C bis 175 °C betragen und eine Dauer des chemischen Behandlungs kann 25 Minuten bis 45 Minuten, bevorzugt 30 Minuten bis 40 Minuten betragen.

Ein Gewichtsverhältnis Aufschlusslösung/Hartholz, üblicherweise auch als Hydro-modul bezeichnet, kann bei der chemischen Behandlung des Hartholzes 2 zum Beispiel 3 bis 8 m<sup>3</sup>/bdt Holz, vorzugsweise etwa 4,5 bis 7 m<sup>3</sup>/bdt Holz betragen.

Die Abkürzung bzw. Einheit bdt bezeichnet hierbei den in der Papiertechnologie üblichen Term „bone dry ton“, und bezieht sich somit auf eine Tonne absolut trockenes Holz im Sinne des Atro-Gewichts.. Entsprechend kann das zerkleinerte Hartholz in einer Aufschlusslösung bezogen auf Gesamtmasse trockenes Holz bzw. Hartholz 2 umfassend eine Menge an aktivem Alkali von ca. 7,5 % bis 15 %, vorzugsweise 10 % bis 15 % chemisch behandelt werden. Eine Sulfidität der Aufschlusslösung kann zum Beispiel 60 % bis 65 % bezogen auf aktives Alkali betragen.

Im Speziellen kann der chemische Halbzellstoff 1 durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz 2 in einer Aufschlusslösung aufweisend von 3 g/L bis 21 g/L NaOH, vorzugsweise aufweisend von 6 g/L bis 14 g/L NaOH hergestellt werden. Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Cellulosefasern umfassende, erste Material 1 durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz 2 in einer Aufschlusslösung aufweisend von 6 g/L bis 29 g/L Na<sub>2</sub>S, bevorzugt von 9 g/L bis 20 g/L Na<sub>2</sub>S, ausgedrückt als NaOH hergestellt wird.

Der chemische Halbzellstoff 1 kann auch durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz 2 in einer Aufschlusslösung aufweisend von 10 g/L bis 50 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, vorzugsweise von 17 g/L bis 34 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ausgedrückt als NaOH hergestellt werden. Dies hat insbesondere vorteilhafte Auswirkungen auf das Herstellungsverfahren selbst, da wie folgend beschrieben ein Rückgewinnen der Aufschlusslösung vereinfacht durchgeführt werden kann.

Die Aufschlusslösung kann die oben genannten Komponenten, also NaOH, Na<sub>2</sub>S und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> natürlich gemeinsam aufweisen, wobei aktives Alkali primär durch NaOH und Na<sub>2</sub>S gebildet ist.

Wie in der Fig. 1 grob schematisch dargestellt ist, kann die Aufschlusslösung aus dem Kocher 3 nach dem chemischen Behandeln optional in einem Blastank 4 weiterbehandelt werden. Hiernach kann das Cellulosefasern umfassende, erste Material 1 von der nach dem chemischen Behandeln erhaltenen Aufschlusslösung, auch als Schwarzlauge bezeichnet, getrennt werden, beispielsweise mittels

Waschpressen 5. Nach Abtrennung der Schwarzlauge kann der erhaltene, chemische Halbzellstoff 1 noch in einem in der Fig. 1 nicht näher dargestellten Verfahrensschritt gereinigt und sodann weiter verarbeitet werden.

Die durch das Kochen im Kocher 3 erhaltene Schwarzlauge kann wie in der Fig. 1 grob veranschaulicht via einer Rückgewinnungsstrecke 6 aufbereitet und wieder als Aufschlusslösung in den Kocher 3 rückgeführt werden. Wie an sich bekannt kann eine Aufbereitungsstrecke 6 ein Aufkonzentrieren bzw. Eindampfen der Schwarzlauge und anschließend ein Verbrennen der eingedampften Schwarzlauge umfassen. Aus der entstehenden anorganischen Schmelze kann wie in der Papierindustrie üblich sodann durch Verdünnen mit Wasser und/oder frischer Dünnpfeißlauge eine wieder verwendungsfähige Aufschlusslösung hergestellt und dem Kocher 3 wieder zugeführt werden. Wie bereits obenstehend erwähnt hat sich hierbei erwiesen, dass zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffes 1 keine umfassende bzw. vollständige Aufbereitung der Schwarzlauge zu einer so genannten Weißlauge erforderlich ist. Im Besonderen kann die in dem Kocher 3 zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffes 1 verwendete Aufschlusslösung zweckmäßigerweise durchaus Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in dem bereits oben angegebenen Konzentrationsbereich enthalten, wodurch eine vollständige Kaustifizierung bei der Aufbereitung der Schwarzlauge erübriggt werden kann. Eine solche Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> aufweisende Aufschlusslösung kann im Fachjargon auch als Grünlauge bezeichnet werden.

Der chemische Halbzellstoff 1 kann sodann weiterverarbeitet werden. Je nach Anforderung an das Verpackungsprodukt kann es hierbei zweckmäßig sein, wenn nach der chemischen Behandlung eine mechanische Bearbeitung und Zerfaserung einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes 1 in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer 7 bzw. Hochkonsistenz-Refiner 7 durchgeführt wird. Hierzu kann wie in der Fig. 2 dargestellt der chemische Halbzellstoff 1 zunächst in einem Tank 8 mit optionaler Umwälzvorrichtung zu einer wässrigen Feststoffsuspension verdünnt werden. Eine Konsistenz der Feststoffsuspension vor der mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Hochkonsistenz-Zerfaser-

rer 7 kann zum Beispiel auf 30 % bis 40 % eingestellt werden. Eine derartige Zerfaserung in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer 7 dient unter anderem einer Absenkung des sogenannten Splitteranteils des chemischen Halbzellstoffes 1, also der Auflösung von noch holzähnlichen Zellstoff-Agglomeraten. Von Vorteil hat sich erwiesen, wenn die Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes 1 auf einen Splittergehalt von weniger als 15 % nach T 275 sp-02:2007 bei einem Schopper-Riegler-Wert gemäß ISO 5267-1:1999 von mehr als 28°SR zerfasert wird. Der Splittergehalt nach T 275 sp-02:2007 kann hierbei insbesondere mit einer Somerville Apparatur bei einer Schlitzweite von 0,15 mm bestimmt werden.

Wie weiters in der Fig. 2 dargestellt ist, kann es außerdem auch zweckmäßig sein, dass nach der ersten mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Hochkonsistenz-Zerfaserer 7 eine mechanische Bearbeitung und Mahlung des chemischen Halbzellstoffes 1 bzw. einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes 1 in einem Niedrigkonsistenz-Refiner 9 durchgeführt wird. Hierzu kann wiederum eine Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes 1 in einem Tank 10 hergestellt werden. Eine Konsistenz der Feststoffsuspension vor der mechanischen Bearbeitung und Mahlung in dem Niedrigkonsistenz-Refiner 9 kann zweckmäßigerweise auf 2 % bis 6 % eingestellt werden.

Alternativ zu dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel kann durchaus auch vorgesehen sein, dass lediglich eine mechanische Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes 1 in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer 7 durchgeführt wird. Genauso kann es in anderen Fällen aber auch sinnvoll sein, dass eine Zerfaserung in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer 7 erübrig wird und lediglich eine mechanische Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes 1 in einem Niedrigkonsistenz-Zerfaserer 9 bzw. -refiner 9 durchgeführt wird. Im Prinzip kann je nach Anforderungsprofil an ein herzustellendes Verpackungsprodukt eine mechanische Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes 1 auch gänzlich erübrig werden. Eine mechanische Bearbeitung bzw. Zerfaserung des chemischen Halbzellstoffes 1 wirkt sich in erster Linie positiv auf ein Trocknungsverhalten im Zuge der weiteren Verarbeitung des chemischen Halbzellstoffes 1 und auf die Luftdurchlässigkeit bzw.

Porosität sowie beispielsweise die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Verpackungsprodukte aus.

Ganz grundsätzlich hat sich vor allem hinsichtlich der Weiterverarbeitung als vorteilhaft erwiesen, wenn der chemische Halbzellstoff 1 mit einem Wasserrückhalte-Wert nach ISO 23714:2014 von 130 % bis 195 % hergestellt wird.

Unabhängig davon, ob eine mechanische Bearbeitung des chemischen Halbzellstoffes 1 in wenigstens einem Zerfaserer bzw. Refiner 7, 9 durchgeführt wird oder nicht, erfolgt in einem weiteren Schritt die Herstellung zumindest eines Cellulosefasern umfassenden, ersten Materials. Wie in der Fig. 3 grob schematisch veranschaulicht wird als dieses Cellulosefasern umfassende, erste Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff 1, und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Sulfat-Zellstoff 11, hergestellt.

Die Zellstoff-Mischung aus chemischem Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 kann zum Beispiel durch Zusammenführung wässriger Suspensionen dieser Zellstoffe 1, 11 in dem in Fig. 3 dargestellten Tank 12 mit Rührwerk(en) erfolgen. Grundsätzlich kann eine Herstellung der Zellstoff-Mischung aus chemischem Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 aber auch in trockenem oder nur leicht feuchtem Zustand durchgeführt werden. Weiters kann beispielsweise die Herstellung der Zellstoff-Mischung auch so erfolgen, dass ein trockener oder nur leicht feuchter Halbzellstoff 1 und/oder Sulfat-Zellstoff 11 einer wässrigen Suspension bestehend aus Halbzellstoff 1 und/oder Sulfat-Zellstoff 11 im Tank 12 zugegeben wird. Wie aus Fig. 3 ersichtlich erfolgt bei dem Verfahren eine Herstellung zumindest einer das erste Material bzw. die Zellstoff-Mischung umfassenden, ersten wässrigen Suspension, zum Beispiel in dem dargestellten Tank 12.

