



## PATENTSCHRIFT

(11) DD 297 931 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
 Patentgesetz der DDR  
 vom 27.10.1983  
 in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
 Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 27 N 3/28  
 B 29 C 67/16  
 B 29 C 47/00  
 B 29 K 1:00

## DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 27 N / 341 331 8	(22)	05.06.90	(44)	30.01.92
(31)	A1392/89	(32)	07.06.89	(33)	AT

(71) siehe (73)  
 (72) Rettenbacher, Markus, Dipl.-Ing., AT  
 (73) M. Kaindl Holzindustrie, 5071 Wals, AT  
 (74) Meissner & Meissner, Patentanwaltsbüro, Herbertstraße 22, W - 1000 Berlin 33, DE

(54) Verfahren zur Herstellung von neuen Formkörpern, insbesondere für Strukturelemente, Isolierung und/oder Verpackung, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie insbesondere danach bzw. damit erhaltenen Formkörper

(55) Herstellungsverfahren; Formkörper; Spanplatten; Extrusionsvorgang; Vorrichtung; Verarbeitungsbereich; dichte Strangoberfläche

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von neuen Formkörpern, vorzugsweise von Spanplatten, wobei eine mit zumindest einem Bindemittel und zumindest einem mit diesem Bindemittel in Kontakt gebrachten kleinteiligen Material gebildete Grundmasse bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck einem Extrusionsvorgang unterworfen wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß eine Gesamtfeuchte von 6 bis 25 Gew.-% aufweisende bzw. auf die genannte Feuchte gebrachte Grundmasse mit zumindest einem zumindest bei Extrusions-Temperatur und -Druck in eine Schmelze und/oder ein Gel überführbaren biopolymeren, bevorzugt stärkehaltigen, Bindemittel und dem kleinteiligen Material der Extrusion und unmittelbar anschließend unter spontaner Expansion einer Druckentlastung unterworfen wird. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß Extrusionseinrichtungen (2, 20) für stückige Ausgangskomponenten einen stromaufwärts einer Ausstoßdüse (26, 260) angeordneten Verarbeitungsbereich (204) zur partiellen Druckentlastung für eine interne partielle Expansion der zu verarbeitenden Grundmasse aufweisen. Ein erfindungsgemäßer Formkörper weist eine dichte Strangoberfläche auf und eine Grundmasse, in welcher Partikel eines kleinteiligen faserhaltigen Materials innerhalb einer eine Vielzahl kleindimensionierter Hohlräume aufweisenden Matrix verteilt sind, wobei der Anteil der stärkehaltigen Matrix 5 bis 85 Gew.-% beträgt.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Herstellung von neuen Formkörpern, insbesondere für Strukturelemente, Isolierung und/oder Verpackung, vorzugsweise von Span- und/oder Faserprofilen und/oder -platten, wobei eine im wesentlichen mit zumindest einem Bindemittel, zumindest einem mit diesem Bindemittel in Kontakt gebrachten kleinteiligen, insbesondere faserhaltigen, Material und gegebenenfalls zumindest einem Zusatz gebildete Grundmasse bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck einem Extrusionsvorgang unterworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine im wesentlichen als kleinteiliger Feststoff vorliegende, eine Gesamtfeuchte von 6 bis 25 Gew.-%, insbesondere 8 bis 20 Gew.-%, aufweisende bzw. auf die genannte Feuchte gebrachte Grundmasse mit zumindest einem zumindest bei Extrusions-Temperatur und -Druck in eine Schmelze und/oder ein Gel überführbaren biopolymeren, bevorzugt stärkehaltigen, Bindemittel einschließlich Stärke selbst, dem kleinteiligen, bevorzugt biogenen makromolekularen, insbesondere faserhaltigen und/oder faserförmigen, Material und dem gegebenenfalls vorgesehenen Zusatz bei im wesentlichen simultanen Bedingungen von mechanischer Beanspruchung, erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck unter Bildung einer Schmelze und/oder eines Gels des biopolymeren, bevorzugt stärkehaltigen, Bindemittels der Extrusion und unmittelbar anschließend, bevorzugt unter Ausbildung einer dichten Strang-Oberfläche, unter spontaner Expansion, vorzugsweise ausschließlich, der der Masse innewohnenden und/oder anhaftenden Feuchte einer Druckentlastung unterworfen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundmasse vor der unmittelbar nach Verlassen der Extrusionseinrichtung erfolgenden spontaner Expansion noch innerhalb der Extrusionseinrichtung durch partielle Druckentlastung einer Vorexpansion unterworfen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundmasse in der Extrusionseinrichtung, vorzugsweise ausschließlich durch Wirkung der dort erfolgenden mechanischen Beanspruchung, insbesondere Scherwirkung und Druckzunahme auf Temperaturen von über 100°C, insbesondere im Bereich von 125 bis 250°C, erhitzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundmasse in der Extrusionseinrichtung auf Drücke von 15 bis 600 bar, insbesondere im Bereich von 20 bis 250 bar, komprimiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundmasse in der Extrusionseinrichtung einer spezifischen mechanischen Energieeinleitung („SME“) von 0,05 bis 0,7 kWh/kg, insbesondere von 0,1 bis 0,3 kWh/kg, unterworfen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die die Extrusionseinrichtung unmittelbar verlassende Masse unter Einhaltung eines Expansionsindex von zumindest 1,1, vorzugsweise von zumindest 1,4, insbesondere vor 2 bis 8, der spontanen Druckentlastung unterworfen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit Stärke und/oder gegebenenfalls zerkleinerten, stärkehaltigen Pflanzen oder Pflanzenteilen, insbesondere Zerealien vorzugsweise in nativer Form, als stärkehaltigem Bindemittel der Extrusion mit Expansion unterworfen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit einem Gehalt an biopolymeren, bevorzugt stärkehaltigem, Bindemittel von 5 bis 85 Gew.-%, insbesondere von 10 bis 50 Gew.-%, jeweils bezogen auf trockene Grundmasse, der Extrusion mit Expansion unterworfen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit einem, bevorzugt mit Wasser mischbaren, flüssigen Expansionsmittel, bevorzugt aus der Gruppe der Alkohole und/oder Ketone, welche bei Normaldruck im Bereich von 70 bis 180°C sieden, der Extrusion und Expansion unterworfen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit Holzschnitzeln und/oder Pflanzenfasern und/oder gegebenenfalls recyceltem Zellstoff- und/oder Papiermaterial der Extrusion mit Expansion unterworfen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit zumindest einem Eigenschaftsmodifikator für das Stärkematerial des Bindemittels, insbesondere Hydrophobiermittel, beispielsweise aus der Gruppe der natürlichen oder synthetischen Öle, Wachse, Fette, Harze und Kautschuke, Paraffine, Silikone und/oder Kunststoffe der Extrusion mit Expansion unterworfen wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grundmasse mit zumindest einem bei Extrusionsbedingungen zur Ausbildung von Vernetzungsbrücken zwischen Molekülen des biopolymeren Bindemittels, bevorzugt Stärke-Molekülen, fähigen, zumindest bifunktionellen Modifikator, beispielsweise aus der Gruppe der kurzkettigen Di- oder Polycarbonsäuren, Di- oder Poly(thi)ole und deren Derivate, der tertiäre Aminogruppen enthaltenden Moleküle sowie der Polyphosphorsäuren, der Extrusion mit Expansion unterworfen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des bei der Extrusion gebildeten Stranges der Grundmasse vor Verlassen der Extrusionseinrichtung mit einer peripheral zugeführten beschichtungsbildenden Masse, bevorzugt Harz oder Kleber, beaufschlagt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des bei der Extrusion gebildeten Stranges der Grundmasse unmittelbar nach Verlassen der Extrusionseinrichtung, bevorzugt vor Abschluß der spontanen Expansion, mit einer Beschichtung beaufschlagt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der in der Extrusionseinrichtung gebildete und unmittelbar nach deren Verlassen spontan expandierende Strang zur Erzielung eines gewünschten Querschnittes bzw. Profiles einer Expansionsbegrenzung unterworfen wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Strang während der spontanen Expansion, vorzugsweise während der Strangbegrenzung, mit einer Oberflächen-Beschichtung, insbesondere Beschichtungsfolie, beaufschlagt, insbesondere verbunden wird.
