

(19)



(11)

**EP 3 105 143 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.01.2021 Patentblatt 2021/01**

(51) Int Cl.:  
**B65D 81/03** <sup>(2006.01)</sup>      **B65D 81/113** <sup>(2006.01)</sup>  
**B65D 81/127** <sup>(2006.01)</sup>      **B65D 81/38** <sup>(2006.01)</sup>  
**B65D 5/50** <sup>(2006.01)</sup>      **B65D 65/46** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **15704755.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/052507**

(22) Anmeldetag: **06.02.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/121167 (20.08.2015 Gazette 2015/33)**

(54) **ISOLIERVERPACKUNG ZUR WÄRMEDÄMMUNG ODER SCHOCKABSORPTION AUS STROH ODER HEU UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG**

INSULATING PACKAGING FOR THERMAL INSULATION OR SHOCK ABSORPTION MADE FROM STRAW OR HAY AND A METHOD FOR MANUFACTURING IT

EMBALLAGE ISOLANT EN PAILLE OU EN FOIN POUR L'ISOLATION THERMIQUE OU L'ABSORPTION DE CHOCS ET SON PROCÉDE DE FABRICATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder:  
• **MAIER-ESCHENLOHR, Thomas**  
82178 Puchheim (DE)  
• **ESCHENLOHR, Patricia**  
82178 Puchheim (DE)

(30) Priorität: **11.02.2014 DE 202014001280 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.12.2016 Patentblatt 2016/51**

(74) Vertreter: **TBK**  
**Bavariaring 4-6**  
**80336 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **Landpack GmbH**  
**82178 Puchheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**JP-A- H10 287 370**

**EP 3 105 143 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Für die Aufbewahrung und den Versand von temperaturempfindlichen Waren werden Isolierverpackungen benötigt, welche dafür sorgen, dass eine vordefinierte Temperatur im Inneren der Verpackung nicht über- oder unterschritten wird. Solche Verpackungen werden hauptsächlich für pharmazeutische Produkte, medizinische Produkte und Lebensmittel eingesetzt. Die Nichteinhaltung dieser meist gesetzlich geregelten Temperaturgrenzen stellt ein mitunter hohes Haftungsrisiko für Warenversender und ein Gesundheitsrisiko für Warenempfänger dar.

**[0002]** Zum Aufbau einer Isolierwirkung bei einer Isolierverpackung müssen die drei Wärmetransportphänomene Konvektion, Wärmeleitung und Wärmestrahlung minimiert werden. Luft eignet sich aufgrund der geringen Wärmeleitung und einfachen Verfügbarkeit ideal als Isoliermedium. Durch den Dichteunterschied von Luft bei verschiedenen Temperaturen entsteht eine Luftbewegung (Konvektion), welche verringert werden kann, wenn die Luft in ihrer Bewegung eingeschränkt wird. Die Wärmestrahlung kann durch die Auswahl und Anordnung geeigneter Materialien verringert werden.

**[0003]** Aus den genannten physikalischen Gründen der Wärmetransportphänomene sind Isolierverpackungen in aller Regel voluminöse, Hohlkörper aus einer Vielzahl von Luftkammern. Die Entsorgung dieser voluminösen Isolierverpackungen stellt bei regelmäßigem Warenverkehr vor allem für Endverbraucher ein großes Problem dar und ist bei zunehmendem Onlinehandel auch ökologisch problematisch.

**[0004]** Für den derzeit wirtschaftlich aufstrebenden Online-Lebensmittelhandel beispielsweise ist eine einfach zu entsorgende, ökologisch vorteilhafte Isolierverpackung, welche auch eine schockabsorbierende Funktion bietet, der Schlüsselfaktor für die benötigte Kundenakzeptanz.

**[0005]** Die am Markt eingesetzten Isolierverpackungen sind überwiegend aus expandiertem Polystyrol (EPS) gefertigt. Diese bieten eine gute Isolierwirkung, die Möglichkeit der freien Formgebung und sind durch die hohen Stückzahlen kostengünstig erhältlich. Die Herstellung von Isolierverpackungen aus EPS ist allerdings sehr energieaufwendig. Die Umweltverträglichkeit bei der Entsorgung ist durch die enthaltenen Schadstoffe (Flammschutzmittel, Styrol, Weichmacher, Pentan) umstritten. Die Luftfeuchtigkeit in einer Styroporbox erreicht bei Verwendung von Kühlakkus 80 % - 90 %. Feuchtigkeitsempfindliche Produkte wie Backwaren können hierbei Schaden nehmen.

**[0006]** Alternative Isolierverpackungen wurden entwickelt, um dem Bedarf nach ökologisch vorteilhafteren und einfacher zu entsorgenden Isolierverpackungen gerecht zu werden.

**[0007]** Aus der Literatur sind Isolierverpackungen auf Basis von Stärkeschaum bekannt. Beispielsweise ist in EP0656830B1 ein Schichtverbundmaterial auf Basis von

Stärkeschaum offen gelegt. Die Herstellung von Isolierverpackungen aus Stärkeschaum ist energieaufwendig und daher kostspielig. Aufgrund der Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit ist eine absolut wasser- und dampfdichte Barriere erforderlich. Wie bei der Styroporbox findet deshalb auch hier keine Feuchtigkeitsregulierung statt. Aus den genannten Gründen konnten sich deshalb bisher keine Produkte auf Basis von Stärkeschaum am Markt etablieren.

**[0008]** Daneben existieren Isolierverpackungen aus mehrschichtigen aufblasbaren Luftkissen wie beispielsweise in US005533888A offen gelegt. Diese aus einer Vielzahl von in Schichten verbundenen aluminiumbedampften Kunststofffolien hergestellten Isolierverpackungen bieten eine ausreichende Isolierleistung. Sie sind allerdings anfällig gegenüber mechanischen Beschädigungen, wodurch ein Totalausfall der Isolationswirkung entsteht, und sind durch den komplizierten Herstellungsprozess deutlich teurer als eine vergleichbare Styroporbox. Zudem bestehen sie aus konventionellem Kunststoff und müssen über den Restmüll entsorgt werden. Wie bei der Styroporbox findet auch hier keine Feuchtigkeitsregulierung statt.

**[0009]** Die Verwendung von Pflanzen und Pflanzenbestandteilen (Hanffaser, Stroh, Heu, etc.) zur Herstellung von Dämmplatten ist in der Bauindustrie seit jeher bekannt und hat sich in letzter Zeit zur Isolation von Gebäuden als Nische etabliert. Dabei kommen zwei unterschiedliche Ausgangsstoffe zur Verwendung: aus Pflanzen gewonnene Fasern sowie weitgehend in Rohform vorliegende ganze Pflanzen oder deren Bestandteile wie Blätter, Stengel oder Halme.

**[0010]** Aus Pflanzen gewonnene Fasern werden durch mechanische, chemische und thermische Verfahren zu Vliesen und Vliesstoffen weiterverarbeitet. Die Pflanzenfasern werden häufig aus Hanf, Flachs oder Leinen aufwändig gewonnen. Der Prozess entspricht dabei dem der Textilfaserherstellung. Als Vliesstoffe werden nach aktueller Auffassung entsprechend DIN EN ISO 9092:2012-01 im Allgemeinen Flächengebilde aus Faser, Endlosfilamenten oder geschnittenen Garnen verstanden. Nur etwa 20-30 % der Pflanze können als Faser genutzt werden. Die dünnen Fasern können keine Druckkräfte, sondern lediglich Zugkräfte aufnehmen. Zur mechanischen Stabilisierung müssen sie daher zu Matten verdichtet, verklebt und/oder verfilzt werden. Anschließend werden die Vliese meist zur zusätzlichen mechanischen Stabilisierung mit weiteren Schichten versteppt, vernietet oder verklebt. Die Verwendung von Vliesen und Vliesstoffen als Isolierverpackung ist daher aufwändig und kostspielig. Zudem lassen sich die Vliese nur schwer wieder auftrennen. Die Entsorgung muss also als Ganzes erfolgen. Eine freie Formgestaltung ist nicht möglich. Die Vliese werden stets zu großen flächigen Platten oder Matten verarbeitet. Beispielsweise wird in EP0644044A1 ein Verpackungsmaterial mit einer flächigen, polsternen Innenschicht aus Naturfaservlies und zwei beidseitig abdeckenden Abdecklagen offengelegt, dadurch ge-

kennzeichnet dass die Abdecklagen aus biologisch abbaubarer Folie bestehen. In DE19846704C2 wird eine Dämmstoffmatte aus Hanf mit einer zweiseitigen Kaschierung für die Bauindustrie offen gelegt, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Füllung aus ungerösteten Hanffaserprodukten aus einem Gemisch von Langfaser, Kurzfaser und Schäben ausgebildet ist. Um ein Setzen der Dämmstoffmatte zu verhindern, sind Steppnähte, Nieten oder ein in die Füllung eingearbeitetes Netz notwendig.

**[0011]** In EP1840043 B1 wird ein dreidimensionales Verpackungsteil auf Basis von Naturfasern mit reduziertem Anteil von Bindemitteln offen gelegt. Das Produkt soll Verpackungsteile ersetzen, welche bisher im Nassverfahren aus Pulpe (Faserbrei) hergestellt werden. Das Verpackungsteil wird durch Heißpressen eines Vliesstoffes mit hohem Druck erzeugt. Der Vliesstoff besteht aus feinen Naturfasern, welche durch den Zusatz von Wasser untereinander Wasserstoff-Brückenbindungen eingehen. Zugesezte Bindemittel und/oder Stützfasern verkleben den Verbund beim Heißpressen. Die Menge an Bindemittel kann reduziert werden, wenn die Naturfasern noch Lignin enthalten, welches beim Heißpressen austritt und die Fasern verklebt. Durch das Heißpressen bei hohem Druck entsteht eine glatte Oberfläche. Es wird auch ein Sandwich-Verbund beschrieben, bei dem auf der Oberseite und Unterseite eines Verpackungsteils eine Schicht beispielsweise aus Kunststoff aufgebracht ist. Heißgepresste Verpackungsteile werden beispielsweise als Eierschachteln oder andere Formteile verwendet. Durch die fein aufgeschlossenen Fasern müssen hohe Drücke und/oder Bindemittel zugeführt werden, um die Formbeständigkeit zu gewährleisten. Die beschriebene zweiseitige Laminierung dient auch als Funktionsfläche. Typischerweise sind die so hergestellten Produkte von dünner Wandstärke (wenige Millimeter), durchschnittlich hoher Dichte und damit nicht als Isolierverpackung zu gebrauchen.

**[0012]** Weitgehend in Rohform vorliegende Bestandteile von Pflanzen wie Blätter, Stengel, Halme werden zur Herstellung von Dämmplatten meist mit Bindemittel verklebt. In DE19810862C2 wird beispielsweise eine Dämmplatte aus Stroh für die Bauindustrie offen gelegt. Die Dämmplatte besteht aus einem homogenen Gemisch aus zerkleinertem Stroh und 10% - 30% Bindemittel. Zweiseitig ist eine gitterartige Beschichtung aufgebracht. Die durch Bindemittel verklebten Dämmplatten sind in der Herstellung aufwendig und lassen sich manuell nur schwer auftrennen. Die glatten Oberflächen des Strohs erfordern zur Verklebung eine spezielle chemische oder mechanische Behandlung. Eine ökologisch vorteilhafte Kompostierung ist durch die in der Regel verwendeten Bindemittel aus Kunststoff problematisch.