Optional kann auch eine chemische Zusammensetzung der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension vor der wie in der Papier- bzw. Zellstofftechnik an sich bekannt eingestellt bzw. angepasst werden. Insbesondere können der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension in der Papiertechnologie übliche Additive

bzw. Zuschlagstoffe und Hilfsstoffe, wie etwa Füllstoffe, Stärke etc. beigemengt werden. Hierzu kann ein üblich ausgestalteter Konstantteil vorgesehen sein, welches in der Fig. 3 lediglich schematisch durch Tank 12 repräsentiert wurde. In der Realität kann ein solcher Konstantteil natürlich noch weitere geläufige Komponenten umfassen.

Je nach Anforderung an ein Verpackungsprodukt kann vorgesehen sein, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs 1, und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs 11 hergestellt wird.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs 1, und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs 11 hergestellt wird.

Von besonderem Vorteil kann es sein, wenn die Zellstoff-Mischung aus chemischen Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 mit einem Ascherückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew.% hergestellt wird. Durch diese Maßnahme kann vor allem die Alterungsbeständigkeit des hergestellten Verpackungsproduktes verbessert werden.

Unabhängig davon kann eine Konsistenz der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension umfassend den chemischen Halbzellstoff 1 und den Sulfat-Zellstoff 11 bzw. die Zellstoffmischung vor der Weiterverarbeitung auf einen Wert von 0,5 % bis 1,8 %, vorzugsweise von 0,8 % bis 1,5 % eingestellt werden. Dies zum Beispiel durch Zuführen von Wasser in den Tank 12. Die Weiterverarbeitung dieser zumindest einen, ersten Suspension kann sodann wie an sich bekannt mittels einer Papiermaschine erfolgen, wie dies im Folgenden anhand der Figuren 3 bis 6 grob schematisch beschrieben wird.

Wie in der Fig. 3 dargestellt ist, kann die zumindest eine, erste wässrige Suspension umfassend den chemischen Halbzellstoff 1 und den Sulfat-Zellstoff 11, bzw. die Zellstoff-Mischung aus diesen Zellstoffen 1, 11, wie an sich bekannt auf ein umlaufendes Endlossieb 13 einer Siebpartie 14 aufgebracht werden. In einer solchen Siebpartie 14 erfolgt eine Vergleichmäßigung der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension und Vortrocknung zu zumindest einer wasserhaltigen, ersten Vliesbahn 15, wie dies in der Fig. 3 schematisch veranschaulicht ist. Das Sieb 13 kann hierbei über Entwässerungsmittel 16 der Siebpartie 14 geführt werden, welche Entwässerungsmittel 16 zum Beispiel durch Saugleisten gebildet sein können. Grundsätzlich kann eine Entwässerung in einer Siebpartie 14 lediglich durch Schwerkraft erfolgen. Zusätzlich kann aber zum Beispiel je nach Ausführung einer Siebpartie 14 die Entwässerung bzw. Vortrocknung der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 durch Erzeugung eines Unterdrucks mittels einer Unterdruckvorrichtung 17 unterstützt werden. Die zumindest eine erste Vliesbahn 15 umfassend die Zellstoff-Mischung kann mittels der Siebpartie 14 zum Beispiel auf einen Wassergehalt von 70 Gew. % bis 85 Gew. % vorgetrocknet werden.

Der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension bzw. der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 können ganz grundsätzlich auch weitere, in der Papierindustrie übliche Zusatzstoffe bzw. Additive, wie etwa Füllstoffe, Stärke etc. beigemengt werden, wobei solche Zusatzstoffe vorzugsweise nur in geringen Mengen eingesetzt werden. Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine, erste Vliesbahn 15, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Vliesbahn 15, also atro, mit einem Gehalt von mindestens 50 Gew. %, vorzugsweise mit einem Gehalt von mindestens 80 Gew.% an der Zellstoff-Mischung hergestellt wird.

Nachfolgend kann die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 wie in der Fig. 4 dargestellt mittels einer Pressenpartie 18 weiter getrocknet werden. Die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 kann wie dargestellt zwischen Walzen 19 der Pressenpartie 18 hindurchgeführt werden und dadurch unter hohem Druck weiter entwässert werden. Zusätzlich kann die weitere Trocknung zusätzlich mittels saugfähigem Stützmaterial unterstützt werden, wie an sich bekannt zum Beispiel durch die in der Fig. 4 dargestellten Filzmatten 20. Ein Wassergehalt der zumindest einen, ersten

Vliesbahn 15 nach Hindurchführung durch eine Pressenpartie 18 kann zum Beispiel ca. 40 Gew. % bis 65 Gew. % bezogen auf die Gesamtmasse der Vliesbahn 15 betragen. In der Fig. 4 ist zwecks besserer Ersichtlichkeit wie auch anhand der Abrisslinien erkennbar eine Pressenpartie 18 nur ausschnittsweise dargestellt. Insbesondere kann eine Pressenpartie 18 wie an sich bekannt mehr als nur zwei Walzen 19 umfassen, insbesondere können mehrere durch Walzen 19 gebildete Walzenpaare nacheinander angeordnet sein, wobei einzelne Walzenpaare durchaus unterschiedlich ausgebildet sein können. Als Beispiele für mögliche Ausführungen von Pressenpartien seien an dieser Stelle eine sogenannte Schuhpresse und eine sogenannte Nip-Presse genannt..

Neben der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 aufweisend das Cellulosefaser umfassende, erste Material bzw. die Zellstoff-Mischung aus chemischen Halbzellstoff 1 und Sulfatzellstoff 11 können je nach Anforderung an das herzustellende Verpackungsprodukt, zum Beispiel ob ein Verpackungspapier, -pappe oder –karton hergestellt werden soll, zusätzlich noch weitere Vliesbahnen 21, 22 zu dem Verpackungsprodukt verarbeitet werden. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts mehrere wasserhaltige Vliesbahnen 15, 21, 22 verbunden werden, wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn 15 umfassend die Zellstoff-Mischung vorzugsweise als außenliegende Vliesbahn 15 angeordnet wird.

Ein solches Beispiel zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsproduktes, hergestellt aus mehreren Vliesbahnen wird nun anhand von Fig. 5 näher erläutert, wobei das in der Fig. 5 schematisch dargestellte Verfahren rein beispielhaft gewählt ist. Selbstverständlich sind auch andere Ausführungsformen des Verfahrens als das in der Fig. 5 dargestellte, insbesondere unterschiedliche Anordnungen von mehreren Vliesbahnen 15, 21, 22 möglich.

Bei dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts in Form eines Wellpappe-Kartons dargestellt. In einem solchen Fall können zusätzlich zu der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 optional eine oder mehrere, weitere wasserhaltiger Vlies-

bahn(en) 21, 22 aus einem oder mehreren Cellulosefasern umfassenden Material(ien) via Herstellung einer oder mehrerer, weiterer wässriger Suspension(en) und deren Vortrocknung bereit- bzw. hergestellt werden.

Eine Herstellung solcher weiterer Vliesbahnen 21, 22 kann grundsätzlich analog oder ähnlich wie obenstehend anhand der Fig. 1 bis 4 beschrieben, hergestellt werden. Es ist aber selbstverständlich auch möglich, dass weitere Vliesbahnen 21, 22 in anderer Art und Weise mittels anderer, an sich in der Papierindustrie bekannter Methoden hergestellt werden. Grundsätzlich können solche weiteren Vliesbahnen ebenfalls das erste, Cellulose umfassende Material bzw. die Zellstoff-Mischung aus chemischem Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 umfassen oder größtenteils daraus bestehen. Es ist aber natürlich auch möglich, dass weitere Vliesbahnen 21, 22 aus anderen Cellulosefasern umfassenden Materialien hergestellt werden, beispielsweise durch Recyclingmethoden aus Altpapier oder aus Hart- bzw. Weichhölzern oder anderen Cellulosefasern aufweisenden Pflanzen durch mechanische, thermomechanische und/oder chemische Aufbereitungsverfahren, anschließende Vergleichmäßigung und Trocknung zu Vliesbahnen. Zum Beispiel können solche weitere Vliesbahnen 21, 22 Holzstoff oder chemisch aufbereiteten Zellstoff umfassen. Auch solchen weiteren Vliesbahnen 21, 22 können wie der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 gegebenenfalls in der Papierindustrie übliche Additive beigemengt sein.