17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16, mit Einrichtungen zur Zerkleinerung und/oder Konditionierung und/oder Vermischung der Ausgangskomponenten und Einrichtungen für deren dosierte Zuführung zu einer Extrusionseinrichtung, insbesondere Schnecken-Extruder mit zumindest einer formgebenden, bevorzugt flach rechteckigen, Extrusionsöffnung, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen (10, 11, 12) für eine Dosierung der bevorzugt in festem Zustand zuführbaren, stückigen bzw. kleinteiligen Ausgangskomponenten aufweisende Extrusionseinrichtung (2, 20) einen stromaufwärts der Ausstoßdüse (26, 260) angeordneten Verarbeitungsbereich (204) zur partiellen Druckentlastung für eine interne partielle Expansion, insbesondere Vor-Expansion, der zu verarbeitenden Grundmasse aufweist.
18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gegebenenfalls nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine bevorzugt unmittelbar an die Extrusionsöffnung (26; 260) anschließende Einrichtung (3, 30) zur Begrenzung der Spontan-Expansion des Stranges (4, 40) mit auf die jeweilige Strangbewegungs-Geschwindigkeit bringbaren, insbesondere einstellbaren, Abwälz- und/oder Mitlauf-Elementen (32, 33, 320, 330) aufweist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwälz-Elemente (32, 33) der Strangbegrenzungseinrichtung (3, 30) mit im wesentlichen quer zur Strangbewegungsrichtung einem gewünschten Querschnitt bzw. Profil des expandierten Stranges (4, 40) entsprechend angeordneten und/oder ausgebildeten, gegebenenfalls der Strangbewegungsgeschwindigkeit entsprechend steuerbar antreibbaren, Walzen (32, 33), mit adhäsionsmindernder, gegebenenfalls strukturierter, Oberfläche gebildet sind.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Mitlauf-Elemente (320, 330) der Strangbegrenzungseinrichtung (3, 30) mit im wesentlichen in Strangbewegungs-Richtung und im wesentlichen mit Strangbewegungs-Geschwindigkeit bewegbaren, einem gewünschten Querschnitt bzw. Profil des expandierten Stranges (4, 40) entsprechend ausgebildeten und/oder angeordneten Wand-Elementen, vorzugsweise Endlosbändern (320, 330), mit adhäsionsmindernder, gegebenenfalls strukturierter, Oberfläche gebildet sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie mindestens eine Einrichtung (5) zur im wesentlichen mit Strangbewegungs-Geschwindigkeit erfolgenden kontinuierlichen Zuführung von Strang-Beschichtungsfolien (50) zwischen Strang-Oberfläche und den Abwälz- und/oder Mitlauf-Elementen (32, 33, 320, 330, 30) der Strangbegrenzungseinrichtung (3, 30) aufweist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Extrusionseinrichtung (2) mehrere in räumlicher Nähe der Düse (26) in den Ausstoßbereich (205) des Extruderraums über dessen Innen-Umfang verteilt mündende Zuleitungen (208) für unter Druck zuführbare Strangoberflächen-Beschichtungs- und/oder Beleimungs-Medien aufweist.
23. Formkörper, insbesondere für Strukturelemente, Isolierung und/oder Verpackung, vorzugsweise von Faserprofilen und/oder -platten, auf Basis einer strukturbildend, insbesondere strukturfest gebundenen, kleinteiliges, insbesondere faserhaltiges und/oder faserförmiges Material aufweisenden, durch Extrusion erhaltenen Masse, bevorzugt hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, vorzugsweise mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Formkörper eine im wesentlichen dichte Strangoberfläche aufweist und mit mindestens einer unmittelbar nach der Extrusion spontan expandierten Grundmasse gebildet ist, in welcher Partikel eines kleinteiligen, insbesondere faserhaltigen und/oder faserförmigen biogenen, hochmolekularen Materials innerhalb einer Vielzahl kleindimensionierter Hohlräume, insbesondere Bläschen und/oder Poren, aufweisenden, im wesentlichen strukturgebenden Matrix auf Basis mindestens einer (eines) nach Einwirkung von erhöhter Temperatur, erhöhtem Druck und/oder mechanischer Beanspruchung verfestigten, insbesondere erstarrten, Schmelze eines biopolymeren, bevorzugt stärkehaltigen, Bindemittels (einschließlich Stärke) angeordnet sind, wobei der Anteil der stärkehaltigen Matrix 5 bis 85 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 50 Gew.-%, jeweils bezogen auf trockene Grundmasse, beträgt.
24. Formkörper nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine spontan expandierte Matrix auf Basis einer verfestigten Schmelze von Stärke und/oder stärkehaltigen Pflanzen und/oder Pflanzenteilen, insbesondere von Zerealien, aufweist.
25. Formkörper nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine spontan expandierte Matrix auf Basis einer hydrophobierend ausgerüsteten, verfestigten Schmelze eines biopolymeren, insbesondere stärkehaltigen Bindemittels aufweist.
26. Formkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine spontan expandierte Matrix aufweist, die mit durch Vernetzungsbrücken bildende bi- oder polyfunktionelle Moleküle verbundene Stärkemoleküle aufweisender modifizierter Stärke aufgebaut ist.
27. Formkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine im wesentlichen schaumartige Textur aufweisende, spontan expandierte Matrix auf Basis einer verfestigten Schmelze eines, bevorzugt stärkehaltigen, Bindemittels aufweist.
28. Formkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine spontan expandierte Matrix auf Basis einer Bindemittel-Schmelze mit im wesentlichen jeweils voneinander getrennten kleindimensionierten Hohlräumen, insbesondere geschlossenzelliger Textur, aufweist.
29. Formkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine unterhalb der Gesamt-Dichte der ihn aufbauenden nichtgasförmigen Komponenten liegende Dichte, insbesondere von 0,05 bis 1,0 t/m<sup>3</sup>, bevorzugt von 0,1 bis 0,4 t/m<sup>3</sup>, aufweist.
30. Formkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß er eine mit der Oberfläche des extrudierten spontan expandierten Stranges, gegebenenfalls integral, verbundene Beschichtung aufweist.
31. Formkörper, insbesondere Holzspan- bzw. Flachpreßplatte nach einem der Ansprüche 23 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, daß er, insbesondere sie, bei einer Materialstärke in den Bereichen 13–20–25–32–40–50 mm Werte der Biegefestigkeit von mindestens 14,5, 13,5, 13, 11, 9,5 und 7 N/mm<sup>2</sup> aufweist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von neuen Formkörpern, insbesondere für Strukturelemente, Isolierung und/oder Verpackung, vorzugsweise von Span- und/oder Faserprofilen und/oder -platten, die genannten Formkörper selbst sowie Anlagen zu deren Erzeugung.