**[0013]** In EP1958762B1 wird ein Naturfaservlies aus Stroh- und weiteren Naturfasern und einer Matrix aus PLA beschrieben. Durch Temperatureinwirkung schmelzen die PLA-Fasern und bilden damit einen Naturfaser-verbundwerkstoff. Durch Formpressen unter Wärmeein-

fluss wird anschließend eine Lage des Hybridvliesstoffes erzeugt, welcher beispielsweise mit einer PLA-Folie umgeben ist. Die PLA-Folie kann in der Formpresse mitverpresst werden. Die so entstandenen Formteile können als Verpackungsmaterial oder in mehreren Schichten als Wandelemente genutzt werden. Das Naturfaservlies besteht zu etwa 35% aus dem teuren Biokunststoff PLA und ist damit nicht wettbewerbsfähig zu Styropor.

**[0014]** In EP0570018B1 wird ein Verpackungsteil aus verpresstem Stroh oder Heu offen gelegt, dadurch gekennzeichnet, dass keine Beimischung von Bindemittel oder Klebstoff erfolgt. Durch das starke Verpressen von aufgeweichtem oder aufbereitetem Stroh oder Heu soll ein glattes Verpackungsteil, beispielsweise eine Schachtel oder ein Behälter, entstehen. Die Oberfläche ist durch die starke Verpressung glatt und bedruckbar.

**[0015]** Die Herstellung von solchen Verpackungsteilen aus Pflanzen ohne Bindemittel erfolgt wie beispielsweise aus EP1377418B1 oder DE202009013015U1 bekannt durch Verpressen bei hohen Drücken und hohen Temperaturen. Ziel ist es, dabei pflanzliche Bindemittel wie das Biopolymer Lignin aus den Pflanzen zu lösen und als Klebstoff freizusetzen. Anstelle der Verwendung eines von außen zugeführten Klebstoffs wird der in den Pflanzen enthaltene Klebstoff verwendet. Vorteilhaft ist die weitgehende Gestaltungsfreiheit solcher Bauteile. Aufgrund der hohen Drücke befinden sich in einem solchen Verpackungsteil allerdings kaum noch isolierende Hohlräume, wodurch die Verwendung als Isolierverpackung nicht mehr gewährleistet ist. Es entsteht ein fester, verklebter Presskörper, welcher nicht mehr aufgetrennt werden kann. Eine schockabsorbierende Wirkung ist nicht gewährleistet.

**[0016]** Um die Kosten für verklebte Dämmplatten für die Bauindustrie zu senken, wird in dem Gebrauchsmuster DE8536156U1 vorgeschlagen, einen losen Verbund aus ungeordnet liegenden und unverklebten Strohs zweiseitig mit Papier zu kaschieren und anschließend mit Fäden in geringen Abständen zur mechanische Fixierung zu versteppen. Die Versteppung hat den Nachteil, dass die Strohdämmplatte manuell nur schwer aufgetrennt werden kann. Sie muss deshalb als Ganzes entsorgt werden. Zudem können auf diese Weise lediglich größere Platten hergestellt werden. Eine freie Formgebung ist nicht möglich. Da die Dämmplatte nicht allseitig geschlossen ist, können unfixierte Strohteile und Staub leicht aus dem Verbund gelöst werden. Dämmplatten, welche auf diese Art aufgebaut sind, sind damit als Isolierverpackung nicht geeignet, da sie die zu schützenden Gegenstände verunreinigen, beschädigen oder kontaminieren würden.

**[0017]** In DE4333758A1 und DE4317239A1 wird eine Isoliermatte aus Biomasse wie beispielsweise Stroh für die Bauindustrie offen gelegt. Die Biomasse wird vorzugsweise versteppt, verklebt oder vernadelt und feuerhemmend ausgerüstet. Es wird zudem ein Verpackungsmaterial erwähnt, welches aus lose in Netzen gefüllter, unbehandelter Biomasse besteht. Solche mit Biomasse

ausgestopften Netze sind ohne Verstärkung wie Versteppung oder Nieten nicht formbeständig, weisen eine nur ungleichmäßige Dichteverteilung auf und sind somit aufgrund der vorkommenden großen Hohlräume für eine leistungsfähige Isolierung nicht geeignet. Sie können höchstens als Füllmaterial verwendet werden.

**[0018]** In JPH10287370 (A) wird ein Polstermaterial aus Stroh zur Stoßdämpfung offen gelegt. Die Formgebung erfolgt durch Versteppen des Strohs sowie durch Verkleben mit einer Umhüllung.

**[0019]** Isolierverpackungen auf pflanzlicher Basis konnten sich bisher auf dem Markt nicht durchsetzen. Die für die Bauindustrie entwickelten Dämmstoffe aus Pflanzenbestandteilen oder Pflanzenfasern zur Isolierung von Gebäuden sind nicht als Isolierverpackung geeignet, da die zugrunde liegenden Anforderungen sich grundlegend unterscheiden. Die als Baustoffe verwendeten Isolierungen sind feuerhemmend, schädlingsresistent und mechanisch so ausgelegt, dass sie auch nach Jahrzehnten eine einwandfreie Isolierwirkung erzielen. Beispielsweise muss das sogenannte Setzen, also die Verringerung des ursprünglichen Materialvolumens durch Schwerkrafteinwirkung, über Jahrzehnte verhindert werden. Die Herstellung solcher Dämmstoffe ist entsprechend aufwendig und teuer und nicht als Isolierverpackung zu gebrauchen. Zudem lassen sich so hergestellte Dämmmaterialien nur schwer wieder zerkleinern und entsorgen. Die schmalen Seitenflächen der Dämmplatten für die Bauindustrie sind in der Regel nicht kaschiert, da hier keine Funktionsfläche vorliegt, sondern die Platten zwischen die Balken eingeklemmt werden. Bestandteile des Dämmstoffes können sich somit lösen und die Ware kontaminieren oder beschädigen. Zur Herstellung moderner Isolierverpackungen ist es zudem erforderlich eine weitgehend freie Formgebung zu ermöglichen, um den unterschiedlichsten Anforderungen des Verpackungsmarktes gerecht zu werden. Existierende wärmeisolierende Dämmmaterialien aus Pflanzen und ohne Bindemittel sind nur als Platten bekannt. Eine freie Formgebung ist nicht möglich.

**[0020]** Aufgrund der oben genannten Nachteile der im Stand der Technik aufgeführten Dämmplatten und Isolierverpackungen konnte sich bisher keine ökologische Alternative zu den EPS-Isolierverpackungen am Markt etablieren.

**[0021]** Aufgabe der hier beanspruchten Erfindung ist es daher, eine Isolierverpackung für temperaturempfindliche und/oder schockempfindliche Produkte herzustellen, welche neben einer hervorragenden Isolier- und Dämpfungswirkung, einer verbesserten Ökobilanz, einer vereinfachten Entsorgung und einer freien Formgebung auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber den etablierten EPS-Verpackungen besitzt. Die Isolierverpackung muss zudem den strengen hygienischen Erfordernissen als Lebensmittelbedarfsgegenstand Rechnung tragen. Sie soll auch als Einwegverpackung geeignet sein. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Isolierverpackung geschaffen werden.

**[0022]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Isolierverpackung nach Anspruch 1 und einem Verfahren zur Herstellung der Isolierverpackung nach Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0023]** Als Ausgangsmaterial wird Heu oder Stroh verwendet, welches sortenrein, in Mischung oder in Bestandteilen verwendet werden kann. Dabei ist sowohl eine Mischung verschiedener Heu- oder Strohsorten, als auch eine Mischung von Heu und Stroh möglich. Stroh wird hier als Sammelbegriff für ausgetrocknete Halme, Stengel und Blätter von Getreidepflanzen, Ölpflanzen, Faserpflanzen und Hülsenfrüchten verwendet. Heu wird hier als Sammelbegriff für getrocknete Futterpflanzen wie beispielsweise Kräuter, Gräser oder Hülsenfrüchte verwendet.

**[0024]** Vorteilhafterweise wird Stroh oder Heu von Süßgräsern verwendet, da die Halme hohl sind und kein Mark beinhalten. Der Durchmesser der Halme beträgt idealerweise zwischen 1 mm und 10 mm. Auf diese Weise formen die Halme in ihrem Inneren kleine Luftkammern, welche eine Konvektion innerhalb der Halme verhindern.

**[0025]** Besonders vorteilhaft ist Getreidestroh aus Gerste, da es preiswert verfügbar ist, eine geringe Neigung zu Pilzbefall aufweist und hervorragende Isolationsseigenschaften besitzt. Getreidestroh fällt als landwirtschaftliches Nebenprodukt in großen Mengen an und kann ohne ökologische Nachteile zu 1/3 vom Acker entfernt werden. Je nach regionaler Verfügbarkeit kann aber die Verwendung anderer Stroh- oder Heuartarten vorteilhafter sein.

**[0026]** Fig 1. zeigt ein einfaches Ausführungsbeispiel der Erfindung in Form einer Isolierverpackung bestehend aus einem Isolationskern (1) und einer Umhüllung (2).

**[0027]** Der Isolationskern (1) hat die Aufgabe die Konvektion und Wärmeleitung weitestgehend zu reduzieren. Als Isoliermedium dient Luft aufgrund des geringen Wärmeleitwertes von 0,0267 W/mK. Luft unterliegt allerdings einer temperaturabhängigen Dichte, sodass eine Wärmeübertragung durch Konvektion stattfindet. Um diese zu unterbinden, muss die Luft in Ihrer Bewegung möglichst eingeschränkt werden. Im ursprünglichen Zustand besitzt Getreidestroh eine Dichte von etwa 20 kg/m<sup>3</sup>. Dabei bilden die Halme des Strohs mitunter mehrere Zentimeter große Hohlräume, so dass die Isolierwirkung durch freie Konvektion erheblich reduziert wird. Der Isolationskern nach Anspruch 1 besitzt eine einstellbare Dichte von 40 kg/m<sup>3</sup> bis 250 kg/m<sup>3</sup>. Die Hohlräume in einem solchen Isolationskern sind kleiner als 0,5x0,5x0,5 cm<sup>3</sup>, wodurch Konvektion weitgehend ausgeschlossen wird. Die Dichte ist dabei auf die Erfordernisse der zu verpackenden Ware anzupassen. Eine optimale Isolierwirkung unter Berücksichtigung des Materialverbrauches wird bei einer Dichte etwa 60 kg/m<sup>3</sup> bis 80 kg/m<sup>3</sup> erreicht. Ein mit Styropor vergleichbarer Wärmeleitwert von 0,043 W/mK wird damit erzielt. Für die Schockabsorption beim Transport schwerer Gegenstände ist eine

Dichte von bis etwa  $250 \text{ kg/m}^3$  sinnvoll. Für die Schockabsorption beim Transport leichter, zerbrechlicher Gegenstände ist eine Dichte von  $40 \text{ kg/m}^3$  zu bevorzugen. Theoretisch ist die Dicke des Isolationskernes nicht begrenzt, allerdings hat sich für die hier aufgeführten Anwendungsfälle eine Dicke von 1 cm bis 15 cm als vorteilhaft erwiesen.