Wie anhand des in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiels ersichtlich, kann zur Herstellung eines Verpackungskartons eine der weiteren Vliesbahnen 21 mittels Riffelwalzen 23, welche gegebenenfalls beheizt sein können, eine Wellung bzw. Riffelung in dieser Vliesbahn 21 erzeugt werden. Anschließend kann eine solche gewellte Vliesbahn 21 mit der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 und gegebenenfalls mit einer oder mehreren weiteren Vliesbahn(en) 22 verbunden werden. Eine Verbindung der Vliesbahnen 15, 21, 22 kann zum Beispiel grundsätzlich vor der weiteren Trocknung durch Nasspressen erfolgen, kann aber auch zum Beispiel durch Verkleben bzw. Verleimen der Vliesbahnen 15, 21, 22 nach der Trocknung erfolgen. Eine Herstellung und Trocknung der Vliesbahnen 15, 21,

22 kann demnach beispielsweise auch auf separaten Anlagen bzw. Papiermaschinen erfolgen, wobei die Vliesbahnen 15, 21, 22 nachfolgend verklebt bzw. verleimt werden.

Alternativ zu dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist es selbstverständlich auch möglich, dass auch optionale, weitere Vliesbahnen 21, 22 die Zellstoff-Mischung aus chemischen Halbzellstoff 1 und Sulfatzellstoff 11 umfassen. Ebenso ist je nach Anforderung an das Verpackungsprodukt wie bereits erwähnt aber auch möglich, dass mehr oder weniger, weitere Vliesbahnen 21, 22 als in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 gezeigt, zur Herstellung des Verpackungsprodukts vereinigt werden. Zum Beispiel ist es durchaus möglich, dass lediglich die zumindest eine, erste wasserhaltige Vliesbahn 15 zu einem Verpackungsprodukt verarbeitet wird.

Genauso ist es im Unterschied zu dem in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel aber auch möglich, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts mehrere wasserhaltige Vliesbahnen 15, 21, 22 verbunden werden, wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn 15 umfassend die Zellstoff-Mischung als innenliegende Vliesbahn 15 angeordnet wird.

Unabhängig davon erfolgt schließlich die Weiterverarbeitung der wasserhaltigen ersten Vliesbahn 15 und optional weiterer, wasserhaltiger Vliesbahnen 21, 22 zu dem Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukt unter weiterer Trocknung der Vliesbahn(en) 15, 21, 22. Hierzu können wie in der Fig. 6 dargestellt die Vliesbahn(en) 15, 21, 22 mittels einer Trockenpartie 24 auf einen gewünschten Wassergehalt endgetrocknet werden. In der Fig. 6 ist zur besseren Ersichtlichkeit lediglich die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 dargestellt, respektive für den Fall der Verarbeitung mehrerer Vliesbahnen 15, 21, 22 vereinfacht ein Vliesbahnverbund 25 dieser Vliesbahnen 15, 21, 22 dargestellt.

Eine Trockenpartie 24 kann wie in der Fig. 6 dargestellt zahlreiche rotierende Trockenzyliner 26 umfassen, über welche die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 bzw. gegebenenfalls der Vliesbahnverbund 25 geführt werden kann. Die Trockenzyliner können direkt beheizt sein. Zum Beispiel können in der Fig. 6 nicht

näher dargestellte Heizkanäle zur Durchleitung von Heißdampf in den Trockenzyllindern 26 ausgebildet sein. Alternativ ist zum Beispiel auch eine Beheizung der Trockenzyllinder 26 mittels einer elektrischen Widerstandsheizung möglich. Eine Temperatur der Trockenzyllinder 26 einer Trockenpartie 24 kann zum Beispiel in Hindurchführungsrichtung der zumindest einen Vliesbahn 15 respektive optional eines Vliesbahnverbundes 25 sukzessive steigen. Eine Trockenpartie 24 kann wie an sich bekannt zusätzlich weitere Entwässerungshilfsmittel umfassen, wie etwa die in der Fig. 6 dargestellten Siebbahnen 27, welche über Umlenkrollen 28 geführt sein können. Durch solche Siebbahnen kann beispielsweise ein Verlaufen der zumindest einen, ersten Vliesbahn 15 bzw. des Vliesbahnverbundes 25 von den heißen Trockenzyllindern 26 vermieden werden. Die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 bzw. gegebenenfalls der Vliesbahnverbund 25 können mittels der Trockenpartie 24 beispielsweise auf einen Wassergehalt von 1 Gew. % bis 10 Gew. % getrocknet werden.

Nach der Trocknung in der in der Trockenpartie 24 kann das erhaltene Cellulosefaser-basierte Verpackungsprodukt natürlich noch entsprechend der Erfordernisse konfektioniert werden, wobei üblicherweise eine Konfektionierung zu Rollen- oder Endlosverpackungsprodukten erfolgt.

Unabhängig von der genauen Verarbeitung einer oder mehrerer Vliesbahnen 15, 21, 22 inkludierend die zumindest eine, erste Vliesbahn 15 umfassend die Zellstoff-Mischung aus dem chemischen Halbzellstoff 1 und dem Sulfat-Zellstoff 11, kann bei dem Verfahren ganz allgemein vorgesehen sein, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien zumindest 30 Gew. % des ersten Materials bzw. der Zellstoffmischung zur Herstellung des Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts eingesetzt werden. Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien zumindest 60 Gew. % des ersten Materials bzw. der Zellstoff-Mischung aus chemischem Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 zur Herstellung des Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts eingesetzt werden. Es ist durchaus auch möglich, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetz-

ten Materialien mindestens 90 Gew. % des ersten Materials bzw. der Zellstoff-Mischung zur Herstellung des Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts eingesetzt werden.

In den Fig. 7 bis 9 sind schließlich mögliche Ausführungsvarianten von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten 29 ausschnittsweise im Längsschnitt dargestellt, wobei diese drei Ausführungsbeispiele rein beispielhaft sind und selbstverständlich noch weitere Ausgestaltungsvarianten möglich sind, wie dies auch bereits obenstehend anhand der Beschreibung des Verfahrens ausgeführt wurde. Ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt 29 kann insbesondere gemäß den oben beschriebenen Verfahrensschritten bzw. -maßnahmen hergestellt sein.

Unabhängig von der exakten Ausgestaltung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts 29 ist vorab festzuhalten, dass es zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung besteht, welche bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff 1, und ebenfalls bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Sulfat-Zellstoff 11, besteht.

Hierbei weist der chemische Halbzellstoff 1 Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs 1 einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.% auf.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass das Verpackungsprodukt 29 zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs 1, und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs 11, besteht.

Das Verpackungsprodukt 29 kann aber auch zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus, bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs 1, und

bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 50 Gew. % bis 70 Gew. % des chemischen Sulfat-Zellstoffs 11, bestehen.

Der chemische Halbzellstoff 1 kann einen Extrakt-Gehalt nach ISO 14453:2014 von 0,2 Gew. % bis 1,5 Gew. % aufweisen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff 1 einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 9 bis 17 Gew. % bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 aufweisen. Der chemische Halbzellstoff 1 kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 mindestens 50 Gew. %, vorzugsweise mindestens 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich, und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 1 etwa 15 bis 30 Gew. %, vorzugsweise 20 bis 25 Gew. % Hemicellulosen aufweisen. Der chemische Halbzellstoff 1 kann bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des chemischen Halbzellstoffs 51 bis 75 Gew. %, insbesondere 58 bis 70 Gew. % Cellulosefasern mit dem spezifizierten längengewichteten, mittleren Faserlängen-Bereich nach ISO 16065-2:2014 aufweisen. Vorzugsweise kann der chemische Halbzellstoff 1 Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,8 mm bis 1,1 mm aufweisen.

Besonders bevorzugt kann der chemische Halbzellstoff 1, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs 1 einen Extrakt-Gehalt nach ISO 14453:2014 von 0,3 Gew. % 1,0 Gew. % aufweisen.

Im Besonderen kann vorgesehen sein, dass ein Cellulosefaser-basiertes Verpackungsprodukt 29 zu zumindest 60 Gew. % aus der Zellstoff-Mischung aus chemischen Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 besteht.

Bei dem in der Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel für ein Cellulose-basiertes Verpackungsprodukt 29 besteht selbiges lediglich aus einer Papierlage 30, welche Papierlage 30 des Verpackungsprodukts 29 die Zellstoff-Mischung aus chemischen Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 umfasst bzw. zumindest überwiegend aus dieser Zellstoff-Mischung besteht.

Bei dem in der Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Cellulosefaser-basierte Verpackungsprodukt 29 aus zwei miteinander verbundenen Papierlagen 30, 31, wobei mindestens eine Papierlage 30 die Zellstoff-Mischung aus dem chemischen Halbzellstoff 1 und dem Sulfat-Zellstoff 11 umfasst bzw. zumindest überwiegend aus dieser Zellstoff-Mischung besteht. Die andere Papierlage 31 kann wie oben anhand des Verfahrens bereits beschrieben ein anderes Cellulosefasern aufweisendes Material, zum Beispiel Holzstoff, Zellstoff oder Recyclingmaterial bzw. aufbereitetes Altpapier umfassen. Beispielsweise kann die Lage 31 auch andere nicht faserbasierte Materialien wie Kunststoffe, Metalle oder andere Materialien oder Materialmischungen umfassen.