Es sind viele Verfahren bekanntgeworden, die es ermöglichen, biopolymerhaltige Produkte aufzuschließen, um sie in einem gesonderten zweiten Arbeitsschritt weiter, z.B. zu Holzfaserplatten, zu verarbeiten. Dies erfolgt entweder mit Aufschließung durch Dampf und anschließende Druckentlastung oder durch mechanische Zerkleinerung. Meist wird eine Kombination dieser beiden Verfahren angewandt. Gravierende Nachteile dieser Verarbeitungsmethoden sind der hohe Energieeinsatz und eine nur chargenweise Verarbeitung der anfallenden Zwischenprodukte.

Es sind auch Verfahren bekanntgeworden, bei denen eine Extrusion einer Masse mit Harz und Holzschnitzeln zur Herstellung von Struktur-Platten erfolgt. Dabei müssen speziell konstruierte Extruder, insbesondere Extruderschnecken, zum Einsatz gelangen. Meist ist nur die Herstellung von Halbfertigprodukten angesprochen, jedoch nie die Erzielung eines Endproduktes in einem einzigen Arbeitsgang. Auch der Aufwand, für diese Produkte eigene Maschinen einzusetzen zu müssen, verteuert die auf den bekannten Anlagen mittels Extrusion produzierten Platten, Wandelemente u. dgl.

Stellvertretend für bekannte Extrusionsverfahren zur Herstellung von Platten und Profilen aus lignozellulosehaltigem Material, insbesondere Holzschnitzel, sei die DE-A1 1653 263 genannt, gemäß welcher nasses zerspantes Rohmaterial zuerst im Trocknungsmischer auf gewünschte Feuchte gebracht und danach in mindestens einem Belebungsmischer gemischt wird und erst nach einem mit einem Bindemittel – es sind dort konkret Leime angeführt – vorgenommenen eigenen Benetzungsschritt mit kontinuierlich einstellbarem Druck in einer Schneckenpresse unter Regulierung der Temperaturen zum fertigen Produkt kontinuierlich verpreßt wird.

Nachteil der mit dem bisher bekanntgewordenen Verfahren produzierten Span-Platten ist ihre hohe Dichte, die beispielsweise schon bei Kleinmöbeln zu hohem Gewicht und Unhandlichkeit führt, weiter sind sie für Wärme-Isolierzwecke, z.B. Boden-, Wand- und Deckenplatten, Dachbodenausbeuten u. dgl. wenig geeignet.

Ein weiteres großes Gebiet stellt die Produktion von Isolierplatten – vornehmlich geringer Dichte – der in ihren Eigenschaften breit varierbaren Schaum-Kunststoffe dar, deren Porigkeit mittels gasabspaltenden Primärkomponenten oder Zusätzen erzielt wird. Nachteile sind deren bei geringeren Dichten stark sinkenden mechanischen Festigkeiten, Leichtschmelzbarkeit und -brennbarkeit, unzureichende Chemikalienresistenz und nicht zuletzt deren ungünstige Abbau-Eigenschaften nach Entsorgung. Umweltprobleme können im übrigen, wie bekannt, auch bei den oben beschriebenen Faserplatten schon der bei ihrer Produktion durch die dabei eingesetzten Chemikalien und auch selbst während ihres bestimmungsgemäßen Einsatzes auftreten.