**[0028]** Der Isolationskern (1) besteht aus einer Anordnung von Heu- und/oder Stroh, wobei die Halme des Strohs oder Heus eine Länge von 0,5 cm bis 50 cm aufweisen. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, eine Mischung verschiedener Längen zu verwenden. Die kurzen Halme sind so angeordnet, dass eine gleichmäßige Dichteverteilung innerhalb des Isolationskernes auftritt. So wird eine gleichmäßige Isolierwirkung ohne Wärmebrücken durch Konvektion erreicht. Für Gersten- und Weizenstroh haben sich beispielsweise Halme mit einer Länge von 1 cm bis 25 cm als besonders vorteilhaft erwiesen. Es können unbeschädigte Heu- und Strohhalme verwendet werden. Durch den Einsatz gängiger Erntemaschinen findet aber immer eine gewisse Schädigung der Halmstrukturen statt, welche aber nicht zwingend benötigt wird.

**[0029]** Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Stroh- und Heuhalme überwiegend (>80 %) senkrecht zum Wärmestrom des Isolationskernes ausgerichtet sind. Der Wärmestrom von einer warmen Seite zu einer kalten Seite des Isolationskernes ist deutlich geringer, wenn die Stroh- und Heuhalme von der Längsseite durchquert werden.

**[0030]** Die Struktur des Isolationskernes ist so ausgeprägt, dass unter Ausnützung der natürlichen Knickfestigkeit (Aufnahme von Kräften in Längsrichtung) des Strohs oder Heus eine beliebige Formgebung mit Löchern, konvexen und konkaven Flächen, Hinterschneidungen, scharfen Kanten etc. ermöglicht wird (Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4). Dies ist zwingend erforderlich, um gängige Verpackungsformen wie Schalelemente, Kisten, Boxen oder Trays an die Erfordernisse des Verpackungsgutes anzupassen. Die Formbeständigkeit des Isolationskernes kann ohne von außen zugeführter oder aus den Pflanzen herausgelöster Bindemittel aufrechterhalten werden. Die Stengel und Halme müssen somit in keiner Weise stoffschlüssig miteinander verbunden sein. Für die Formbeständigkeit werden auch keine zusätzlichen mechanischen Verbindungselemente benötigt. Das verwendete Stroh oder Heu ist des Weiteren nicht in seine strukturellen Bestandteile wie Fasern und Schäben aufgeschlossen. Nur so bleibt die natürliche Knicksteifigkeit der Pflanzen erhalten, welche für die Formbeständigkeit des Isolationskernes benötigt wird. Im Stand der Technik verwendete Pflanzenfasern können keine Druckkräfte mehr aufnehmen und können somit nur im verdichteten oder verklebten Vlies mechanische Druckstabilität aufweisen.

**[0031]** Als Bindemittel werden hier alle Zusatzstoffe verstanden, welche durch ihre mechanischen, physikalischen oder chemischen Wechselwirkungen mit dem

Stroh und/oder Heu des Isolationskernes die Formbeständigkeit des Isolationskernes oder der Isolierverpackung beeinflussen würden (beispielsweise Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Rückstellverhalten). Als Bindemittel werden im Stand der Technik typischerweise Polymerfasern, Klebstoffe (z.B. Stärke, Alkalisilikate, Latex, Harze), Bicompo-Fasern, Thermosetting-Harze oder Verdickungsmittel eingesetzt. Als Bindemittel werden hier auch Zusatzstoffe verstanden, die die Eigenschaften des Strohs und/oder Heus so verändern würden, dass die Pflanzenbestandteile selbst als Bindemittel fungieren würden. Beispielsweise kann durch chemische Zusatzstoffe das Lignin der Pflanzen so modifiziert werden, dass es ohne Einwirkung von äußerem Druck verklebt. Bindemittel können aus unterschiedlichen Gründen zu Dämmstoffen hinzugefügt werden. Stärke oder deren Derivate werden im Stand der Technik beispielsweise als Bindemittel aber auch als Mittel zur Hydrophobierung eingesetzt.

**[0032]** Unter mechanische Verbindungselemente werden makroskopische Elemente verstanden, welche durch Kraftschluss und/oder Formschluss auf die Formbeständigkeit des Isolationskernes oder auf die Formbeständigkeit des Isolationskernes mitsamt Umhüllung einwirken können. Dazu gehören beispielsweise Verstepung, Vernietung, Kaschierung oder das Einbringen von Vliesen oder Netzen. Mechanische Verbindungselemente können auch anderen Gründen zu Dämmstoffen hinzugefügt werden, beispielsweise aus rein optischen Gründen.

**[0033]** Erfindungsgemäß sind für die Formbeständigkeit des Isolationskernes mit oder ohne Umhüllung keine Bindemittel oder mechanische Verbindungselemente nötig. Der Form- und Kraftschluss zwischen den einzelnen Stroh- und/oder Heuhalmen sowie zwischen der Umhüllung und dem Isolationskern reicht aus. Dennoch kann es aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein Bindemittel oder mechanische Verbindungselemente hinzuzufügen, selbst wenn diese nicht zwingend notwendig sind. Dies kann beispielsweise aus optischen Gründen, kommerziellen Gründen, zur Hydrophobierung oder Glättung von Oberflächen, zur Verbesserung der Bedruckbarkeit oder zur gezielten Beeinflussung mechanischer Eigenschaften sinnvoll sein.

**[0034]** Unter der Formbeständigkeit des Isolationskernes und des Isolationskernes samt Umhüllung wird hier die Fähigkeit dieser verstanden, äußere Belastungen (Kräfte, Temperatur, Luftfeuchte, etc.) insoweit Stand zu halten, dass eine Handhabung während der Produktionsschritte sowie ein bestimmungsgemäßer Gebrauch möglich sind.

**[0035]** Druckbelastungen auf den erfindungsgemäßen Isolationskern können ohne bleibende Formänderung sehr gut aufgenommen werden. Die Rückfederung beträgt beispielsweise bei Verwendung von Gerstenstroh und einer Dichte des Isolationskernes von  $60 \text{ kg/m}^3$  95 % bei einem für 1 Minute aufgebrachten Druck von  $10 \text{ N/cm}^2$ . Nach Entfernen des äußeren Drucks kehrt der

Isolationskern wieder in die ursprüngliche Ausgangsform zurück, ohne dass nennenswertes Setzen eintritt.

**[0036]** Da das Stroh und/oder Heu des Isolationskernes nicht zwingend verklebt wird, können vereinzelt Staubpartikel und Pflanzenreste austreten. Aus diesem Grund ist der Isolationskern von einer flexiblen Umhüllung umgeben. Es genügt die Umhüllung lediglich durch Formschluss mit dem Isolationskern zu verbinden. Es werden keine mechanischen Verbindungselemente wie Fäden oder Niete sowie keine Bindemittel zur Verbindung der Umhüllung mit dem Isolationskern benötigt. Somit kann die Umhüllung einfach vom Isolationskern getrennt und bei Bedarf separat entsorgt werden. Die Umhüllung stellt zudem wichtige funktionale Eigenschaften an der Oberfläche bereit.

**[0037]** Die Umhüllung kann beispielsweise aus Kunststoff, Papier, Pappe, BioKunststoff (z.B. PLA), Vliesstoff natürlichen oder künstlichen Ursprungs, Stärke (geschäumt und ungeschäumt), oder dergleichen hergestellt sein. Bei Umhüllungen aus Kunststoffolie hat sich eine Dicke von 10  $\mu\text{m}$  bis 500  $\mu\text{m}$  bewährt. Bei einer Umhüllung aus Papier, Pappe oder Cellulose ist eine Schichtdicke von 30  $\mu\text{m}$  bis 5 mm geeignet. Die Höhe der Schichtdicke richtet sich nach der erwarteten äußeren Belastung, da der Isolationskern von Innen keine Kräfte auf die Umhüllung ausübt. Für eine vollständige biologische Abbaubarkeit kann auch eine Umhüllung aus Stärke oder Stärkeschaum Anwendung finden.

**[0038]** Besonders vorteilhaft ist es, daß die Umhüllung dampfdurchlässig ausgeführt ist, um die Feuchtigkeit innerhalb der Verpackung zu regulieren. Dies kann durch geeignete Materialauswahl oder durch Perforation der Umhüllung erfolgen. Beim Einsatz von Isolierboxen aus EPS-Schaum steigt die Luftfeuchtigkeit im Inneren der Box auf über 80 %. Gerade feuchtigkeitsempfindliche Produkte können so geschädigt werden. Das Stroh und /oder Heu des Isolationskernes ist hingegen in der Lage, bei einem Anstieg der Luftfeuchtigkeit von 50 % auf 80 %, Wasser aus der Luft in Höhe von 10 % des Eigengewichtes zu binden und damit die Luftfeuchtigkeit entsprechend zu puffern. Bei einem Isolationskern von 1 kg Masse entspricht dies einem Aufnahmevermögen von 100 ml Wasser.

**[0039]** Die Umhüllung kann auch aus lebensmittelechtem Material gefertigt sein, womit die Umhüllung für direkten Kontakt mit Lebensmitteln verwendet werden kann.

**[0040]** Wird die Umhüllung transparent gewählt, so wird der Isolationskern aus Stroh oder Heu sichtbar. Dies kann vor allem im Lebensmittelbereich als optischer Vorteil wahrgenommen werden.

**[0041]** Die Umhüllung kann bei entsprechenden Anforderungen auch geruchshemmend oder antibakteriell ausgeführt sein.

**[0042]** Zur weiteren Erhöhung des Isolationsgrades ist es vorteilhaft, die Umhüllung teilweise oder vollständig aus Materialien mit geringem Emmissionsgrad, vorzugsweise Aluminium, zu fertigen. Dadurch nimmt die Um-

hüllung weniger Wärme durch Wärmestrahlung auf und gibt gleichzeitig weniger Wärmestrahlung ab. Das Aluminium kann vollflächig oder partiell aufgedampft sein oder in Form von Folien oder Verbundfolien aufkaschiert werden. Die Aluminiumschichtdicke sollte für eine effektive Abschirmung mindestens 40 Nanometer betragen.

**[0043]** Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist die Nutzung aller verfügbaren Entsorgungsmöglichkeiten. Wird kein Bindemittel verwendet, oder ein biologisch abbaubares Bindemittel, so kann der Isolationskern über den hauseigenen Kompost oder über die regionale Biomülltonne entsorgt werden. Er kann auch im Garten oder als Einstreu verwendet werden. Ist die Umhüllung aus nicht biologisch abbaubarem Material gewählt, so lässt sich die Umhüllung leicht vom Isolationskern trennen und separat entsorgen. Aufgrund des hohen Heizwertes von Stroh mit 3,8 kWh/kg und der schadstofffreien, klimaneutralen Verbrennung ist aber auch eine energetische Verwertung sinnvoll. Die rechtlichen Rahmenbedingungen sind in der Abfallwirtschaft regional stark unterschiedlich. Dem Endverbraucher stehen somit sämtliche Entsorgungswege offen, aus denen er die für sich am komfortabelsten wählen kann. Eine umständliche Entsorgung über den Wertstoffhof kann vermieden werden. Aufgrund der Verwendung kostengünstiger Ausgangsstoffe und der einfachen Entsorgungsmöglichkeit ist die erfindungsgemäße Isolierverpackung ideal für den Einweggebrauch geeignet.