Bei dem in der Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Verpackungsprodukt 29 in Form eines Kartons aus insgesamt drei miteinander verbundenen Papierlagen 30, 31, 32, wobei eine gewellte Papierlage 32 bei diesem Ausführungsbeispiel von zwei ungewellten Papierbahnen bzw. -lagen 30, 31 umgeben ist. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann mindestens eine Papierlage 30 die Zellstoffmischung umfassen bzw. zumindest überwiegend aus der Zellstoff-Mischung bestehen. Die gewellte Papierlage 32 kann zum Beispiel recyceltes Altpapier bzw. aus Altpapier gewonnene Cellulose umfassen, während die zweite ungewellte Papierlage 31 zum Beispiel einen weiteren Zellstoff, wie etwa Kraft-Zellstoff umfassen kann. Ebenso ist es aber zum Beispiel auch möglich, dass die beiden äußereren, ungewellten Papierlagen 30, 31 die Zellstoff-Mischung umfassen bzw. zumindest überwiegend aus der Zellstoff-Mischung aus dem chemischen Halbzellstoff 1 und dem Sulfat-Zellstoff 11 bestehen.

Es ist aber auch möglich, dass zumindest eine innere Papierlage 32 des Verpackungsprodukts 29 die Zellstoff-Mischung umfasst. Eine weitere Möglichkeit besteht auch darin, dass alle drei Papierlagen 30, 31, 32 des in der Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiels die Zellstoff-Mischung umfassen bzw. überwiegend hie- raus bestehen.

Unabhängig von der Anordnung einer die Zellstoff-Mischung umfassenden Papierlage 30 kann insbesondere vorgesehen sein, dass diese zumindest eine Papierlage 30 zu mindestens 60 Gew. % aus der Zellstoff-Mischung aus chemischem Halbzellstoff 1 und Sulfat-Zellstoff 11 besteht.

Des Weiteren kann es vorteilhaft sein, wenn die Zellstoffmischung des Verpackungsprodukts 29 einen Ascherückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew. % aufweist, wodurch sich eine Verbesserung der Alterungsbeständigkeit des Verpackungsprodukts 29 erzielen lässt.

Zur Demonstration der Eignung der Zellstoff-Mischung aus dem chemischen Halbzellstoff 1 mit den angegebenen Parametern und dem Sulfat-Zellstoff 11 zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten 29 werden im Folgenden noch einige Beispiele für die Herstellung und Bestimmung der Eigenschaften von aus der Zellstoff-Mischung hergestellten Papierproben angegeben.

Beispiele:

Es wurden mehrere Proben chemischer Halbzellstoffe unter leicht unterschiedlichen Kochbedingungen hergestellt.

Die Herstellung der chemischen Halbzellstoffe erfolgte jeweils durch chemisches Behandeln bzw. Kochen einer Mischung aus zerkleinerten Harthölzern bestehend aus 80 Gew. % zerkleinertem Buchenholz und 20 Gew. % zerkleinertem Eichenholz, bezogen auf die Gesamtmasse an zerkleinertem Hartholz. Diese zerkleinerte Hartholzmischung wurde jeweils bei 168 °C für 35 Minuten in einer Aufschlusslösung bei einem Gewichtsverhältnis Aufschlusslösung/Hartholz bzw. Hydromodul von 7m<sup>3</sup>/bdt (bone dry ton) Hartholz chemisch behandelt. Der Gehalt der Aufschlusslösung an aktivem Alkali wurde wie folgt variiert:

Halbzellstoffprobe A: ca. 10 % aktives Alkali bezogen auf Gesamtmasse trockenes Hartholz; Sulfidität 62 bis 63 % bezogen auf aktives Alkali.

Halbzellstoffprobe B: ca. 7,5 % aktives Alkali bezogen auf Gesamtmasse trockenes Hartholz; Sulfidität 62 bis 63 % bezogen auf aktives Alkali.

Halbzellstoffprobe C: ca. 15 % aktives Alkali bezogen auf Gesamtmasse trockenes Hartholz; Sulfidität 62 bis 63 % bezogen auf aktives Alkali.

In allen Fällen wurde eine Aufschlusslösung mit einer Konzentration an NaOH von ca. 9 bis 12 g/L, Na<sub>2</sub>S von ca. 14 bis 17 g/L und Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> von ca. 24 bis 27 g/L, jeweils ausgedrückt als NaOH, verwendet. Je nach apparativer Ausrüstung und weiteren Gegebenheiten können aber auch Aufschlusslösungen mit Chemikalienkonzentrationen außerhalb dieser Bereiche gewählt werden bzw. zweckmäßig sein.

Bei allen zur Herstellung der Papierproben A bis C verwendeten chemischen Halbzellstoffen wurde eine längengewichtete, mittlere Faserlänge der Cellulosefasern nach ISO 16065-2:2014 zu 0,75 bis 1,09 mm ermittelt.

Bei den Halbzellstoffproben A bis C wurden folgende Lignin-Gehalte nach JAYME/KNOLLE/RAPP und Extrakt-Gehalte nach ISO 14453:2014, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des jeweiligen, chemischen Halbzellstoffs ermittelt:

Halbzellstoffprobe A: Lignin-Gehalt: 12 Gew. % bis 14 Gew. %  
Extrakt-Gehalt: 0,9 Gew. % bis 1,0 Gew. %

Halbzellstoffprobe B: Lignin-Gehalt: 14 Gew. % bis 16 Gew. %  
Extrakt-Gehalt: 1,1 Gew. % bis 1,3 Gew. %

Halbzellstoffprobe C: Lignin-Gehalt: 9 Gew. % bis 11 Gew. %  
Extrakt-Gehalt: 0,6 Gew. % bis 0,7 Gew. %

Um den Einfluss von mechanischer Bearbeitung bzw. Zerfaserung des chemischen Halbzellstoffes hinsichtlich Produkteigenschaften und Verfahrenseffizienz zu untersuchen, wurden Halbzellstoffproben A in unterschiedlicher Weise mittels eines Hochkonsistenz-Zerfaserers, 36 inch Double Disc HC Refiner bei 6 bis 10 mm Spaltbreite und in der zweiten Stufe mit 60-120 kWh/adt bei einer Konsistenz von über 30 %, zerfasert. Nachfolgend erfolgte eine mechanische Bearbeitung mittels eines Niedrigkonsistenz-Refiners, Double Disc LC Refiner (TwinFlow IIIB), mit 250 bis 450kWh/adt zwei oder einstufig bei einer Konsistenz von 4 %. Die so

mechanisch behandelten Halbzellstoffproben wurden nach ISO 5267-1:1999 hinsichtlich des Entwässerungsverhaltens untersucht. Außerdem wurde aus den variabel behandelten Halbzellstoffproben A gemäß ISO 5269-2:2004 (Rapid-Köthen Methode) Papierproben hergestellt. Zum Vergleich wurden auch aus nicht behandeltem Halbzellstoffproben A Papierproben gemäß ISO 5269-2:2004 hergestellt.

Es wurden folgende Halbzellstoffproben hergestellt:

Halbzellstoffprobe A1: hergestellt aus unbehandelten Halbzellstoffproben A

Halbzellstoffprobe A2: hergestellt aus mittels Hochkonsistenz-Zerfaserer  
behandelten Halbzellstoffproben A

Halbzellstoffprobe A3: hergestellt aus mittels Niedrigkonsistenz-Refiner  
behandelten Halbzellstoffproben A

Halbzellstoffprobe A4: hergestellt aus mittels Hochkonsistenz-Zerfaserer und  
anschließend mittels Niedrigkonsistenz-Refiner  
behandelten Halbzellstoffproben A

Aus diesen Halbzellstoffproben A1 bis A4 wurden Papierproben A1 bis A4 gemäß ISO 5269-2:2004 hergestellt, und deren SCT-Index (Stauch-Widerstand) gemäß ISO 9895:2008 untersucht:

Papierproben A1: SCT-Index 12 – 17 Nm/g

Papierproben A2: SCT-Index 13 – 18 Nm/g

Papierproben A3: SCT-Index 27 – 30 Nm/g

Papierproben A4: SCT-Index 27 – 30 Nm/g

Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass sich vor allem eine mechanische Behandlung des chemischen Halbzellstoffes A positiv auf die mechanischen Eigenschaften von daraus hergestellten Papierproben und auch Verpackungsprodukten, insbesondere auf den gemäß ISO 9895:2008 ermittelten SCT-Index, auswirkt. Ohne weitere Test-Resultate anzugeben sei an dieser Stelle allerdings auch angemerkt, dass eine ähnliche Tendenz auch hinsichtlich anderer, mechanischer Parameter, wie etwa Reißfestigkeit, Berstfestigkeit, Zugsteifigkeit, Zugfestigkeit etc. feststellbar ist. Für Verpackungsprodukte mit hohen Anforderungen

empfiehlt sich daher zumindest eine mechanische Behandlung in einem Niedrigkonsistenz-Refiner, wobei eine solche mechanische Behandlung natürlich für Verpackungsprodukte mit geringeren Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften oder beispielsweise bei Verbund-Verpackungsprodukten erübrigter werden kann.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass eine mechanische Behandlung mittels Hochkonsistenz-Zerfaserer vor allem positive Effekte hinsichtlich des Entwässerungsverhaltens während der Trocknungsschritte des Verfahrens hat, sich also positiv auf die Verfahrenseffizienz per se auswirkt. Von den Halbzellstoffproben A1 bis A4 wurde gemäß ISO 5267-1:1999 die sogenannte Freeness nach dem Schopper-Riegler-Verfahren in °SR bestimmt, mit folgenden Ergebnissen:

Halbzellstoffproben A1: 10 – 11 °SR

Halbzellstoffproben A2: 10 – 11 °SR

Halbzellstoffproben A3: 40 – 47 °SR

Halbzellstoffproben A4: 39 – 48 °SR

Höhere Werte der Freeness in °SR kennzeichnen hierbei ein langsameres Entwässerungsverhalten. Wie anhand der erhaltenen Messwerte ersichtlich ist, zeigen mechanisch nicht behandelte Halbzellstoffproben A1 grundsätzlich gutes Entwässerungsverhalten, wobei alleinig eine mechanische Behandlung in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer auf das Entwässerungsverhalten wie im Falle der Halbzellstoffproben A2 keinen wesentlichen Einfluss auf das Entwässerungsverhalten hat. Vor allem im Falle hoher Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften des Verpackungsproduktes, in welchen sich wie oben anhand der Papierproben A1 bis A4 erläutert eine mechanische Behandlung mittels eines Niedrigkonsistenz-Refiners empfiehlt, führt eine solche mechanische Behandlung allerdings zu einer Verschlechterung des Entwässerungsverhaltens, wie bei den Halbzellstoffproben A3 und A4. Die Behandlung im Hochkonsistenz-Zerfaserer zieht eine erhebliche Reduktion des Splittergehaltes nach sich, ohne das Entwässerungsverhalten maßgeblich zu beeinträchtigen.