Die Erfindung hat sich nun die Aufgabe gestellt, bei Vermeidung der Nachteile bisher bekannter Verfahren und Produkte auf diesem Sektor unter Einsatz allgemein üblicher Extrusionsanlagen ohne einen Schritt einer vorherigen Beleimung der span- bzw. faserförmigen Materialien ein Verfahren zu schaffen, das die Erzeugung der wie eingangs beschriebenen Produkte im wesentlichen in einem Arbeitsgang unter Verwendung umweltfreundlicher Ausgangsstoffe erlaubt. Dabei sollen Produkte erhalten werden, die sich durch höhere Isotropie und damit gleichmäßige physikalische Eigenschaften als die bisher bekannten Platten und weiter durch geringere Dichten bei gleichzeitig hoher mechanischer Stabilität auszeichnen.

Gemäß der Erfindung gelangt man auf besonders vorteilhafte Weise zu den neuen Produkten, wie dies im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegeben ist.

Besonders wesentlich ist hierbei die Ausbildung eines echten Schmelze-Gels durch Anwendung von Druck und Temperatur, wobei die bevorzugterweise stärkehaltigen oder andere schmelzebildungsfähige Bindemittel-Materialien, zu denen im übrigen auch Stärke selbst zu zählen ist, gleich in fester stückiger Form, als z.B. ganze Reiskörner, gegebenenfalls gleich mit den Schalen, diese gleich als Faser-Material-Anteil, bloß gleichmäßig gemischt mit dem restlichen biogenen Span- bzw. Fasermaterial, also z.B. Holzschnitzel, Stroh, Pappe, Papier od. dgl. nach Einstellung der entsprechenden Feuchte direkt in den Extruder eingespeist werden können. Damit ist eine Produktion in praktisch einem Arbeitsgang möglich. Zu den biogenen hochmolekularen Materialien sollen außer den zerspanten zerkleinerten, zerfaserten, faserartigen, faserhaltigen und faserförmigen oben angeführten Materialien auch faserartige Moleküle aufweisende Stoffe, wie z.B. Kautschuk od. dgl. gezählt sein.

Durch die Überführung des als Feststoff zugeführten Bindemittels in schmelze-gelartige Konsistenz ist trotz der unmittelbar folgenden Expansion eine unproblematische Verarbeitung mit vielen verschiedenen Extrudertypen möglich. Das Produkt wird durch die Einbindung der verwendeten biogenen Materialien, z.B. Holzschnitzel, in diese hochviskose Phase geglättet, der Prozeß ist gut zu beherrschen und liefert Produkte mit gefälliger Oberfläche, geringer Dichte und hoher Festigkeit. Die Ausbildung dieser gelartigen Konsistenz kann auch durch Zusatzstoffe unterstützt werden, die diese Eigenschaft selbst nicht besitzen, sie jedoch an einer der anderen Komponenten, z.B. in den Holzschnitzeln, bei der intensiven Bearbeitung im Extruder hervorrufen, wie z.B. Zellulose-Quell- oder Lösemittel.

Die gemäß der Erfindung hergestellten neuen Produkte haben den besonderen Vorteil, daß ihre spezifische Masse durch die Veränderung des Expansionsgrades, der über Druck und Temperatur in weiten Bereichen beeinflußbar ist, gesteuert werden kann und auf diese Weise eine im Gewicht wesentlich leichtere Holzfaserplatte herstellbar ist, bei der nur geringe Festigkeitseinbußen zu beobachten sind.

Sofort nach Verlassen des Extruders, der Auspreß-Düsen jeder bekannten Form, insbesondere eine Flachdüse, aufweisen kann, beginnt das Gel, insbesondere Stärkegel, bei gleichzeitiger innerer Expansion des gespannten Dampfes der Grundmasse innewohnenden Feuchte infolge der Abkühlung mit seinem Übergang in eine Art Glaszustand. Durch Einstellung von Feuchte, Stärkeanteil, Biopolymer-Angebot, sowie der Betriebsbedingungen können diese beiden konkurrierend ablaufenden Vorgänge zum Erhalt hervorragender Endprodukte präzise aufeinander abgestimmt werden. Schließlich besteht ein wesentlicher Vorteil darin, daß durchaus und ohne Einsatz zusätzlicher Chemikalien für eine Gasentwicklung oder -abspaltung, aus der der Grundmasse, also z.B. den Holzschnitzeln und/oder der Stärke, innewohnenden Feuchte die Expansion zur gewünschten Dichte des Endproduktes erreicht werden kann.

Besonders vorteilhaft kann die Erfindung auch für die Herstellung von Verpackungsfüllstoffen und Einweg-Wärmeisolierbehältern, z.B. für warme Imbißspeisen od. dgl., eingesetzt werden. Die so erhaltenen Produkte zeichnen sich durch konsumentenfreundliches Aussehen und hohe Stoßdämpf- und elastische Eigenschaften aus, was insbesondere bei Verpackungsfüllstoffen, z.B. in Kugel- oder Chipsform, aber auch bei Umhüllungselementen oder -folien von wichtiger Bedeutung ist. Ein weiterer Vorteil ist ihre „krispe“ Konsistenz, was i...e Zerkleinerung, z.B. bei Entsorgung und damit auch ihre naturnahe Verrottung, wesentlich erleichtert.

Bei einer vorteilhaften Arbeitsweise gemäß Anspruch 2 lassen sich eine besonders genaue Steuerung der Expansion und ein noch glatteres Span- bzw. Faserprodukt erzielen. Die partielle Druckentlastung innerhalb des Extruders kann beispielsweise durch entsprechende, nach einer Verdichtungszone folgende Erweiterung der Schneckenganghöhe bzw. durch Verringerung der Schneckengangzahl erzielt werden.

Wenn die Einstellung der Prozeßtemperaturen, wie gemäß Anspruch 3 vorgesehen, vorgenommen wird, kann der Feuchte auf günstige Weise jene innere Energie erteilt werden, die eine kontrollierte Expansion bei konkurrierender Erstarrung der Masse zur gewünschten Dichte ermöglicht.