**[0044]** Im Folgenden werden fünf weitere Ausführungsbeispiele beschrieben.

**[0045]** In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Isolierverpackung aus einem einteiligen Isolierkern (1) mit einer Umhüllung (2) aus Cellophan besteht, welche einen quaderförmigen Hohlraum (3) zur Aufnahme von Transportgut bilden.

**[0046]** In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Isolierverpackung aus zwei hohlen Schalen besteht. Die Außenseite ist konvex geformt, die Innenseite (4) bildet einen konkaven Hohlraum. Die beiden Isolationskerne (1) sind von jeweils einer Umhüllung (2) aus undurchsichtigem Papier umschlossen.

**[0047]** In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem eine Isolierverpackung, bestehend aus zwei umhüllten Isolationskernen (1) mit innenliegender Hohlstruktur (6) verwendet wird, um einen empfindlichen Gegenstand (5) so zu lagern, dass er vor Erschütterungen geschützt ist. Die Isolationskerne besitzen eine Dichte von 130 kg/m<sup>3</sup>. Die Umhüllungen (2) bestehen aus 200  $\mu\text{m}$  starkem Kraftpapier.

**[0048]** In Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Isolierverpackung aus sechs plattenförmigen Isolationskernen (1) mit einer Dichte von 80 kg/m<sup>3</sup> besteht, welche einen quaderförmigen Hohlraum (7) bilden. Die Isolationskerne sind jeweils von einer lebensmittelechten Umhüllung (2) aus Kunststoff (PET/PE/PET) mit 15  $\mu\text{m}$  Stärke umschlossen. Die Umhüllungen weisen Perforationen (8) auf, sodass feuchte Luft aus dem Inneren der Box in die Isolationskerne über-

gehen kann. Die nach außen zeigenden Flächen der Isolierverpackung sind mit einer 50 Nanometer dicken Aluminiumschicht (9) bedampft, um Wärmestrahlung zu reflektieren. Die Isolationsverpackung wird für den Versand in einen handelsüblichen Karton (10) eingesetzt.

[0049] In Fig. 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Isolierverpackung eine elliptische, taschenartige Form besitzt, welche lediglich eine offene Seite (11) besitzt, in die die zu kühlenden Gegenstände eingebracht werden können. Die Umhüllung (2) besteht aus biologisch abbaubarem Kunststoff, vorzugsweise PLA, mit einer Stärke von 20 µm. Der Isolationskern (1) besitzt eine Dichte von 60 kg/m<sup>3</sup>. Eine selbstklebende Lasche (12) ermöglicht das Verschließen der Isolierverpackung.

#### Verfahrensbeschreibung

[0050] Die Herstellung der Isolierplatte gemäß dem beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt durch folgende Schritte:

1. Reinigen des Stroh und/oder Heus;
2. Chemische Behandlung des Stroh und/oder Heus;
3. Mechanische Behandlung des Stroh und/oder Heus;
4. Mischen unterschiedlicher Stroh- und/oder Heuchargen;
5. Entkeimen des Stroh und/oder Heus;
6. Dosieren des Stroh und/oder Heus;
7. Plastifizieren des Stroh und/oder Heus;
8. Formgebung des Stroh und/oder Heus;
9. Abkühlen des Stroh und/oder Heus unter Beibehaltung der Formgebung;
10. Trocknen des Stroh und/oder Heus;
11. Produktspezifische mechanische Weiterverarbeitung;
12. Versehen des Stroh und/oder Heus mit einer Umhüllung.

[0051] Im Folgenden werden die einzelnen Schritte erläutert und dabei auch mögliche Modifikationen beschrieben. Weitergehende Modifikationen sind möglich, bei denen die Reihenfolge der Schritte abgeändert wird, wobei unter bestimmten Umständen auf einzelne Schritte sogar verzichtet werden kann.

#### Schritt 1:

[0052] Das verwendete Stroh liegt üblicherweise in Form von gepressten Quaderballen oder Rundballen vor. Vorteilhaft wird ungeschnittenes Stroh und/oder Heu als Ausgangsrohstoff bezogen, um die Struktureigenschaften des Stroh und/oder Heus den Erfordernissen anpassen zu können. Die Halmlänge beträgt dabei je nach Sorte zwischen 20 cm und 100 cm. Vorteilhaft ist ein Verhältnis von Länge/Durchmesser kleiner als 300/1

und größer als 5/1. Die Dicke der Halme kann zwischen 0,1 mm und 15 mm liegen. Besonders vorteilhaft sind Halme mit einer Dicke von 0,1 mm bis 5 mm. Durch die mechanische, landwirtschaftliche Verarbeitung liegen aber auch kürzere Bruchstücke bis hin zu Staub in den Ballen vor.

[0053] Die Stroh- und/oder Heuballen werden mechanisch aufgelockert und einer mechanischen Reinigung zugeführt. Die mechanische Reinigung erfolgt beispielsweise durch einen Abscheider, der als Zentrifugalabscheider, Schwerkraftabscheider, Magnetabscheider, Sieb, Zick-Zack-Sichter, Filter oder einer Kombination dieser ausgeführt ist. Die mechanische Reinigung kann sowohl trocken als auch nass erfolgen. Die mechanische Reinigung soll unter anderem Staub, Steine, Klumpen und andere unerwünschte Komponenten entfernen.

#### Schritt 2:

[0054] Eine chemische Behandlung kann zum Zweck einer weitergehenden Reinigung sowie einem Einbringen von Pestiziden, Fungiziden, Konservierungsmitteln, Desinfektionsmitteln oder weiteren Hilfsstoffen durchgeführt werden. Als chemische Bearbeitung können beispielsweise Entfetten, Aufschließen, Lösen, Adsorbieren, Absorbieren, Trocknen, Ätzen, Bleichen, oder Beschichten genannt werden. Weitere Hilfsstoffe können beispielsweise Leime, Harze, Paraffine, Wachse, Füllstoffe, Farbstoffe, Fasern oder andere Bindemittel sein. Auch mechanische Verbindungselemente wie Partikel, Fasern, Netze etc. können eingebracht werden.

[0055] Vorteilhaft ist beispielsweise die Einbringung von elektrochemisch aktiviertem Wasser (ECA) in einer Konzentration von 0,1 bis 20% in wässriger Lösung. Besonders vorteilhaft ist eine Konzentration von 0,1% bis 2 % ECA gelöst in Wasser. Vorteilhaft ist es, die so hergestellte Lösung mit 0,1% - 20% bezogen auf das Stroh und/oder Heugewicht zu dosieren. Besonders vorteilhaft ist eine Dosierung der Lösung von 0,5% - 12% ECA bezogen auf das Stroh und/oder Heugewicht. Durch das ECA findet eine Vorentkeimung des Stroh und/oder Heus statt. Zudem werden alle Teile der Produktionsanlage, welche mit dem behandelten Stroh und/oder Heu in Kontakt kommen, desinfiziert. Die Gefahr einer Querkontamination kann verringert, die Reinigungsintervalle der Anlage können verlängert werden. In einem Ausführungsbeispiel wird eine wässrige ECA Lösung mit einer Konzentration von 5% erzeugt. Mit Hilfe eines Zerstäubers wird die ECA Lösung kontinuierlich in einen Massstrom von Heu und/oder Stroh eingenebelt, so dass das Verhältnis der Masseströme von ECA-Lösung und Heu und/oder Stroh 3/100 besträgt. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein handelsüblicher antibakterieller und pilzhemmender Wirkstoff in das Stroh oder Heu eingesprüht, der die Haltbarkeit des Isolationskernes bei ungünstigen Lagerbedingungen erhöht.

[0056] Vorteilhaft kann auch die chemische Entfernung der Wachsschicht auf dem Stroh und/oder Heu zur

Verbesserung der Adsorption von Wasser sein. Gemeinsam mit der wasserdampfdurchlässigen Umhüllung kann die feuchtigkeitsregulierende Wirkung der erfindungsgemäßen Isolierverpackung gesteigert werden.

**[0057]** Durch eine Behandlung des Stroh und/oder Heus mit einer Substanz zur Reduktion des pH-Wertes einer wässrigen Lösung kann eine natürliche antibakterielle Wirkung erzeugt werden, für den Fall, dass das Stroh und/oder Heu im späteren Gebrauch feucht wird. Zudem kann die Wirksamkeit einer späteren Entkeimung erhöht werden. Vorteilhaft ist eine Senkung des pH-Wertes im feuchten Zustand (bei 20% Feuchtegrad) auf einen Wert von 5,5 oder niedriger, wodurch zahlreiche Bakterien am Wachstum gehindert werden. Vorteilhaft ist beispielsweise eine Anreicherung des Stroh und/oder Heus mit 0,5% - 3% Milchsäure bezogen auf das Rohmassegewicht des Stroh und/oder Heus.

**[0058]** Durch Bleichen kann beispielsweise das optische Erscheinungsbild verbessert werden indem das Stroh und/oder Heu aufgehellt und von farblichen Verunreinigungen durch Schwärzepilze befreit wird.

**[0059]** Durch Aufbringen von Geruchshemmern wie beispielsweise Natron kann der Eigengeruch des Stroh und/oder Heus eliminiert werden. Durch Einbringen von Duftstoffen oder duftende Pflanzenteile kann die Verpackung auch duftend ausgeführt werden. Beispielsweise können dem Heu und/oder Stroh Bestandteile von Minze, Lavendel oder Rosen beigefügt werden. Dies kann auch aus rein optischen Gründen erfolgen.

**[0060]** Die chemische Behandlung kann zu einem beliebigen Zeitpunkt im Prozess erfolgen, je nach Erfordernis und Behandlungsmethode.

#### Schritt 3 und 4:

**[0061]** Stroh und Heu sind Naturprodukte, welche gewissen Schwankungen in Art, Qualität und Eigenschaften unterworfen sein können. Dies hängt ab von den klimatischen Bedingungen beim Wachstum und bei der Ernte, den Böden, der Art der eingesetzten Maschinen, den verwendeten Pflanzensorten und den Lagerbedingungen. Um dennoch einen Isolationskern gleichbleibender Qualität und Eigenschaften produzieren zu können, oder um eine Verbesserung bestehender Eigenschaften zu bewirken, kann es erforderlich sein, das Stroh oder Heu mechanisch, chemisch oder biologisch zu bearbeiten oder zu behandeln.

**[0062]** Zudem kann es sinnvoll sein, verschiedene Stroh- und/oder Heusorten, welche unter Umständen auch unterschiedliche Bearbeitung erfahren haben, zu mischen.

**[0063]** Als mechanische Bearbeitung können beispielsweise Längsschneiden, Querschneiden, Quetschen, Stauchen, Schleifen oder Reiben eingesetzt werden.