Des Weiteren wurden Zellstoff-Mischungen aus Halbzellstoffproben A4 und analog zu Proben A4 mechanisch mittels Hochkonsistenz-Zerfaserung und Niedrigkonsistenz-Mahlung behandelten Halbzellstoffproben C4, mit einem kommerziell erhältlichen Nadelholz-Sulfat-Zellstoff aus Kiefernholz mit einer Kappazahl von 55 zubereitet. Hierzu wurden jeweils homogene Suspensionen der Halbzellstoffproben A und C mit einer Konsistenz von 1 % mit Suspensionen des Nadelholz-Sulfatzellstoffs aus Kiefernzellstoff mit einer Konsistenz von 0,5% in einem Behältnis mit Rührwerk entsprechend volumetrisch gemischt.

Es wurden folgende Zellstoff-Mischungen zubereitet:

Zellstoff-Mischung M1: 40 Gew.% Halbzellstoff A4, 60 Gew.% Sulfat-Zellstoff;  
Zellstoff-Mischung M2: 40 Gew.% Halbzellstoff C4, 60 Gew.% Sulfat-Zellstoff;  
Zellstoff-Mischung M3: 70 Gew.% Halbzellstoff A4, 30 Gew.% Sulfat-Zellstoff;  
Zellstoff-Mischung M4: 70 Gew.% Halbzellstoff C4, 30 Gew.% Sulfat-Zellstoff;

Aus diesen Zellstoffmischungen wurden wiederum gemäß ISO 5269-2:2004 (Rapid-Köthen Methode) Papierproben M1 bis M4 hergestellt und hinsichtlich einiger mechanischer Eigenschaften untersucht. Als Vergleichsproben wurden gemäß ISO 5269-2:2004 Papierproben V, bestehend zu 100 Gew.% Sulfat-Zellstoff hergestellt.

Es wurden folgende mechanische Parameter bestimmt:

SCT-Index gemäß ISO 9895:2008 (Short-span Stauchwiderstand):

Papierprobe M1: ca. 32,5 Nm/g  
Papierprobe M2: ca. 33,2 Nm/g  
Papierprobe M3: ca. 31,3 Nm/g  
Papierprobe M4: ca. 31,0 Nm/g  
Papierprobe V: ca. 28,9 Nm/g

Concora-Medium Test gemäß ISO 7263-1:2019 (Flachstauchwiderstand):

Papierprobe M1: ca. 175 N  
Papierprobe M2: ca. 177 N

Papierprobe M3: ca. 181 N

Papierprobe M4: ca. 179 N

Papierprobe V: nicht gemessen

Berstfestigkeit als Index gemäß ISO 2758:2001:

Papierprobe M1: ca. 4,5 kPa\*m<sup>2</sup>/g

Papierprobe M2: ca. 4,8 kPa\*m<sup>2</sup>/g

Papierprobe M3: ca. 4,0 kPa\*m<sup>2</sup>/g

Papierprobe M4: ca. 4,0 kPa\*m<sup>2</sup>/g

Papierprobe V: ca. 6,0 kPa\*m<sup>2</sup>/g

Wie anhand der Tests zu den mechanischen Eigenschaften ersichtlich, weisen Papierproben aus Mischungen aus dem chemischen Halbzellstoff und dem Sulfat-Zellstoff gute mechanische Eigenschaften auf, welche die Anforderungen an Verpackungsmaterialien weitestgehend erfüllen können. Einige mechanische Eigenschaften zeigen einen zu erwartenden Trend im Vergleich zu Papierproben aus 100 Gew.% Sulfat-Zellstoff, wie etwa der beispielhaft angegebene Berstfestigkeitsindex. Hierbei sind mit den Zellstoff-Mischungen aber immer noch hinreichend gute Ergebnisse erzielbar.

Überaschenderweise können mit Zellstoff-Mischungen im Bereich von 40 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff respektive 60 Gew.% bis 30 Gew.% Sulfat-Zellstoff hinsichtlich einiger mechanischer Eigenschaften sogar bessere Ergebnisse erzielt werden, als mit Papieren bestehend aus reinem, also 100 Gew.% Sulfat-Zellstoff. Dies vor allem hinsichtlich der in der Verpackungstechnologie wichtigen Stauchwiderstände, wie dies obenstehend zum Beispiel anhand der Ergebnisse betreffend den SCT-Index ersichtlich ist.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch

gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

**Bezugszeichenliste**

- |    |                       |    |            |
|----|-----------------------|----|------------|
| 1  | Halbzellstoff         | 31 | Papierlage |
| 2  | Hartholz              | 32 | Papierlage |
| 3  | Kocher                |    |            |
| 4  | Blastank              |    |            |
| 5  | Waschpresse           |    |            |
| 6  | Aufbereitungsstrecke  |    |            |
| 7  | Zerfaserer            |    |            |
| 8  | Tank                  |    |            |
| 9  | Refiner               |    |            |
| 10 | Tank                  |    |            |
| 11 | Sulfat-Zellstoff      |    |            |
| 12 | Tank                  |    |            |
| 13 | Endlossieb            |    |            |
| 14 | Siebpartie            |    |            |
| 15 | Vliesbahn             |    |            |
| 16 | Entwässerungsmittel   |    |            |
| 17 | Unterdruckvorrichtung |    |            |
| 18 | Pressenpartie         |    |            |
| 19 | Walze                 |    |            |
| 20 | Filzmatte             |    |            |
| 21 | Vliesbahn             |    |            |
| 22 | Vliesbahn             |    |            |
| 23 | Riffelwalze           |    |            |
| 24 | Trockenpartie         |    |            |
| 25 | Vliesbahnverbund      |    |            |
| 26 | Trockenzylinder       |    |            |
| 27 | Siebbahn              |    |            |
| 28 | Umlenkrolle           |    |            |
| 29 | Verpackungsprodukt    |    |            |
| 30 | Papierbahn            |    |            |

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung von Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukten (29), umfassend die Schritte

- Herstellung zumindest eines Cellulosefasern umfassenden, ersten Materials,
- Herstellung zumindest einer das erste Material umfassenden, ersten wässrigen Suspension,
- Vergleichmäßigung der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension und Vortrocknung zu zumindest einer wasserhaltigen ersten Vliesbahn (15), optional Herstellung einer oder mehrerer, weiterer wasserhaltiger Vliesbahn(en) (21,22) aus einem oder mehreren Cellulosefasern umfassenden Material(ien) via Herstellung einer oder mehrerer, weiterer wässriger Suspension(en) und deren Vortrocknung,
- Weiterverarbeitung der wasserhaltigen ersten Vliesbahn (15) und optional der weiteren wasserhaltigen Vliesbahn(en) (21, 22) zu dem Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukt unter weiterer Trocknung der Vliesbahn(en) (15, 21, 22),

dadurch gekennzeichnet, dass

als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus,

bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Halbzellstoff (1),

und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 70 Gew.% chemischer Sulfat-Zellstoff (11),

hergestellt wird,

wobei der chemische Halbzellstoff (1) als Halbzellstoff (1) aufweisend Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014

von 0,6 mm bis 1,2 mm und, bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs (1) aufweisend einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew.% bis 18 Gew.% hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus,

bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs (1),

und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs (11)

hergestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung bestehend aus,

bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials, 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs (1),

und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse des ersten Materials 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs (11)

hergestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der chemische Halbzellstoff (1), bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs (1), mit einem Extrakt-Gehalt nach ISO 14453:2014 von 0,2 Gew.% bis 1,5 Gew.% hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der chemische Halbzellstoff (1) hergestellt wird durch einen Prozess umfassend chemisches Behandeln von zerkleinertem Hartholz (2) in einer Aufschlusslösung aufweisend von 9 g/L bis 50 g/L aktives Alkali, ausgedrückt als NaOH, wobei eine Temperatur der Aufschlusslösung während des chemischen Behandelns 150 °C bis 180 °C beträgt, und wobei eine Dauer des chemischen Behandelns 25 Minuten bis 45 Minuten beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des chemischen Halbzellstoffes (1) als zerkleinertes Hartholz (2) eine Mischung aus 60 Gew.% bis 90 Gew.% zerkleinertem Buchenholz und 10 Gew.% bis 40 Gew.% zerkleinertem Eichenholz eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem chemischen Behandeln eine mechanische Bearbeitung und Zerfaserung einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes (1) in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer (7) durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Konsistenz der Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes (1) vor der mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Hochkonsistenz-Zerfaserer (7) auf 30 % bis 40 % eingestellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes (1) auf einen Splittergehalt von weniger als 15 % nach T 275 sp-02:2007 bei einem Schopper-Riegler-Wert gemäß ISO 5267-1:1999 von mehr als 28°SR zerfasert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in einem Hochkonsistenz-Zerfaserer (7) oder nach dem chemischen Behandeln eine mechanische Bearbeitung und Zerfaserung einer wässrigen Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes (1) in einem Niedrigkonsistenz-Refiner (9) durchgeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Konsistenz der Feststoffsuspension des chemischen Halbzellstoffes (1) vor der mechanischen Bearbeitung und Zerfaserung in dem Niedrigkonsistenz-Refiner (9) auf 2 bis 6 % eingestellt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der chemische Halbzellstoff (1) mit einem Wasserrückhalte-Wert nach ISO 23714:2014 von 130 % bis 195 % hergestellt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine, erste Vliesbahn (15), bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Vliesbahn (15), mit einem Gehalt von mindestens 50 Gew. % an der Zellstoff-Mischung hergestellt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Konsistenz der zumindest einen, ersten wässrigen Suspension vor der Vergleichmäßigung und Vortrocknung zu der zumindest einen, ersten Vliesbahn (15) auf einen Wert von 0,5 % bis 1,8 % eingestellt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als erstes Material eine Zellstoff-Mischung mit einem Aschearückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew. % hergestellt wird.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien zumindest 30 Gew. % des ersten Materials zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts (29) eingesetzt werden.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bezogen auf 100 Gew. % Gesamtrockenmasse an eingesetzten Materialien zumindest 60 Gew. % des ersten Materials zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts (29) eingesetzt werden.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts (29) mehrere wasserhaltige Vliesbahnen (15, 21, 22) verbunden werden,

wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn (15) umfassend die Zellstoff-Mischung als außenliegende Vliesbahn (15) angeordnet wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung eines Cellulosefaser-basierten Verpackungsprodukts (29) mehrere wasserhaltige Vliesbahnen (15, 21, 22) verbunden werden, wobei die zumindest eine erste, wasserhaltige Vliesbahn (15) umfassend die Zellstoff-Mischung als innenliegende Vliesbahn (15) angeordnet wird.

20. Cellulose-basiertes Verpackungsprodukt (29), insbesondere hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass es zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus,

bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 30 Gew. % bis 70 Gew. % chemischer Halbzellstoff (1),

und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 30 Gew. % bis 70 Gew. % chemischer Sulfat-Zellstoff (11),  
besteht,

wobei der chemische Halbzellstoff (1) Cellulosefasern mit einer längengewichteten, mittleren Faserlänge nach ISO 16065-2:2014 von 0,6 mm bis 1,2 mm und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse des Halbzellstoffs (1) einen Lignin-Gehalt nach JAYME/KNOLLE/RAPP von 8 Gew. % bis 18 Gew. % aufweist.

21. Verpackungsprodukt (29) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus,

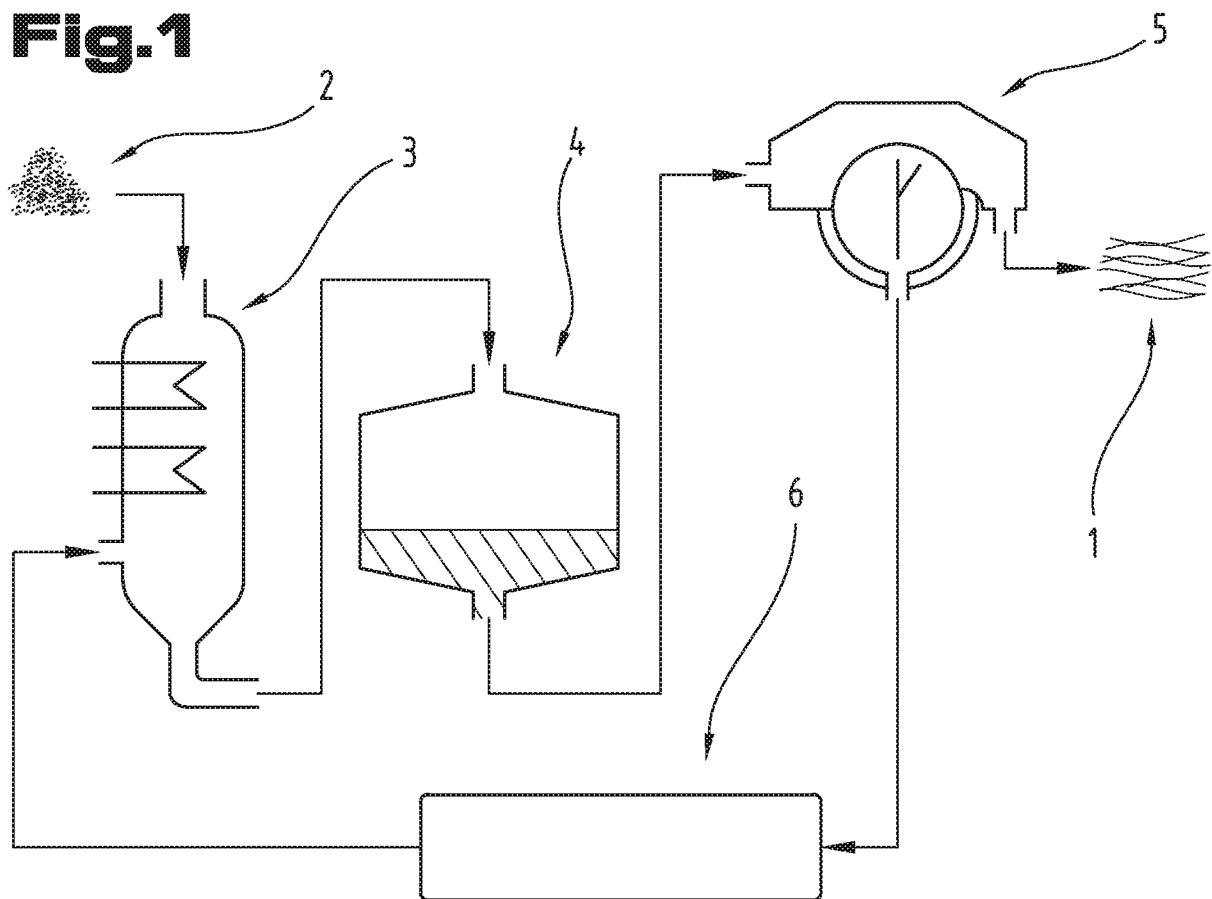
bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung, 50 Gew. % bis 70 Gew. % des chemischen Halbzellstoffs (1),

und bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew. % bis 50 Gew. % des chemischen Sulfat-Zellstoffs (11),  
besteht.