Bei Einhaltung der Druckverhältnisse im Sinne des Anspruches 4 ist eine gezielte Expansion mit Vorteil besonders einfach erreichbar.

Bei einer weiteren, bevorzugten Arbeitsweise gemäß Anspruch 5, wird eine gesonderte Einrichtung zur Beheizung der Masse im Extruder verzichtbar, darüber hinaus wird infolge eines dabei eintretenden Kanten-, Ecken- und Spitzen-Abrundungseffektes am stückigen faserhaltigen Material eine wie schon oben kurz erwähnte „glatte“ Konsistenz der Grundmasse an der Düse erreicht, welche die Probleme der Extrusion grobstückigere Füllstoffe enthaltender schmelzkonsistenter Massen minimiert.

Durch eine Druckentlastung zum Erhalt der bevorzugten Werte des Expansions-Index gemäß Anspruch 6 lassen sich vorteilhaft „leichte“, jedoch strukturfeste Platten und Profile erzielen.

Ein bevorzugter Vorteil der bevorzugten Vorgehensweise gemäß Anspruch 7 liegt darin, daß eine Zerkleinerung und auch jedwede sonstige Aufbereitung der Bindemittelkomponente, wenn diese z. B. als Zerealien, also als Körnerfrucht, wie beispielsweise alle Getreidesorten, vorliegt, eingespart werden kann. Weiter können über die gesamten Getreidearten hinaus auch Wurzeln, Knollen, wie Tapioka und sonstige tropische Wurzeln und Knollen, Kartoffel u. dgl., Stämme oder andere stärke- bzw. bindemittelhaltige oder -liefernde Pflanzenteile nach entsprechender, bloß relativ grober Zerkleinerung Einsatz finden. Sie können also bemerkenswerterweise im nativen Zustand eingesetzt werden.

Als im Sinne der Erfindung einzusetzende Bindemittel seien hier neben den besonders bevorzugten Stärken jeglicher Art Dextrine, Pektine, Kollagene, Eiweiße, Kaseine u. dgl. genannt, wenn sie nur zur hier wesentlichen Bildung von Schmelzgelen unter Extrusionsbedingungen geeignet sind.

Bei Einsatz des biopolymeren Bindemittels in den im Anspruch 8 angegebenen, zu bevorzugenden Mengenbereichen, können bei hoher Variationsbreite bezüglich der einsetzbaren span- bzw. faserhaltigen Materialien die nötige Verarbeitbarkeit der Grundmasse und immer ausreichende mechanische Eigenschaftswerte der schließlich erhaltenen Leicht-Struktur-Elemente erreicht werden.

Um den Expansions-Vorgang auf vorteilhafte Weise besonders variabel steuerbar zu gestalten, können, wie im Anspruch 9 angegeben, die dort genannten Substanzen zur Unterstützung der Expandier-Wirkung der Feuchte der Grundmasse selbst zusätzlich eingesetzt werden.

Besonders bevorzugt, weil auch den bisherigen Produzenten und/oder Konsumenten-Gewohnheiten voll entsprechend, werden die im Anspruch 10 genannten faserhaltigen, die Struktur der neuen Formkörper wesentlich stützenden, biogenen makromolekularen Materialien, eingesetzt.

Wenn in bevorzugter Weise Formkörper, wie Platten und Profile mit wasserabstoßenden, und damit mikrobiellen Befall hintanhaltenden Modifikatoren gemäß Anspruch 11 produziert werden, können hohe Lebensdauer und dennoch spätere unproblematische Entsorgung erreicht werden. So können beispielsweise durch Einbringen von Kautschuk- oder Silikon-Molekülen Formkörper geringerer Dichte mit weicher, jedoch formbeständiger und sogar elastischer Konsistenz erhalten werden.

Ähnliches gilt auch für die günstige Vorgangsweise gemäß Anspruch 12, bei der infolge des direkten Einbaus der Modifikatoren in die Bindemittelmolekülstruktur selbst eine Erhöhung der Lebensdauer, aber in bevorzugter Weise auch eine Modifikation des Erscheinungsbildes der neuen Formkörper erzielbar ist.

Bei der ebenfalls vorteilhaften Arbeitsweise gemäß Anspruch 13 lassen sich Formkörper mit beispielsweise im Vergleich zum Grundkörper strapazierfähigerer, elastischer oder andersartiger „Rinde“, „Haut“ bzw. Oberflächenschicht erzielen. Die gemäß diesem Anspruch auch vorgesehene Beaufschlagung mit einem Kleber, wie z.B. heißvernetzende Harze od. dgl., kann vorteilhaft im Hinblick auf eine nach der Extrusion vorzunehmende Beschichtung – wie sie aus der Span- und Strukturplatten-Produktion bekannt ist – erfolgen.

Zur Erzeugung von mit Oberflächen-Beschichtungen – z. B. für Dekorzwecke – versehenen Platten, Profilen u. dgl. kann man günstigerweise auch so verfahren, wie es der Anspruch 14 beschreibt, wobei der Vorteil gegeben ist, daß die Extrusionseinrichtung nicht für eine Zuführung einer Beschichtungsmasse, noch bevor die Grundmasse den Extruder verlassen hat, umgestaltet werden muß.

Bei einer Arbeitsweise gemäß Anspruch 15 lassen sich in vorteilhafter Weise selbst bei an sich unvermeidlichen Schwankungen der eingesetzten Rohmaterialien, deren Partikel- bzw. Korngröße, Feuchte usw., maßgenaue Formkörper erzielen.

Wenn man zur Produktion beschichteter Platten bzw. Profile nach Art des Anspruches 16 vorgeht, ist eine technisch einfache, kostensparende Kombination der Gewährleistung der gewünschten Strangprofil-Maßgenauigkeit mit den Vorteilen einer genau auf spätere Verwendungszwecke abgestimmte Oberflächen-Veredlung gegeben.