**[0064]** Die mechanische Bearbeitung hat wesentlichen Einfluss auf, unter anderem, folgende Parameter:

- Dichte
- Isolationsleistung
- Wasseradsorption
- Formfülleigenschaften
- 5 - Fließverhalten
- Elastizitätsmodul für Zug- und Biegesteifigkeit
- Zugfestigkeit
- Reibungskoeffizient

10 **[0065]** In einem Ausführungsbeispiel wird ungeschnittenes Gerstenstroh mit einer Halmlänge von 50 cm mit einem Messerschneidwerk für eine erste Charge auf 25 cm Länge und für eine zweite Charge auf 5 cm durch Querschneiden gekürzt. Beide Chargen werden im Gewichtsverhältnis von 50/50 gemischt und in einen Silo zur Weiterverarbeitung geblasen. Wird im Produktionsprozess festgestellt, dass der Isolationskern eine zu geringe mechanische Zugfestigkeit aufweist, so kann der Gewichtsanteil der 25 cm langen Halme auf beispielsweise 65% erhöht werden. Die langen Halme bewirken einen stärkeren Zusammenhalt des Isolationskerns. Gleichzeitig erhöht sich allerdings die Gefahr für Fehlstellen im Isolationskern, da die recht steifen Gerstenstrohhalm gerade im Bereich von abgknickten Halmen benachbarte Halme verdrängen. Fehlstellen im Isolationskern sind Bereiche, in denen in einem Radius von 2,5 mm kein Stroh- und/oder Heu vorliegt. In Fehlstellen kann ein Wärmetransport durch Konvektion stattfinden, der die Isolierwirkung des Isolationskerns beeinträchtigt.

20 Die Gefahr von Fehlstellen erhöht sich mit sinkender Dichte der Isolationskerne. Dichten von 40 kg/m<sup>3</sup> bis 65 kg/m<sup>3</sup> sind besonders anfällig für Fehlstellen. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ungeschnittenes Gerstenstroh mit einer Halmlänge von 45 cm mit einem

25 Messerschneidwerk auf 15 cm Länge durch Querschneiden gekürzt und weiches ungeschnittenes Haferstroh mit 40 cm Länge im Gewichtsverhältnis 30/70 beigemischt. Das weiche Haferstroh passt sich der äußeren Formgebung im späteren Pressprozess optimal an und sorgt durch die große Halmlänge für eine gute Zugfestigkeit,

30 während das steifere Gerstenstroh die Biegesteifigkeit des Isolationskerns erhöht. Werden größere Isolationskerne produziert, so kann eine Erhöhung der Biegesteifigkeit der Isolationskerne durch Erhöhung des Anteils an Gerstenstroh auf ein Gewichtsverhältnis von 50/50 realisiert werden.

35 **[0066]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ungeschnittenes Weizenstroh mit einer Halmlänge von 60 cm einer Spleissvorrichtung zugeführt. Diese zerteilt die Strohhalme in Längsrichtung. Anschließend findet eine Kürzung in einem Messerwerk auf 15 cm Halmlänge statt. Das sehr biegestarre Stroh wird dadurch biegeweicher und kann in Mischung oder in Reinform weiterverarbeitet werden. Auch andere, sehr biegesteife Stroh- und/oder Heuarten können so in Ihrer spezifischen Biegesteifigkeit den Erfordernissen angepasst werden.

40 **[0067]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird geschnittenes Gerstenstroh mit einer Halmlänge von 30 cm

durch ein profiliertes Walzenpaar in variablem Abstand kontinuierlich gequetscht. An den Quetschstellen wird die Biegefestigkeit der Halme lokal stark reduziert, ohne die Zugfestigkeit des daraus erzeugten Isolationskernes zu beeinträchtigen.

#### Schritt 5:

**[0068]** Zur Dosierung des Stroh und/oder Heus kann eine Volumenmessung oder Gewichtsmessung Verwendung finden. Da das Volumen der Stroh und/oder Heus stark von der Sorte und mechanischer Verarbeitung abhängt, ist eine Gewichtsmessung zu bevorzugen. Eine Volumenmessung ist vorteilhaft, wenn das Stroh und/oder Heu auf ein kontinuierliches Förderband ausgetragen werden soll, da diese mit geringerem Aufwand umgesetzt werden kann. Bei der Volumenmessung ist es vorteilhaft, wenn der produzierte Isolationskern gewogen wird und auf das Sollvolumen Einfluss hat. Die Dosierung kann zu einem beliebigen Zeitpunkt vor der Formgebung stattfinden. Vorteilhaft ist es, die Dosierung frühestens nach der mechanischen Reinigung durchzuführen, da hierbei noch erhebliche Mengen an Stroh und/oder Heu ausgesondert werden.

#### Schritt 6:

**[0069]** Als natürlicher Rohstoff ist Stroh stark mit Mikroorganismen besiedelt. Üblicherweise beträgt die Gesamtzahl von Stroh und Heu im Lieferzustand  $5 \cdot 10^6$  Keimbildende Einheiten je Gramm (KBE/g), vorwiegend Bakterien und Pilze. Für die Eignung als Verpackungsmaterial sollte die Keimzahl um mehrere Größenordnungen verringert werden, pathogene Keime sollten nicht nachweisbar sein. Für die Entkeimung des Stroh oder Heus sind prinzipiell alle gängigen Verfahren geeignet. So ist eine Bestrahlung, Begasung, Verwendung von flüssigen Desinfektionsmitteln oder eine Wärmebehandlung möglich. Besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung von feuchter Hitze erwiesen. Das Stroh und/oder Heu wird mit überhitztem Dampf, Sattdampf oder Nassdampf unter Umgebungsdruck oder erhöhtem Druck behandelt. Vorteilhaft haben sich Dampftemperaturen von  $90^\circ\text{C}$  bis  $150^\circ\text{C}$  unter Sattdampfbedingungen bzw. Nassdampfbedingungen erwiesen. Besonders vorteilhaft sind Temperaturen von  $95^\circ\text{C}$  bis  $130^\circ\text{C}$  unter Sattdampfbedingungen bzw. Nassdampfbedingungen. Die Dauer der Behandlung richtet sich nach der gewünschten Reduktion der Keimzahl und ist stark abhängig von der gewählten Dampftemperatur. Bei Sattdampf von  $100^\circ\text{C}$  hat sich eine Behandlungszeit von 3 Minuten als besonders geeignet gezeigt. Bei erhöhtem Druck von 3 bar und  $130^\circ\text{C}$  Dampftemperatur genügen hingegen wenige Sekunden für eine ausreichende Entkeimung.

#### Schritt 7:

**[0070]** Stroh und Heu bestehen vorwiegend aus Cel-

lulose, Lignin und Hemicellulose. Die einzelnen Pflanzenbestandteile wie Zellwand oder Mittellamelle bestehen vorwiegend aus diesen Baustoffen in unterschiedlicher struktureller Zusammensetzung. Die Lignocellulose, welche die Zellwand verholzter Pflanzen bildet, ist ein Strukturverbund, bei dem die Cellulose und die Hemicellulose ein Gerüst bilden, in das Lignin eingelagert ist. Während die Cellulose und die Hemicellulose die Zugkräfte aufnehmen, stabilisiert das Lignin gegenüber Druckbeanspruchung. Der Verbund ist also mit einer Stahlbeton-Konstruktion vergleichbar.

**[0071]** Es ist allgemein bekannt, dass Lignin durch Wärme plastifiziert werden kann. Mit einer Erhöhung der Feuchtigkeit sinkt die Glasübergangstemperatur von Lignin. Durch Abkühlen unterhalb der Glasübergangstemperatur verhärtet das Lignin wieder. Der Vorgang ist weitgehend reversibel. Im trockensten Zustand (8% Feuchtegrad) liegt die Glasübergangstemperatur bei  $130^\circ\text{C} - 180^\circ\text{C}$ ; im feuchten Zustand bei etwa  $80^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C}$ .

**[0072]** Die Glasübergangstemperatur von Hemicellulose und Cellulose ist ebenfalls stark feuchtigkeitsabhängig. Im feuchten Zustand sinkt die Glasübergangstemperatur sogar bis auf Raumtemperatur ab.

**[0073]** Das Stroh und/oder Heu wird durch die Einwirkung von feuchter oder trockener Hitze plastifiziert. Die Biopolymere Lignin, Cellulose und Hemicellulose werden dazu über deren Glasübergangstemperatur erhitzt. Besonders Vorteilhaft ist die Einwirkung von feuchter Hitze, da die Glasübergangstemperatur von Lignin gesenkt werden kann. Das Stroh und/oder Heu wird dabei auf mindestens  $80^\circ\text{C}$  erhitzt. Ein Feuchtegehalt von 5% - 25% ist anzustreben, je nach Stroh- oder Heusorte. Für Gerstenstroh liegt der optimale Feuchtegehalt bei 8% - 20%.

**[0074]** Feuchtigkeit kann vor der Erhitzung in das Stroh und/oder Heu eingebracht werden oder zeitgleich mit der Erhitzung eingebracht werden. Es bestehen also die beiden Alternativen feuchtes Stroh und/oder Heu zu verwenden oder trockenes Stroh und/oder Heu.

**[0075]** Wenn trockenes Heu und/oder Stroh mit feuchter Hitze plastifiziert werden soll, ist das Bedampfen mit Wasserdampf (Sattdampf oder Nassdampf) besonders vorteilhaft. Der heiße Dampf bewirkt zum einen eine Temperaturerhöhung des Stroh und/oder Heus und zum anderen eine Befeuchtung durch Adsorption. Wasserdampf besitzt eine wesentlich höhere innere Energie (Enthalpie) als Luft gleicher Temperatur. Die Erhitzung ist dadurch besonders effektiv. Zugleich wird die Wärmeleitfähigkeit durch die eingebrachte Feuchtigkeit drastisch erhöht, sodass eine besonders schnelle Erhitzung ermöglicht wird. Die Temperatur des Wasserdampfes sollte im Bereich von  $90^\circ\text{C}$  bis  $150^\circ\text{C}$  liegen. Für Dampftemperaturen über  $100^\circ\text{C}$  ist die Bedampfung unter Druck vorzunehmen, um die Sattdampfbedingungen bzw. Nassdampfbedingungen einzuhalten. Für eine Dampftemperatur von  $130^\circ\text{C}$  ist beispielsweise ein Druck von 3 Bar erforderlich. Ein erhöhter Druck beschleunigt die Adsorption des Wassers in das Stroh und/oder Heu

erheblich. Die Prozesszeit kann mit höherem Druck damit deutlich verringert werden.