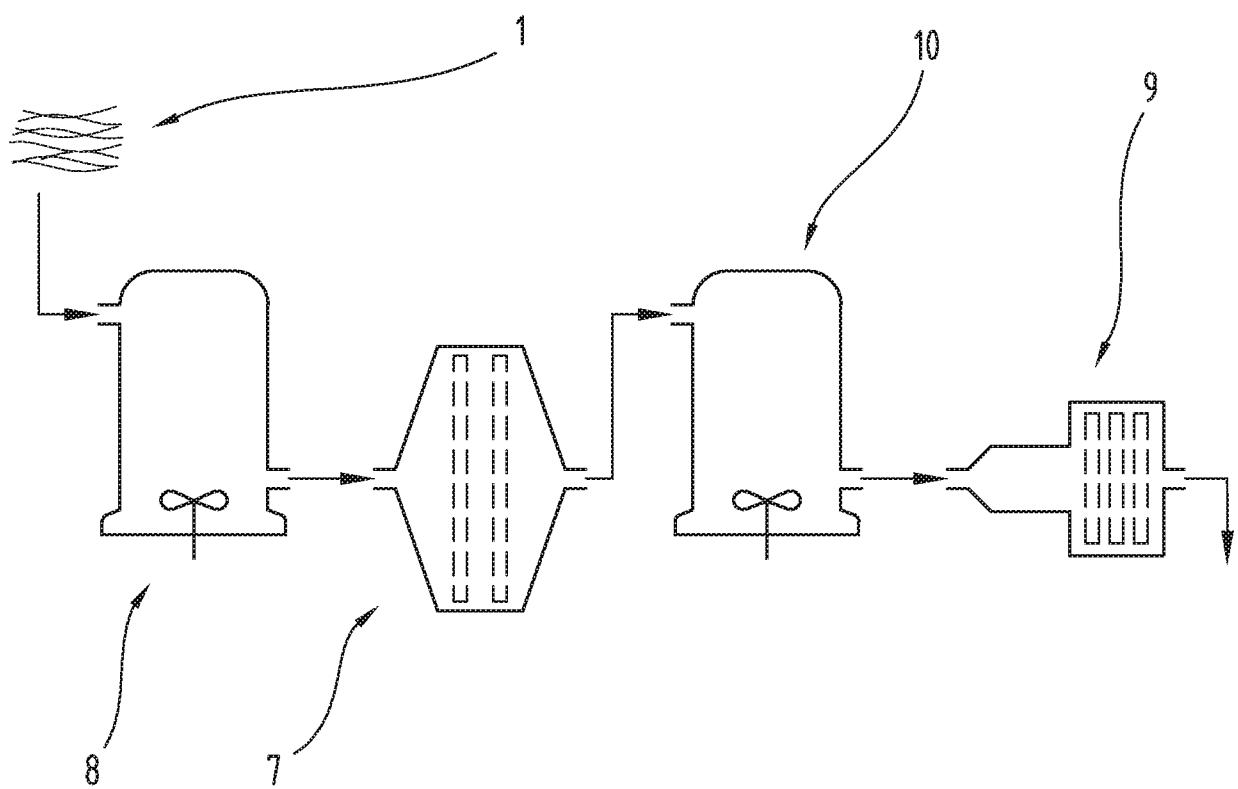
22. Verpackungsprodukt (29) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es zu zumindest 30 Gew. % aus einer Zellstoff-Mischung bestehend aus bezogen auf 100 Gew. % Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 30 Gew.% bis 50 Gew.% des chemischen Halbzellstoffs (1), und bezogen auf 100 Gew.% Trockenmasse der Zellstoff-Mischung 50 Gew.% bis 70 Gew.% des chemischen Sulfat-Zellstoffs (11), besteht.
23. Verpackungsprodukt (29) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass es zu zumindest 60 Gew. % aus der Zellstoff-Mischung besteht.
24. Verpackungsprodukt (29) nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass es aus mehreren verbundenen Papierlagen (30, 31, 32) besteht, wobei zumindest eine Papierlage (30) des Verpackungsprodukts (29) die Zellstoff-Mischung umfasst.
25. Verpackungsprodukt (29) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine äußere Papierlage (30, 31) des Verpackungsprodukts (29) die Zellstoff-Mischung umfasst.
26. Verpackungsprodukt (29) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine innere Papierlage (32) des Verpackungsprodukts (29) die Zellstoff-Mischung umfasst.
27. Verpackungsprodukt (29) nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Papierlage (30) umfassend die Zellstoff-Mischung zu mindestens 60 Gew. % aus der Zellstoff-Mischung besteht.

28. Verpackungsprodukt (29) nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellstoff-Mischung einen Ascherückstand nach ISO 1762:2015 von weniger als 2 Gew. % aufweist.