Weiterer wesentlicher und bevorzugter Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Herstellung der beschriebenen Formkörper mit Einrichtungen zur Zerkleinerung und/oder Konditionierung und/oder Vormischung der bevorzugt in festem Zustand vorliegenden, bevorzugt stückigen bzw. kleinteiligen Ausgangs-Komponenten und Einrichtungen für deren dosierte Zuführung zu einer Extrusionseinrichtung, insbesondere Mehr-Schnecken-Extruder, mit gegebenenfalls wechselnde Ganghöhen und/oder konische Ausbildung aufweisenden Schnecken und zumindest einer formgebenden, bevorzugt flachrechteckigen, Extrusionsöffnung.

Sie weist die im Kennzeichen des Anspruches 17 zusammengefaßte Kombination von Merkmalen auf. Eine derartig gestaltete Extrusionsanlage bringt den Vorteil einer besonders genauen Steuerbarkeit der Dimension der expandierten Werkstücke und eine „glattere“ Verarbeitungstechnik. Erreicht wird die partielle Druckentlastung durch entsprechende vergrößerte Ganghöhen aufweisende Bereiche der Schnecke bzw. durch Vorsehen größerer „freier“ Fördervolumina zwischen rotierender Schnecke und Extrudervandung.

Besonderer Vorteil einer weiteren bevorzugten Vorrichtungs-Ausführungsform gemäß Anspruch 18 ist ihr einfacher Aufbau, der eine gute Dimensionsgenauigkeit bei dem in der Produktion an sich dimensionsmäßig nicht ganz einfach steuerbaren Produkt zu gewährleisten imstande ist.

Bei der besonderen Ausführungsweise gemäß Anspruch 19 ist der Vorteil gegeben, daß bei einfachem Aufbau ein eigener Antrieb zur strangbewegungs-konformen Bewegung von Begrenzungselementen entfallen kann.

Werden höhere Ansprüche an Oberflächen-Ebenheit od. dgl. gestellt, wird mit Vorteil eine aufwendigere Ausführungsform der Produktions-Anlage gemäß Anspruch 20 zum Einsatz gelangen.

Eine interessante Reduktion des für eine Folienschichtung der Formkörper sonst notwendigen technischen Aufwandes läßt sich mit einer Ausführungsvariante gemäß Anspruch 21 erzielen, bei welcher eine hohe Dimensionspräzision mit einer Oberflächenveredlung kombinierbar sind.

Probleme mit dem Aufbringen einer Nicht-Folien Beschichtung, also z. B. einer Beschichtungsmasse oder eines derartigen Pulvers, gerade zu dem Zeitpunkt, wenn nach Verlassen der Extrusionsdüse die Expansion einsetzt und sich fortsetzt, lassen sich vermeiden, wenn die erfundungsgemäße Vorrichtung, wie gemäß Anspruch 22 vorgesehen, ausgestaltet ist.

Anhand der Zeichnung werden die Erfindung und insbesondere zu ihrer Realisierung bevorzugte Vorrichtungs-Varianten erläutert:

Es zeigen Fig. 1 in Schrägangsicht die wichtigsten Teile einer erfundungsgemäßen Anlage zur Produktion von expandierten Faserplatten mit einer Querschnittsprofil-Begrenzungseinrichtung auf Basis von Walzen, und Fig. 2 einen Ausschnitt einer ebenfalls erfundungsgemäßen Anlage mit einer jeweils als Endlosbänder ausgebildete Wandelemente aufweisenden Profil-Begrenzungseinrichtung.

Gemäß Fig. 1 werden aus Vorratsbehältern 101, 111 und 121 über Dosierbänder 10 und 11 sowie eine Dosierschnecke 12 in dieser Reihenfolge Holzschnitzel, stärkehaltiges Bindemittel und „Zusätze“ – alle jeweils in fester stückiger bzw. kleinteiliger Form – in den Vorratstrichter 21 der Extruder-Anlage 2 eingetragen. Von diesem aus wird die Masse kontinuierlich in den Arbeitsraum einer Zwei-Schneckenpresse 2 mit Antrieb 22 eingebracht, wobei in der unmittelbar an den Trichter 21 anschließenden Einzugszone 201 des Extruders eine Vermischung der Ausgangskomponenten erfolgt, in der daran anschließenden Abdichtungszone 202 einerseits ein „Zurückdampfen“ hintangehalten wird und andererseits eine erste Vorverdichtung der Grundmasse erfolgt. In dieser Zone 202 mündet eine Leitung 206, durch welche beispielsweise Wasser zur Einstellung einer jeweils vorgesehenen Gesamtleuchte der Grundmasse zugeführt werden kann. In der folgenden Extruderzone 203 – hier als „Scherungszone“ bezeichnet – erfolgt insbesondere durch entsprechende Ausgestaltung der Schnecke ein hoher Energieeintrag unter kräftiger Druck- und Temperaturerhöhung in der Grundmasse. Die der Scherungszone 203 folgende Weiterverarbeitungszone 204 weist eine Zuführung 207, beispielsweise für die Zufuhr eines Hydrophobierungsmittels für das Bindemittel, auf und dient einer Beruhigung der nun geschmolzenen Grundmasse, der Einbringung von Bindemittelmodifikatoren oder aber – in der Weise, daß dort z. B. eine Erweiterung der Schneckenganghöhen oder eine Reduktion der Anzahl der Windungen im Falle einer Mehrgangschnecke vorgesehen ist, mit der Folge, daß dort eine erste, partielle Vorexpansion und auch „Glättung“ der Grundmasse eintritt. In die materialstromabwärts anschließende Ausstoßzone 205 mündet eine weitere Zuleitung 208, über welche zu der sich im „Schmelze-Gel-Zustand“ befindlichen Masse zur Modifikation ihrer Oberfläche ein Materialeintrag erfolgen kann, z. B. zur Außenbeschichtung der zu produzierenden Platten, ein hitzevernetzender Kunststoff. Schließlich wird die Grundmasse durch die – hier flachrechteckige – beheizbare Extruderdüse 26 ausgepreßt, und es beginnt als Folge der Druckentlastung unmittelbar die spontane Expansion des Flachstranges 4 infolge Verdampfung eines Teiles der ihm innenwohnenden Feuchte mit dessen kontinuierlicher „Verdickung“ unter Verringerung der Dichte im Bereich 41 nach Verlassen der Flachdüse 26.