**[0076]** Beispielhaft ergibt sich zum Plastifizieren von 0,25 kg Gerstenstroh bei 98 °C, sowie Umgebungsdruck und einer Heizleistung zur Dampferzeugung von 8 KW eine Prozesszeit von 5 Sekunden. Das Gerstenstroh nimmt dabei etwa 18 Gramm Wasser auf. Der Feuchtegehalt steigt von 8% auf 14,7 %. Wenn feuchtes Stroh und/oder Heu mit feuchter Hitze plastifiziert werden soll kann ebenfalls Wasserdampf (Nassdampf oder Satt-dampf) im Temperaturbereich von 90°C bis 150°C zum Erhitzen verwendet werden. Es ist allerdings besonders vorteilhaft für diesen Fall das im Stroh und/oder Heu bereits enthaltene Wasser lediglich aufzuheizen, ohne den Feuchtegehalt des Strohs und/oder Heus weiter zu erhöhen. Prinzipiell geeignet ist eine Erwärmung mit durchströmender Heißluft, mit Mikrowellenstrahlung, durch Kontakterwärmung, durch überhitzten Wasserdampf oder eine Kombination von diesen. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von überhitztem Wasserdampf, da dieser eine sehr hohe innere Energie und eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt, und damit die Prozesszeit sehr kurz ausgeführt werden kann und zudem eine gleichmäßige Erhitzung erlaubt. Eine Temperatur des überhitzten Dampfes von 101°C bis 150°C bei Umgebungsdruck eignet sich dafür. Besonders vorteilhaft ist überhitzter Dampf mit einer Temperatur von 102°C bis 130°C.

**[0077]** Die Erhitzung des feuchten Strohs und/oder Heus kann auch mit einer gleichzeitigen Trocknung einhergehen, wenn aus dem Stroh und/oder Heu Wasserdampf abtransportiert wird. Die Formgebung des Strohs und/oder Heus sollte allerdings dann bereits vor dem Plastifizieren stattfinden. Die Feuchtigkeit im Stroh und/oder Heu verhindert bei geringer Kompression ein Brechen der Stroh- und/oder Heuhalme.

#### Schritt 8:

**[0078]** Nach der Plastifizierung durch Schritt 7 findet die Formgebung des Strohs und/oder Heus statt.

**[0079]** Feuchtes oder trockenes Stroh und/oder Heu besitzen bei Raumtemperatur eine sehr gute Rückfederung und lassen sich ohne Einsatz von Bindemitteln nicht formen. Erst durch sehr hohe Drücke mit einhergehenden hohen Temperaturen lässt sich Stroh und/oder Heu zu festen Presskörpern formen. Die sehr gute Isolierwirkung von Stroh und Heu geht bei einer solchen Verarbeitung weitgehend verloren.

**[0080]** Im Gegensatz dazu ist nach dem Plastifizieren des Strohs und/oder Heus, beschrieben in Schritt 7 dieser Erfindung, die Rückfederung fast vollständig aufgehoben, sodass bereits geringe Kraftereinwirkung von 0,1 - 10 N/cm<sup>2</sup> auf das Stroh und/oder Heu für eine Formgebung genügen. Besonders vorteilhaft ist eine Kraftereinwirkung von 0,1 N/cm<sup>2</sup> bis 2 N/cm<sup>2</sup>. Die Formgebung kann, je nach Prozessausgestaltung, vor oder nach dem Plastifizieren des Strohs und/oder Heus stattfinden.

**[0081]** Die Formgebung unterteilt sich in die innere und

äußere Formgebung: Unter äußerer Formgebung wird hier die vorübergehende oder dauerhafte Fixierung des Strohs und/oder Heus in eine zumindest teilweise deterministisch definierte Gestalt verstanden. Sie bestimmt zumindest in Teilflächen die äußere Kontur des Strohs und/oder Heus nach der Formgebung. Die äußere Formgebung erfolgt erfindungsgemäß durch zumindest teilweise Abformen geometrisch definierter Gegenstände, durch subtraktive oder additive Formgebungsverfahren wie Schneiden, Stanzen etc. oder durch das Einwirken von Fluiden oder Gasen.

**[0082]** Die innere Formgebung wird hier als vorübergehende oder dauerhafte Fixierung des Strohs und/oder Heus in stochastisch definierte Gestalt verstanden, wobei die Beeinflussung physikalischer Eigenschaften des Verbundes aus Stroh und/oder Heu im Vordergrund steht. Sie bestimmt beispielsweise die stochastische Verteilung des Strohs und/oder Heus innerhalb der äußeren Gestalt oder die Art, Häufigkeit und Qualität von Form- und Reibschluss zwischen den Heu- und/oder Strohteilen. Die innere Formgebung kann beeinflusst werden durch die Art der äußeren Formgebung, durch Einwirken von Fluiden, von Gasen sowie durch geometrisch definierte oder geometrisch undefinierte Gegenstände.

**[0083]** Beispielsweise kann die äußere Formgebung das Stroh und/oder Heu zu Platten, Ronden, Freiformkörpern jeweils mit oder ohne Aussparungen formen. Die innere Formgebung kann das Stroh und/oder Heu beispielsweise gleichmäßig verteilen, lokal häufen, die Stroh- und/oder Heuhalme verhaken, schichten oder anordnen.

**[0084]** In einem Ausführungsbeispiel wird Gerstenstroh von 25 cm Länge pneumatisch in eine rechteckige Kammer mit den Maßen 30x30x30 cm<sup>3</sup> geblasen. Das Gerstenstroh wird dabei so verteilt, dass das Flächen-gewicht im Randbereich 2,4 kg/m<sup>2</sup> beträgt und zur Mitte hin auf 1,2 kg/m<sup>2</sup> abnimmt. Die Höhe des Strohs in der Kammer liegt dabei im Randbereich bei 12 cm und sinkt zur Mitte hin auf 6 cm ab. Des Weiteren werden die Halme in einer Vorzugsorientierung parallel zum Kammerboden ausgerichtet. Dennoch sind die Halme des Strohs und/oder Heus dreidimensional untereinander verhakt. Das Volumen der Kammer wird durch einen rechteckigen Stößel auf 30x30x2 cm<sup>3</sup> reduziert. Die Dichte des Strohs und/oder Heus im Randbereich der Kammer erhöht sich auf 120 kg/m<sup>3</sup>, in der Mitte auf 60 kg/m<sup>3</sup>. Es bilden sich durch die gleichmäßige Verteilung keine Hohlräume größer als 0,5x0,5x0,5 cm<sup>3</sup>. Der Isolationskern ist nun in seiner inneren und äußeren Formgebung definiert, ist aber aufgrund der anhaltenden Plastifizierung des Strohs und/oder Heus noch nicht mechanisch stabil.

#### Schritt 9 und 10:

**[0085]** Nach der Formgebung muss die definierte innere Form stabilisiert werden. Dazu genügt die Unterschreitung der Glasübergangstemperatur des enthalte-

nen Lignins im verwendeten Stroh und/oder Heu. Die Cellulose und die Hemicellulose müssen für eine zur Weiterverarbeitung ausreichende Stabilisierung nicht zwingend unterhalb ihrer Glasübergangstemperatur gebracht werden. Dies erlaubt beispielsweise eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung, bei der der entstandene Isolationskern noch feucht aber formbeständig ausgeprägt ist, und in einem separaten zweiten Schritt getrocknet werden kann.

**[0086]** Die Glasübergangstemperatur des Lignins kann durch Kühlen oder durch Trocknen oder durch eine Kombination von Kühlen und Trocknen unterschritten werden. Mit der inneren Form wird automatisch auch die äußere Form stabilisiert.

**[0087]** Beispielsweise kann eine Kühlung durch gängige Verfahren unter Verwendung von kalten Gasen wie Luft oder Stickstoff erfolgen, durch Verdunstungskühlung oder durch Kontaktkühlung mit kalten Feststoffen. Das Trocknen kann durch alle gängigen Verfahren wie beispielsweise Heißlufttrocknen, Vakuumtrocknen, Heißdampftrocknen (mit überhitzter Dampf), Mikrowellentrocknen oder einer Kombination dieser Verfahren durchgeführt werden.

**[0088]** Als vorteilhaft hat sich die Trocknung mit überhitztem Dampf mit 101°C bis 150°C bei einem Druck von 0 - 5 bar über Umgebungsdruck erwiesen, da der Wärmeübergang besonders effektiv ist und die Prozesszeit damit reduziert werden kann. Zur Effizienzsteigerung besteht die Möglichkeit, den Wasserdampf nach der Durchleitung durch das Stroh und/oder Heu in einem Kreislaufsystem wieder zurückzuführen, zu überhitzen und erneut durch das Stroh zu blasen.

**[0089]** Besonders Vorteilhaft hat sich die Trocknung mit überhitztem Dampf mit 102°C - 120°C bei einem Druck von 0 - 1 bar über Umgebungsdruck erwiesen.

**[0090]** Vorteilhaft ist des Weiteren eine Luftbeimischung von 1% - 50% zum überhitzten Dampf, da dabei die Trocknung nochmals beschleunigt wird. Besonders Vorteilhaft hat sich eine Luftbeimischung von 1% - 20% erwiesen.

**[0091]** Der Isolationskern erhält seine Formbeständigkeit in ausreichendem Maße durch Formschluss und/oder Kraftschluss zwischen den Stroh- und/oder Heualmen. Stoffschlüssige Verbindungen durch Bindemittel oder weitere form- und/oder kraftschlüssige Verbindungen durch zusätzliche mechanische Verbindungselemente sind für die Formbeständigkeit des Isolationskernes nicht erforderlich. Eine Beimischung von Bindemitteln kann aber aus anderen Gründen vorteilhaft sein, beispielsweise zur Hydrophobierung des Isolationskernes. In einem Ausführungsbeispiel wird entsprechend Schritt 7 Stroh und/oder Heu unter feuchter Hitze mit Sattdampf plastifiziert und dabei auf einen Feuchtegrad von 20% und eine Temperatur von 95°C gebracht. Unter Beibehaltung der Formgebung wird Umgebungsluft mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s durch das feuchte und heiße Stroh und/oder Heu geblasen bis die Temperatur 50°C beträgt. Der entstandene Isolati-

onskern hat nach der Abkühlung einen Restfeuchtegrad von 15% und ist formbeständig.

**[0092]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird entsprechend Schritt 7 Stroh und/oder Heu unter feuchter Hitze mit Sattdampf plastifiziert und dabei auf einen Feuchtegrad von 20% und eine Temperatur von 95°C gebracht. Anschließend wird überhitzter Dampf (120°C, Umgebungsdruck) mit Beimischung von 20% Luft und einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s durch das feuchte und heiße Stroh und/oder Heu geblasen, bis der Feuchtegrad des Strohs 8% beträgt. Der entstandene Isolationskern hat eine Temperatur von 97°C und ist formbeständig.

15 Schritt 11:

**[0093]** Der durch die Verfahrensschritte 1 - 10 hergestellte Isolationskern kann durch weitere mechanische Verfahren weiterverarbeitet werden. Beispielsweise ist ein Zerschneiden, Stanzen, Biegen, Pressen, Stapeln oder Fügen möglich oder es kann ein neuer Isolationskern durch Kombinieren mehrerer Isolationskerne hergestellt werden.

25 Schritt 12:

**[0094]** Einer oder mehrere von den nach Verfahrensschritten 1 - 11 entstandenen Isolationskernen werden im letzten Schritt mit einer oder mehreren allseitigen Umhüllung versehen. Besonders vorteilhaft ist es nur den Formschluss der Umhüllung zu verwenden, um diese mit dem Isolationskern zu verbinden und auf mechanische Verbindungselemente wie Versteppung, Vernietung sowie auf Bindemittel zur Verbindung der Umhüllung mit dem Isolationskern zu verzichten. Dadurch lässt sich die Umhüllung vom Isolationskern bei Bedarf trennen und einfach entsorgen. Der Einsatz von mechanischen Verbindungselementen und/oder von Bindemitteln zur Fixierung der Umhüllung mit dem Isolationskern kann sinnvoll sein beispielsweise aus optischen Gründen oder zur gezielten Beeinflussung mechanischer Eigenschaften.