**Fig.1**

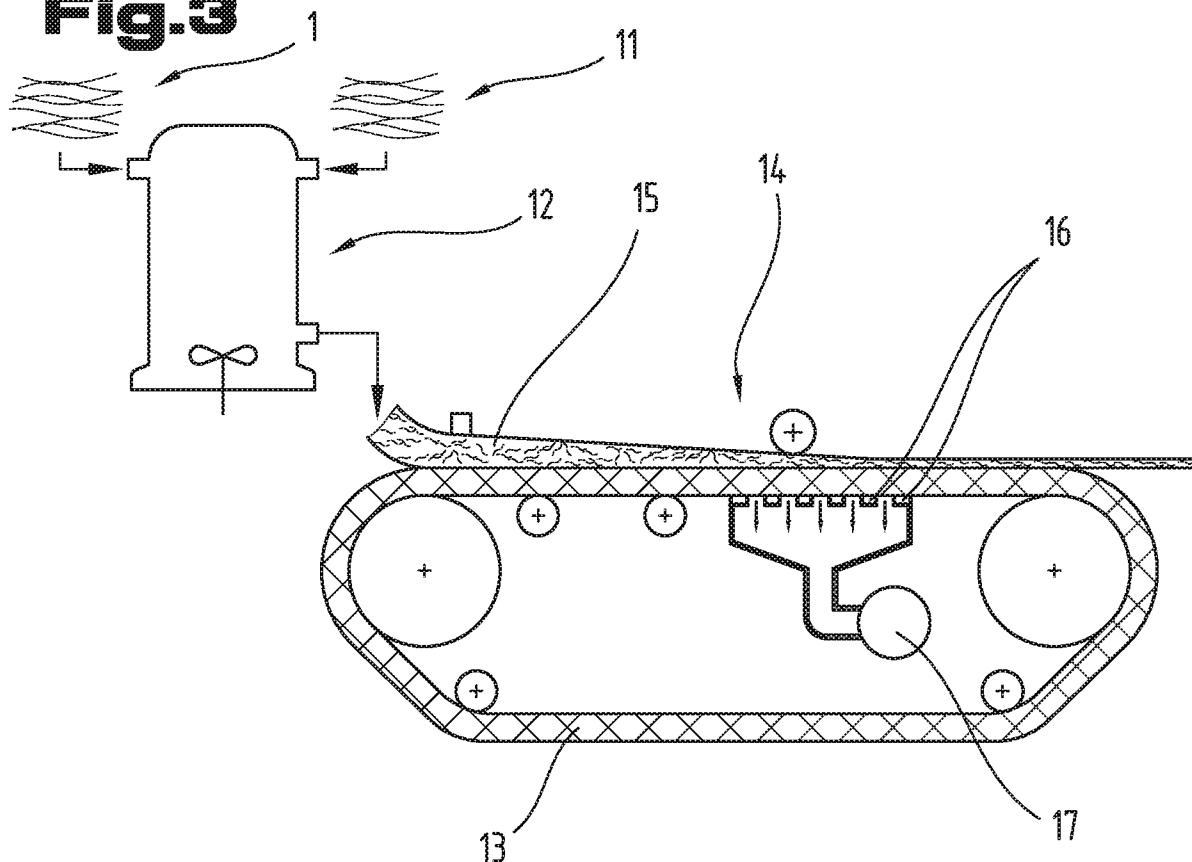


**Fig.2**

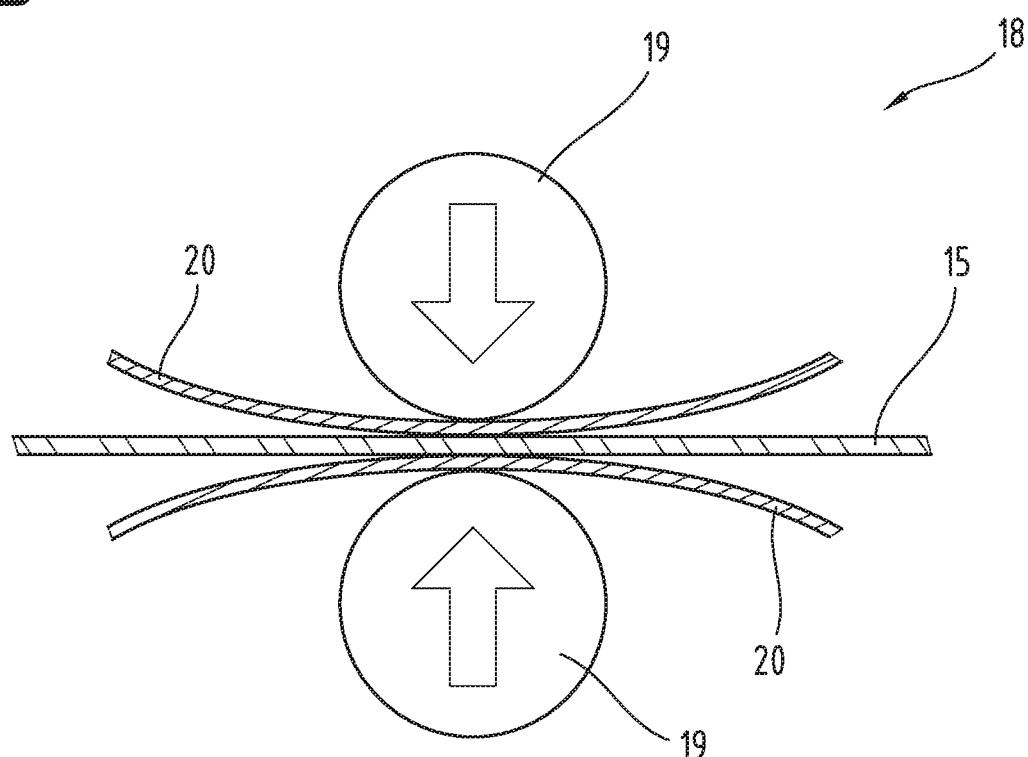


Mondi AG

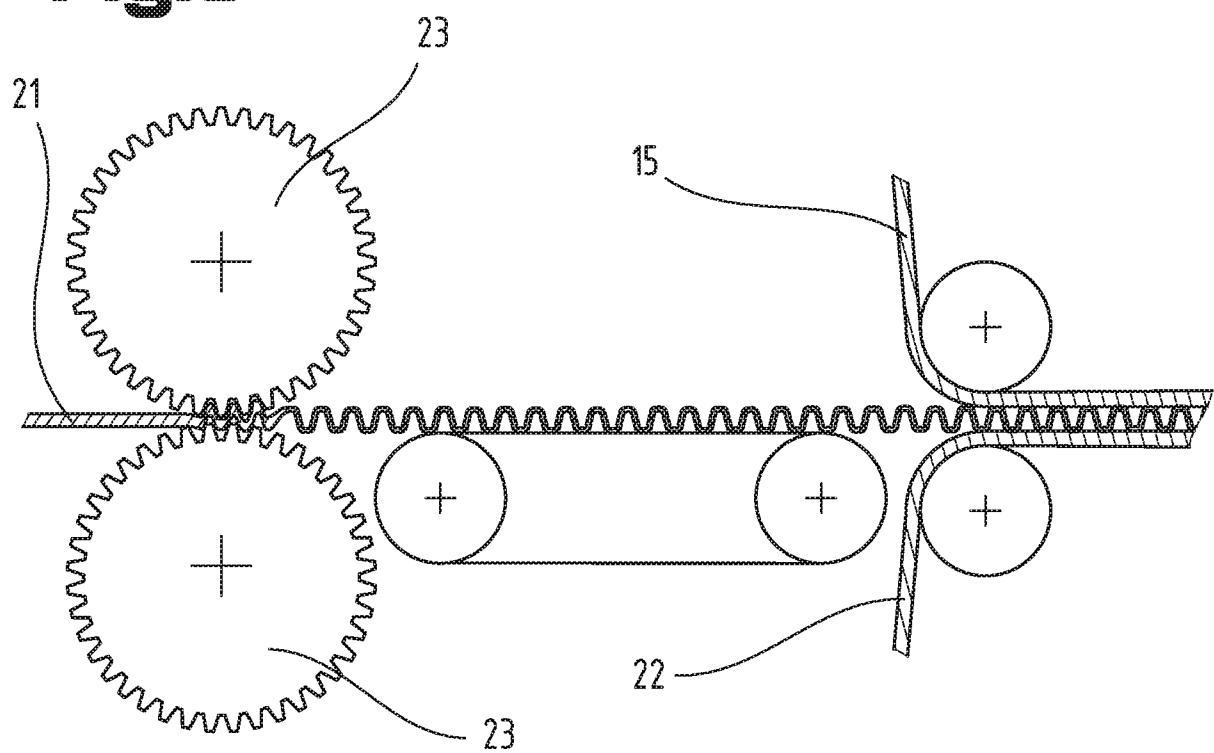
**Fig.3**



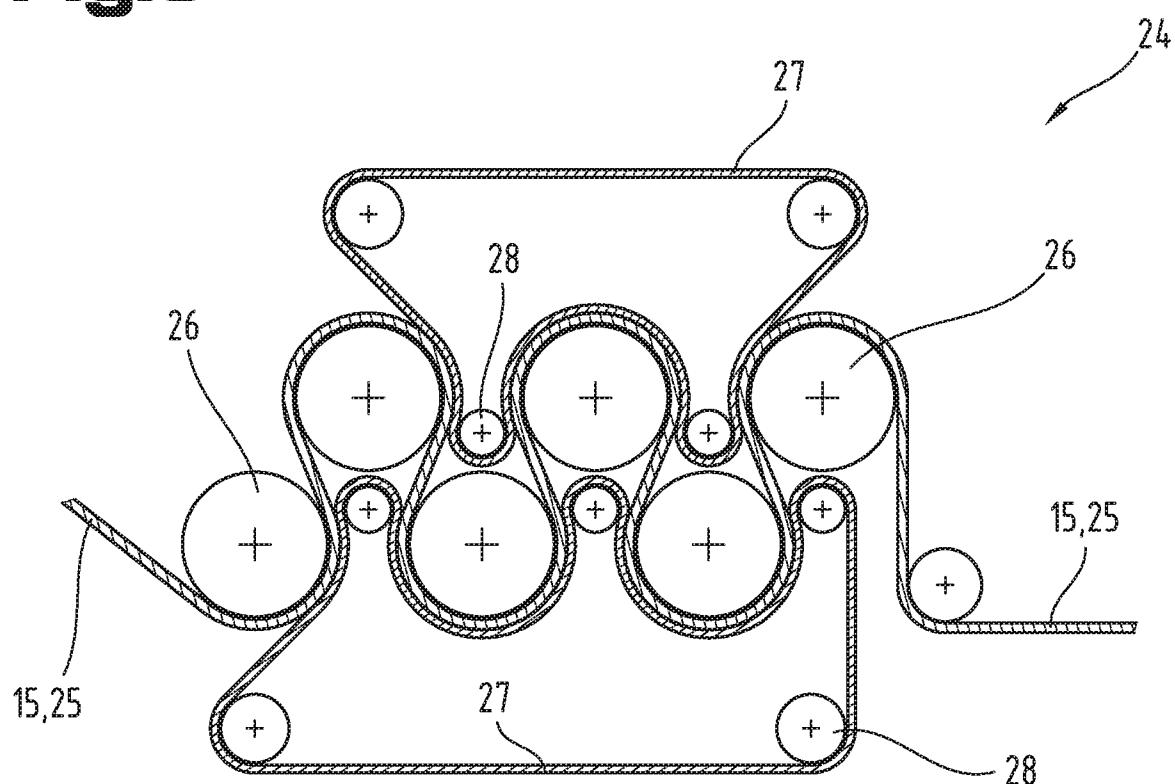
**Fig.4**



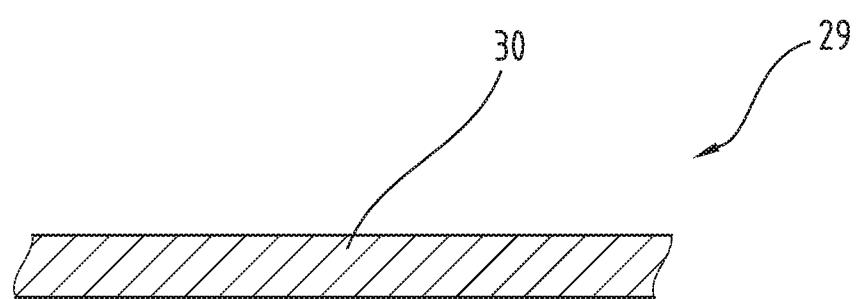
**Fig.5**



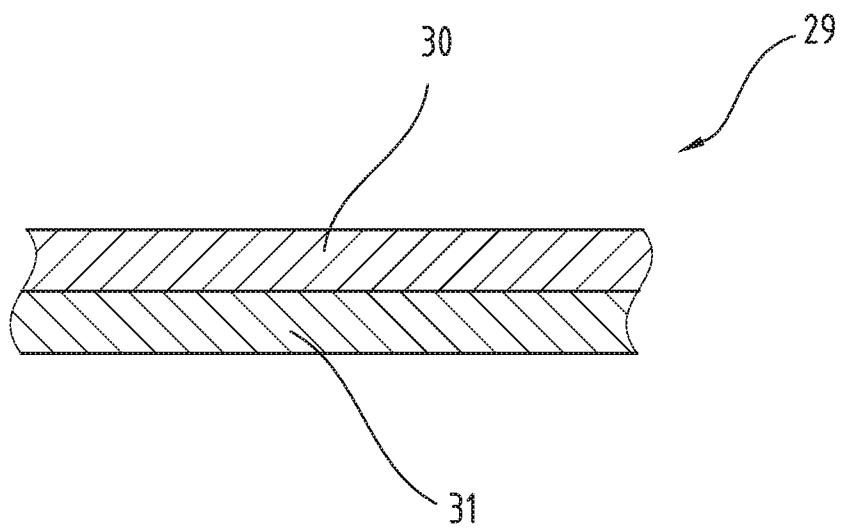
**Fig.6**



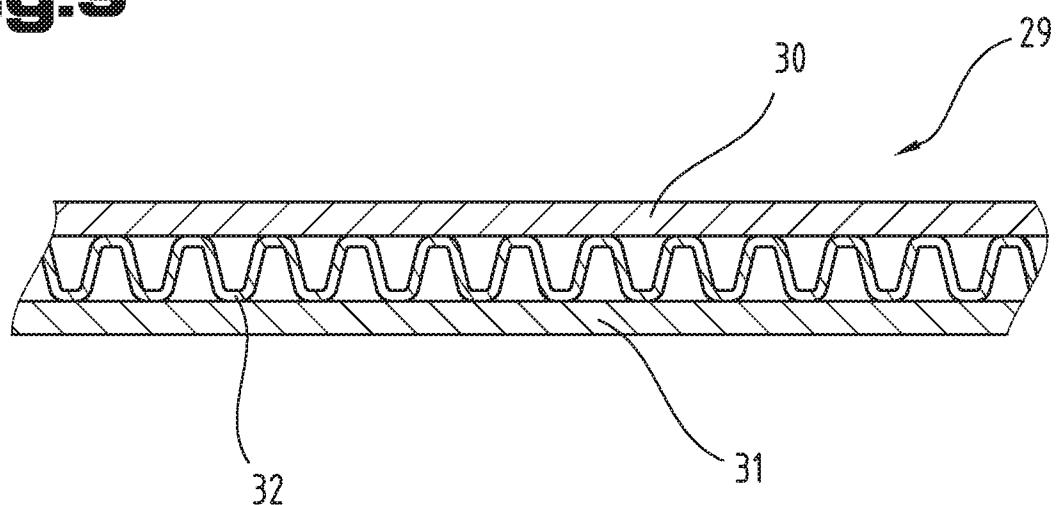
**Fig.7**



**Fig.8**



**Fig.9**



Mondi AG