Zur Begrenzung der Platten-Stärke ist eine Strangprofil-Begrenzungseinrichtung 3 vorgesehen, deren Gestell 31 vorteilhaft gegeneinander verschiebbliche und lagegenau positionierbare, einander gegenüber angeordnete obere und untere Walzen 33 und 32 aufweist, zwischen denen der infolge der Viskositäts erhöhung durch Abkühlung nun nur mehr äußerst langsam sich abschiebende Strang geführt und profilgenau gestaltet und so gehalten wird, so daß schließlich eine „Endlos-Platte“ mit gewünschter Dicke erhalten wird. Danach erfolgt ein Zuschnitt zur jeweils vorgesehenen Platten-Größe und gegebenenfalls ein Finishing, z. B. durch oberflächliche Hydrophobierung od. dgl.

Bei entsprechender Ausbildung der Oberflächen der bevorzugt silikon- oder teflonbeschichteten Walzen 32 und 33, lassen sich Platten mit jeweils gewünschter Oberflächenstruktur herstellen.

Mit unterbrochenen Linien ist in Fig. 1 weiter gezeigt, wie über eine Umlenkrolle 52 einer nicht näher gezeigten Folienbeschichtungseinrichtung 5 eine Beschichtungsfolie 50 am Ende des Expansionsbereiches 41 gegen die Oberseite des Stranges 4 geführt, nochmals um die erste der oberen Walzen 33 des Profilbegrenzungs-Walzenstuhls 3 umgelenkt, und schließlich zwischen Strang 4 und die oberen Walzen 33 eingezogen wird. Durch druckbeaufschlagte Einbringung eines Klebers über die Zuleitung 208 vor der Düse 26 in den Bereich 205 des Extruders, z. B. über einen an der Zylinderinnenseite angeordneten, zur den Schnecken hin offenen Ringkanal, kann die Oberfläche des Stranges 4 mit einer „Klebeschicht“ versehen werden, mittels welcher die in das Walzengerüst 3 eingezogene Folie 50 unter Ausbildung einer Folienschicht 45 ortsfest an die Oberfläche der Platte 40 gebunden werden kann.

Eine der gezeigten Zuführung einer Folie 50/ analoge Einrichtung kann selbstverständlich auch zur Beschichtung der Plattenunterseite vorgesehen sein.

Die in Fig. 2 gezeigte Profilquerschnitts-Begrenzungseinrichtung 30 weist an einem Gerüst 310 gelagerte Rollen 311 zur Führung eines oberen und eines unteren Endlos-Bandes 330 und 320, welche jeweils ein oberes und ein unteres, kontinuierlich in Bewegungsrichtung des Stranges 4 (siehe Pfeil) mit Strangbewegungs-Geschwindigkeit mitlaufendes „Wandelement“ bilden, auf. Die Bänder 330 und 320 können – jeweils der Stranggeschwindigkeit entsprechend – geschwindigkeitsgeregt angetrieben werden, aber auch als „Mitlauf-Bänder“ ausgebildet sein. Über eine Zuführung 280 in der Flachdüse 260 nahen Ausstoß-Bereich 250 des – nicht vollständig gezeigten – Zylinders des Extruders 20 kann ein Oberflächenbeschichtungsmedium zugeführt werden, das infolge des dann folgenden Auspressens zusammen mit der Grundmasse besonders integral an den Strang 40 gebunden wird.

Mit unterbrochenen Linien angedeutet ist eine andere Oberflächenbeschichtungs-Einrichtung 50, welche sich quer über den gerade die Düse 260 verlassenden, sich im Zustand der Expansion befindlichen Bereich 410 des Stranges 40 erstreckt und an ihrer Unterseite Auslaßöffnungen zur gleichmäßigen Verteilung eines über eine Zuleitung 510 zugeführten Oberflächen-Beschichtungsmediums aufweist. Eine gleichartige Einrichtung kann selbstverständlich zur Versorgung der Strangunterseite mit einem Beschichtungsmedium vorgesehen sein.

Es ist selbstverständlich, daß für den Fall, daß eine strukturierte Oberfläche der expandierten Leichtplatten 40 gewünscht wird, die Endlosbänder 330 und 320 entsprechende Oberflächenausbildung aufweisen können, wobei deren Ausstattung mit einem adhäsionsmindernden Belag, wie oben erwähnt, besonders vorteilhaft ist.

Schließlich sind weiterer wesentlicher Gegenstand der vorliegenden Erfindung die neuen Formkörper, insbesondere für Strukturelemente, Isolierung und/oder Verpackung, vorzugsweise von Faserprofilen und/oder -platten, auf Basis einer strukturbildend, insbesondere strukturfest gebundenen, kleinteiliges, insbesondere faserhaltiges und/oder faserförmiges Material aufweisenden, durch Extrusion erhaltenen Masse selbst. Diese Formkörper weisen in vorteilhafter Weise die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 23 zusammengefaßte Merkmals-Kombination auf. Sie stellen mechanisch ausgezeichnete, feste, resistente „leicht“, einfach zu manipulierende, z. B. problemlos zuschnied- und schleiffähige Formkörper mit gefälligem Äußeren und hohe Lebensdauer dar, deren Anwendungsgebiete nicht abgrenzbar sind und vom Bauwesen über Innenarchitektur, Fahrzeug- und Automobilbau bis zu effizienten Leicht-Verpackung reichen.

Bei den Formkörpern gemäß den Ansprüchen 24 bis 26 sind jeweils die entsprechend schon vorher bei den Verfahrensvarianten beschriebenen Vorteile gegeben.

Mit einer Textur gemäß Anspruch 27 können den neuen Formkörpern besonders hohe Festigkeit und Isotropie ihrer mechanischen und Bearbeitungseigenschaften verliehen werden.

Formkörper mit einer Textur gemäß Anspruch 28 haben den Vorteil hoher Resistenz gegen Aufnahme von Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, und können daher auch in Bereichen erhöhter Feuchte, z. B. in den Tropen, in Kellerräumen oder als Verpackungsmaterial für Frischobst oder -fleisch verwendet werden.