Die Umhüllung kann beispielsweise aus Kunststoff, Papier, Pappe, BioKunststoff (z. B. PLA), Vliesstoff natürlichen oder künstlichen Ursprungs, Stärke (geschäumt und ungeschäumt) oder dergleichen hergestellt werden. Die Umhüllung kann beim Aufbringen auf den Isolationskern in einem festen, flüssigen oder pastösen Zustand sein. Durch Behandlungsmethoden wie beispielsweise Trocknen, Vulkanisieren, Vernetzen, Kleben, Schweißen, Bördeln, Schrumpfen, Einwickeln oder dergleichen kann die Form der Umhüllung der äußeren Form des Isolationskernes angepasst werden. Besonders vorteilhaft ist eine allseitig enganliegende Umhüllung, da diese den Isolationskern besonders gut schützt und stabilisiert. Die Umhüllung kann zudem in verschiedener Weise bedruckt oder beschichtet, sowie aus Einzelnen zuvor genannten Komponenten zusammengesetzt sein.

**[0095]** In einem Ausführungsbeispiel wird der Isolati-

onskern zunächst in PLA-Folie eingeschweißt, und die PLA-Folie durch eine Wärmebehandlung einer Schrumpfung unterzogen, sodass die PLA-Folie sich an die äußere Form des Isolationskernes anpasst. Mehrere solcher Isolationskerne werden anschließend in einem Karton so angeordnet, dass sämtliche Innenseiten des Kartons vollständig und überlappend mit den Isolationskernen bedeckt sind.

**[0096]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Isolationskern in einen formgleichen Kreuzbodenbeutel aus Kraftpapier eingeschoben und der Kreuzbodenbeutel durch eine selbstklebende Lasche verschlossen.

Unter Umständen kann es von Vorteil sein das Stroh und/oder Heu zeitlich bereits vor oder während der Formgebung des Isolationskernes (Schritt 8) mit der Umhüllung zu versehen und die Formgebung gemeinsam mit der Umhüllung durchzuführen. Beispielsweise kann Stroh und/oder Heu in eine Umhüllung aus verstärktem Cellulosevlies eingeschweißt werden und im Anschluss dem Prozess der Plastifizierung (Schritt 7) und anschließender Formgebung (Schritt 8) unterzogen werden.

Das beschriebene Verfahren zur Herstellung einer Isolierverpackung kann sowohl kontinuierlich, diskontinuierlich oder in einer Mischform anlagentechnisch implementiert werden. Im Folgenden sind zwei Ausführungsbeispiele für eine Produktionsanlage gegeben:

#### Ausführungsbeispiel Verfahren - diskontinuierlich

**[0097]** Zunächst erfolgt das mechanische Auflockern von Stroh in einem Ballenöffner. Das Stroh wird in einem Querschneider auf 15 cm Länge abgeschnitten. Über eine Absaugvorrichtung findet dabei eine Entstaubung des Strohs statt. Über ein Fördergebläse wird das Stroh einem Schwerkraftabscheider zugeführt und weiter in ein Silo befördert. Das Stroh wird dort mit einer 1-prozentigen, wässrigen Lösung von ECA benetzt, wobei eine Dosierung der Lösung von 1% bezogen auf das Strohgewicht vorgenommen wird. Vom Silo wird Stroh solange auf eine Bandwaage mit Hilfe von Walzen ausgetragen, bis ein Sollgewicht der Portion von 260 Gramm erreicht ist. Die Portion Stroh wird über ein Fördergebläse in eine schalenförmige Form befördert und dort gleichmäßig verteilt, sodass 80% der Strohhalme weitgehend parallel zur Grundfläche der Form ausgerichtet sind. Das Stroh wird innerhalb der Form für 2 Minuten bei 98°C mit Satteldampf behandelt. Dabei wird das Stroh entkeimt und gleichzeitig plastifiziert. Das Stroh erfährt dabei eine Erhöhung des Feuchtegrades von 8% auf 17%. Anschließend wird das Stroh von einem schalenförmigen Stempel in seiner Dichte von 30 kg/m<sup>3</sup> auf 80 kg/m<sup>3</sup> komprimiert. Dazu wird ein geringer Pressdruck von 0,1 N/cm<sup>2</sup> aufgebracht. Anschließend wird das leicht komprimierte Stroh mit überhitztem Dampf von 120°C unter Umgebungsdruck durchströmt, bis sich ein Feuchtegrad von 8% im Stroh eingestellt hat. Dieser Vorgang dauert etwa 30 Sekunden. Anschließend wird der nun fertige Isolationskern entformt. In dem so erzeugten Zustand ist der Isolations-

kern begrenzt formbeständig. Es können auch scharfe Kanten, Radien und große Flächen präzise abgeformt werden. Der Isolationskern wird nach einer kurzen Abkühlung in eine 20µm dicke PLA-Folie eingeschweißt und die PLA-Folie durch Wärme einer Schrumpfung unterzogen. Die Schrumpffolie legt sich dabei formschlüssig um den Isolationskern. Die Isolierverpackung ist damit fertiggestellt.

#### 10 Ausführungsbeispiel Verfahren - kontinuierlich

**[0098]** Zunächst erfolgt das mechanische Auflockern von Stroh in einem Ballenöffner. Das Stroh wird in einem Querschneider auf 15 cm Länge abgeschnitten und in Silo 1 befördert. In einem zweiten Schritt erfolgt das Auflockern von Heu in einem Ballenöffner. Das Heu bleibt in der ursprünglichen Länge von etwa 30 cm und wird in Silo 2 befördert. Über eine Absaugvorrichtung findet an den Silos eine Entstaubung des Strohs und Heus statt. Das Stroh und Heu wird aus den Silos über Bandwaagen ausgetragen und in einem Verhältnis von 50% pneumatisch gemischt. Anschließend wird das Stroh/Heu-Gemisch mit einem Fördergebläse in einen dritten Silo zugeführt. Aus dem Silo wird das Stroh/Heu-Gemisch in einer gleichmäßigen Höhe von 25 cm auf ein kontinuierlich laufendes Förderband ausgetragen. Anschließend wird das Stroh/Heu-Gemisch in einem Dampftunnel für 3 Minuten mit Satteldampf (100°C, Umgebungsdruck) durchströmt und dabei entkeimt sowie plastifiziert. Im Stroh/Heu-Gemisch stellt sich ein Feuchtegehalt von 18% ein. Anschließend erfolgt eine Komprimierung des Stroh/Heu-Gemisches durch eine zulaufende Bandpresse, wobei die Bänder der Bandpresse mit einem dreidimensionalen Rautenprofil ausgestattet sind, sodass Bereiche mit höherer Dichte und Bereiche mit niedrigerer Dichte entstehen. Die Bänder der Bandpresse werden von kalter Luft aktiv durchströmt (20°C, Umgebungsdruck). Dabei kühlt das Stroh/Heu-Gemisch auf 45°C ab und härtet aus. Das so erzeugte Stroh/Heu-Gemisch ist begrenzt mechanisch stabil und besitzt einen Feuchtegehalt von 15%. Anschließend wird das Stroh/Heu-Gemisch einem Bandtrockner zugeführt, der den Feuchtegehalt von 15% auf 8% im Durchlauf reduziert. Dazu wird das Stroh/Heu-Gemisch mit Warmluft (75°C) durchströmt. Aus dem so erzeugten Isolationskern werden durch Längs- und Querschneiden Platten herausgeschnitten, welche in eine Umhüllung aus Kraftpapier formschlüssig eingesetzt werden.

#### **Patentansprüche**

1. Isolierverpackung zur Wärmeisolierung und/oder Schockabsorption bestehend aus einem oder mehreren Isolationskernen (1) aus gepresstem Stroh und/oder Heu und mindestens einer Umhüllung (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolationskern (1) ohne stoffschlüssige

- Verbindung zwischen den einzelnen Heu- und/oder Strohhalmen formstabil und formgebend ausgebildet ist,  
wobei die Halme des Heus und/oder Strohs eine Länge von 0,5 cm bis 50 cm aufweisen und als Mischung verschiedener Längen ohne Aufschluss der im Heu und/oder Stroh enthaltenen Fasern vorliegen,  
der Isolationskern (1) von einer dampfdurchlässigen Umhüllung (2) vollständig umgeben ist, welche lediglich durch Formschluss ohne zusätzliche Verbindungselemente mit dem Isolationskern (1) verbunden ist,  
und die Dichte der Isolierverpackung zwischen 40 kg/m<sup>3</sup> und 250 kg/m<sup>3</sup> beträgt.
2. Isolierverpackung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolationskern (1) eine Dicke von 1 cm bis 15 cm aufweist.
3. Isolierverpackung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stroh- und/oder Heuhalme des Isolierkerns zu mindestens 80 % senkrecht zum Wärmestrom der Isolierverpackung ausgerichtet sind.
4. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Isolierkerne (1) vorgesehen sind, die die Form zweier hohler Schalen aufweist, die Ausnehmungen zur Aufnahme eines Gegenstands (5) aufweisen können.
5. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei, bevorzugt sechs Isolierkerne (1) vorgesehen sind, die einen abgeschlossenen Hohlraum bilden und bevorzugt plattenförmig ausgebildet sind.
6. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolierkern (1) eine taschenartige Form aufweist und lediglich über eine offene Seite (11) verfügt.
7. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der Umhüllung (2) eine definierte Dampfdurchlässigkeit aufweist oder diese durch eine Perforation realisiert ist, wobei die Umhüllung (2) aus einer flexiblen Kunststoffolie oder einem Kunststoffvlies bestehen kann, bevorzugt aus einer Biokunststoffolie wie PLA oder Cellphan, welche eine Dicke von 10 µm bis 500 µm besitzt.
8. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umhüllung (2) aus einem Papier oder Pappe besteht, welches eine Dicke von 30 µm bis 5 mm aufweist oder die Umhüllung (2) aus Cellulose oder aus Stärke besteht, wobei die Umhüllung (2) teilweise oder vollständig eine Metallschicht, vorzugsweise aus Aluminium, aufweisen kann und/oder lebensmittelecht und/oder transparent ausgeführt sein kann.
9. Isolierverpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umhüllung (2) aus Cellulose oder aus Stärke besteht, und die Umhüllung (2) teilweise oder vollständig eine Metallschicht, vorzugsweise aus Aluminium, aufweisen kann und/oder die Umhüllung (2) lebensmittelecht und/oder transparent ausgeführt sein kann.
10. Verfahren zur Herstellung einer Isolierverpackung zur Wärmeisolierung und/oder Schockabsorption bestehend aus einem oder mehreren Isolationskernen (1) aus gepresstem Stroh und/oder Heu und mindestens einer Umhüllung (2), wobei die äußere Form des Isolationskerns (1) geometrisch definiert und formbeständig ist,  
die Formbeständigkeit des Isolationskerns maßgeblich durch eine innere Formgebung durch eine stochastische Verteilung und Gestalt der einzelnen Stroh- und /oder Heuhalme gegeben ist und die Fasern der Stroh und/oder Heustängel ungelöst in der natürlichen Struktur der Halme eingebettet bleiben,  
der Isolationskern (1) von einer Umhüllung (2) allseitig umgeben ist, welche maßgeblich durch Formschluss mit dem Isolationskern (1) verbunden ist,  
und die Dichte der Isolierverpackung zwischen 40 kg/m<sup>3</sup> und 250 kg/m<sup>3</sup> beträgt, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:  
- Stroh oder Heu oder eine Mischung von beiden wird plastifiziert,  
- das plastifizierte Stroh und/oder Heu wird einer Formgebung unterzogen,  
- unter Beibehaltung der Formgebung wird die Plastifizierung aufgehoben und das Stroh und/oder Heu ohne signifikanten Stoffschluss zwischen den einzelnen Stroh- und/oder Heuhalmen gehärtet,  
- das Stroh und/oder Heu wird allseitig mit einer Umhüllung versehen.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh und/oder Heu in ungeschnittener Form verarbeitet wird und/oder mechanisch gereinigt wird und das Stroh und/oder Heu mit Pestiziden, Fungiziden, Konservierungsmitteln, Desinfektionsmitteln oder Reinigungsmitteln behan-