Erfindungsgemäß Formkörper mit Dichten gemäß Anspruch 29 sind wegen ihrer „Leichtigkeit“ bei immer noch gewährleisteter ausreichender mechanischer Stabilität zu bevorzugen.

Die Vorteile, welche den neuen Formkörper herabgesetzter Dichte eine Beschichtung gemäß Anspruch 30 bringen kann, gehen über die schon erörterten Vorteile hinaus. Durch die Beschichtung wird neben der Oberflächen-Veredelung ein die Stabilität und Verzugsarmut zusätzlich fördernder Sandwich-Effekt erzielt.

Die neuen, insbesondere plattenförmigen, expandierten, Formkörper mit Festigkeitswerten gemäß Anspruch 31 haben den Vorteil, daß sie problemlos anstelle bisher üblicher Spanplatten der jeweiligen Dicke Einsatz finden können.

Anhand der folgenden Beispiele wird die Erfindung näher erläutert:

#### Beispiel 1

##### Herstellung einer expandierten Holzfaserplatte

Es werden 60 Gew.-% Holzschnitzel in der Größe zwischen 0 bis 3 mm mit einer Rustfeuchte von 12%, 35 Gew.-% Cassavamehl mit einer Feuchte von 12% und 5 Gew.-% Tallharz, jeweils in feinem Zustand, in einen konischen Doppelschneckenextruder dosiert, dessen Betrieb so eingestellt wird, daß eine Massetemperatur von 160°C und ein Massendruck von 150 bar in Düsennähe erreicht wird. Die plastisch gelartig geschmolzene Masse wird durch eine temperierbare Flachdüse gepreßt und durch plötzliche Druckentlastung unter Einstellung des Expansionsindex auf 3 in eine Endlosplatte übergeführt, die anschließend in weitere Verarbeitungsbereiche transportiert wird.

Die Platte hatte eine dichte Oberfläche, eine Dicke von 20 mm, eine Dichte von 0,48 t/m<sup>3</sup> und eine Biegebruchfestigkeit von 14,2 N/mm<sup>2</sup>.

#### Beispiel 2

Einem Zweischneckenextruder wurden Reisbruch und Naturkautschuk im Mengenverhältnis 70 Gew.-% zu 29 Gew.-% über getrennte Dosiereinrichtungen kontinuierlich zugeführt.

Im Bereich der Abdichtungszone wurde in den Extruder kontinuierlich jeweils soviel Wasser (etwa im Bereich von 2 bis 10 Gew.-%, bezogen auf 99% Ausgangsstoffe) über eine Zuleitung zugeführt, daß eine Grundmasse mit einheitlichem Wassergehalt von 14 Gew.-% in die Kompensationszone des Extruders gefördert wurde. Über eine andere Leitung wurde in den „Weiterverarbeitungsbereich“ des Extruders, bezogen auf feste Ausgangskomponenten 1 Gew.-% 60%iger wäßrige Paraffinemulsion eingebracht. Die Massetemperatur betrug während eines stabilen kontinuierlichen Betriebes 165°C, der Druck der Grundmasse 200 bar. Es wurden durch zwei kreisrunde Öffnungen von 1,5 cm Durchmesser unter Einstellung des Expansionsindex auf 6 Rundstränge kontinuierlich ausgepreßt und im noch langsam expandierenden Zustand mit einem Rotationsmesser in ein Kleinkugel-Granulat zerteilt. Der erhaltene, annehmbar aussehende Verpackungsfüllstoff war wasserfest, elastisch, wies dennoch hohe Rückstellkräfte auf und zeigte sci. ließlich nach Entsorgung gute Verrottungseigenschaften.

#### Beispiel 3

Es wurde – wie in Beispiel 2 beschrieben – verfahren, nur mit dem Unterschied, daß außer Reisbruch 70 Gew.-% weniger Naturkautschuk als dort, nämlich 24 Gew.-%, und zusätzlich 5 Gew.-% Zellstoff als biogenes Fasermaterial in den Extruder dosiert wurden und über eine Flachdüse ein Verpackungs-Folienmaterial von etwa 1,5 mm Dicke gepreßt wurde.

Es wurde ein elastisches, formbeständiges, minderdichtes Vlies erhalten, das mit steigendem Druck proportional steigende Rückstellkräfte und hohe Reißfestigkeit zeigte.

**Beispiel 4**

Es wurden folgende Komponenten und Bedingungen für die Extrusion gewählt:

Kartoffelstärke	67,5 Gew.-%,
Phthalsäureanhydrid	2,5 Gew.-%
pH-Wert	8 bis 11 (mit NaOH (30%ig) eingestellt)
Zellstoff (aus Papierindustrie)	30 %
Wassergehalt in der Gesamtmasse auf	16 Gew.-% eingestellt

Betriebsbedingungen:

Expansionsindex	4,5
Dichte	0,25 t/m <sup>3</sup>
Massestemperatur	150 °C
Massendruck	120 bar.

Es wurden Platten mit 3,5mm Dicke erhalten, welche sich hervorragend als Material für Obstverpackungen, Warmhaltebehälter für Frisch-Imbisse u. dgl. eignen, jedoch für eine Entsorgung die nötige „Knackigkeit“ für eine Zerkleinerung aufweisen.

**Beispiel 5**

Eine Grundmasse mit der Zusammensetzung

Maisgrieß	37 Gew.-%
Polyäthylen	10 Gew.-%
Weichholzschnitzel	50 Gew.-% (1 bis 10 mm Partikelgröße)
Leinöl	3 Gew.-%

wurde in einem Einschneckenextruder zu einer Leicht-Spanplatte von 24mm Stärke verpreßt. Der Expansionsgrad betrug 3,0, die Dicke der erhaltenen Platte 0,3t/m<sup>3</sup>.

Die Arbeitsbedingungen waren folgende:

Massestemperatur	145 °C
Massendruck	90 bar

Das erhaltene Holzspanplattenprodukt war auch bei tropenähnlichen Bedingungen widerstandsfest, wie eine Biegesteifigkeit von 13,8 auf und war von angenehm gelblich-brauner Farbe.