delt werden kann und/oder mit einer wässrigen Lösung elektrochemisch aktiviertem Wasser (ECA) in einer Konzentration von 0,1% bis 20% behandelt werden kann, wobei die Lösung mit 0,1% - 20% bezogen auf das Stroh- und/oder Heugewicht dosiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh und/oder Heu vollständig oder teilweise entwachst wird und/oder der pH-Wert des Strohs und/oder Heus gesenkt wird und/oder das Stroh und/oder Heu gebleicht wird und/oder das Stroh und/oder Heu mit geruchshemmenden oder geruchsbildenden Stoffen behandelt wird und/oder Stroh und/oder Heu mechanisch bearbeitet wird und/oder die Gesamtkeimzahl von Stroh und/oder Heu reduziert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh und/oder Heu welches auf unterschiedliche Art und Weise chemisch und/oder mechanisch bearbeitet wurde, in Mischung verwendet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh und/oder Heu durch feuchte Hitze und/oder durch einen Trocknungsprozess plastifiziert wird, wobei bevorzugt eine Trocknung mit überhitztem Dampf als Trocknungsmedium erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh bei der Formgebung ungleichmäßig verdichtet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolationskern (1) im feuchten Zustand entformt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stroh und/oder Heu vor der Formgebung oder während der Formgebung, oder vor der Plastifizierung oder während der Plastifizierung mit einer Umhüllung versehen wird.

#### Claims

1. Insulating packaging for thermal insulation and/or shock absorption, composed of one or a plurality of insulation cores (1) of pressed straw and/or hay and at least one sheathing (2), **characterized in that** the insulation core (1), without any materially-integral connection between the individual blades of hay and/or straw, is configured so as to be dimensionally stable and shape-imparting;

wherein the blades of hay and/or straw have a length from 0.5 cm to 50 cm and are present as a mixture of dissimilar lengths, without the fibres contained in the hay and/or straw being solubilized;  
the insulation core (1) is surrounded completely by a vapour-permeable sheathing (2) which is connected to the insulation core (1) only by way of a form-fit without any additional connection elements;  
and the density of the insulating packaging is between 40 kg/m<sup>3</sup> and 250 kg/m<sup>3</sup>.

2. Insulating packaging according to Claim 1, **characterized in that** the insulation core (1) has a thickness from 1 cm to 15 cm.
3. Insulating packaging according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the blades of straw and/or hay of the insulation core to the extent of at least 80% are aligned so as to be perpendicular to the thermal flow of the insulating packaging.
4. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** at least two insulation cores (1) which have the shape of two hollow shells which can have clearances for receiving an object (5) are provided.
5. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** at least two, preferably six, insulation cores (1) which form a closed cavity and preferably are configured so as to be plate-shaped are provided.
6. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the insulation core (1) has a pocket-type shape and possesses only one open side (11) .
7. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the material of the sheathing (2) has a defined vapour permeability, or said vapour permeability is implemented by way of a perforation,  
wherein  
the sheathing (2) can be composed of a flexible plastics material film or a plastics material non-woven, preferably from a biological plastics material film such as PLA or cellophane, said biological plastics material film having a thickness from 10 μm to 500 μm.
8. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the sheathing (2) is composed of a paper or paperboard which has a thickness from 30 μm to 5 mm, or the sheathing (2) is composed of cellulose or of starch, wherein the sheathing (2), in part or in full, can have a metal layer, preferably from aluminium, and/or can be em-

bodied so as to be food safe and/or transparent.

9. Insulating packaging according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the sheathing (2) is composed of cellulose or of starch, and the sheathing (2), in part or in full, can have a metal layer, preferably from aluminium, and/or the sheathing (2) can be embodied so as to be food safe and/or transparent.

10. Method for producing an insulating packaging for thermal insulation and/or shock absorption, composed of one or a plurality of insulation cores (1) of pressed straw and/or hay and at least one sheathing (2), wherein the external shape of the insulation core (1) is geometrically defined and dimensionally stable;

the dimensional stability of the insulation core is significantly defined by an internal shaping with a stochastic distribution and form of the individual blades of straw and/or hay, and the fibres of the stems of straw and/or hay remain embedded so as to be undissolved in the natural structure of the blades; the insulation core (1) is on all sides surrounded by a sheathing (2) which is connected to the insulation core (1) significantly by a form-fit; and the density of the insulating packaging is between 40 kg/m<sup>3</sup> and 250 kg/m<sup>3</sup>; said method **characterized by** the following steps:

- plasticizing straw or hay or a mixture of both;
- subjecting the plasticized straw and/or hay to shaping;
- cancelling the plasticisation while maintaining the shaping, and hardening the straw and/or hay without any significant materially-integral connection between the individual blades of straw and/or hay;
- providing the straw and/or hay with a sheathing on all sides.

11. Method according to Claim 10, **characterized in that** the straw and/or hay are/is processed in uncut form and/or are/is mechanically cleaned, and the straw and/or hay can be treated with pesticides, fungicides, preservatives, disinfectants or cleaning agents, and/or can be treated using an aqueous solution of electrochemically activated water (ECA) in a concentration from 0.1% to 20%, wherein the solution is metered having 0.1% to 20% in relation to the weight of the straw and/or hay.

12. Method according to Claim 10 or 11, **characterized in that** the straw and/or hay, in full or in part, are/is de-waxed and/or the pH value of the straw and/or hay is reduced and/or the straw and/or hay are/is bleached and/or the straw and/or hay are/is treated with odour-blocking or odour-forming substances and/or the straw and/or hay are/is mechanically proc-

essed and/or the total bacteria count of the straw and/or hay is reduced.

13. Method according to Claims 10 to 12, **characterized in that** the straw and/or hay which have/has been chemically and/or mechanically processed in various ways are/is used in a mixture.

14. Method according to Claims 10 to 13, **characterized in that** the straw and/or hay are/is plasticized by humid heat and/or by a drying process, wherein drying is preferably performed using superheated steam as the drying medium.

15. Method according to Claims 10 to 14, **characterized in that** the straw when being shaped is compressed in a non-uniform manner.

16. Method according to Claims 10 to 15, **characterized in that** the insulation core (1) is demoulded in the humid state.

17. Method according to one of Claims 10 to 16, **characterized in that** the straw and/or hay prior to shaping or during shaping, or prior to plasticization or during plasticization, are/is provided with a sheathing.

#### Revendications

1. Emballage isolant destiné à l'isolation thermique et/ou à l'absorption de chocs, constitué par un ou plusieurs noyaux isolants (1) en paille et/ou foin compressé et au moins une enveloppe (2), **caractérisé en ce que** le noyau isolant (1) est configuré sous forme dimensionnellement stable et façonnée sans liaison par accouplement de matière entre les brins de foin et/ou de paille individuels, les brins du foin et/ou de la paille présentant une longueur de 0,5 cm à 50 cm et se présentant sous la forme d'un mélange de diverses longueurs sans décomposition des fibres contenues dans le foin et/ou dans la paille, le noyau isolant (1) est complètement entouré par une enveloppe perméable à la vapeur d'eau (2), qui est reliée au noyau isolant (1) uniquement par accouplement de forme, sans éléments de liaison supplémentaires, et la densité de l'emballage isolant est comprise entre 40 kg/m<sup>3</sup> et 250 kg/m<sup>3</sup>.
2. Emballage isolant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le noyau isolant (1) présente une épaisseur de 1 cm à 15 cm.
3. Emballage isolant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les brins de paille et/ou de foin

- du noyau isolant sont orientés à hauteur d'au moins 80 % perpendiculairement au courant de chaleur de l'emballage isolant.
4. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**au moins deux noyaux isolants (1) sont prévus, qui présentent la forme de deux coques creuses, qui peuvent comprendre des logements pour loger un objet (5).
5. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**au moins deux, de préférence six, noyaux isolants (1) sont prévus, qui forment une cavité fermée et sont de préférence configurés en forme de plaque.
6. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le noyau isolant (1) présente une forme de poche et dispose uniquement d'un côté ouvert (11).
7. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le matériau de l'enveloppe (2) présente une perméabilité à la vapeur d'eau définie ou celle-ci est réalisée par une perforation, l'enveloppe (2) pouvant être constituée par une feuille en matière plastique flexible ou un non-tissé en matière plastique, de préférence par une feuille en matière plastique biologique telle que du PLA ou de la cellophane, qui présente une épaisseur de 10  $\mu\text{m}$  à 500  $\mu\text{m}$ .
8. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (2) est constituée par un papier ou carton, qui présente une épaisseur de 30  $\mu\text{m}$  à 5 mm, ou l'enveloppe (2) est constituée par de la cellulose ou de l'amidon, l'enveloppe (2) pouvant comprendre en partie ou en totalité une couche métallique, de préférence en aluminium, et/ou pouvant être réalisée sous forme appropriée pour les denrées alimentaires et/ou transparente.
9. Emballage isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (2) est constituée par de la cellulose ou de l'amidon, et l'enveloppe (2) peut comprendre en partie ou en totalité une couche métallique, de préférence en aluminium, et/ou l'enveloppe (2) peut être réalisée sous forme appropriée pour les denrées alimentaires et/ou transparente.
10. Procédé de fabrication d'un emballage isolant destiné à l'isolation thermique et/ou à l'absorption de chocs, constitué par un ou plusieurs noyaux isolants (1) en paille et/ou foin compressé et au moins une enveloppe (2),
- la forme extérieure du noyau isolant (1) étant définie géométriquement et dimensionnellement stable, la stabilité dimensionnelle du noyau isolant découlant principalement d'un façonnage intérieur par une distribution et configuration stochastique des brins de paille et/ou de foin individuels, et les fibres de la paille et/ou les tiges du foin restant incorporés sous forme non déliée dans la structure naturelle des brins, le noyau isolant (1) étant entouré de tous les côtés par une enveloppe (2), qui est principalement reliée par accouplement de forme avec le noyau isolant (1), et la densité de l'emballage isolant étant comprise entre 40  $\text{kg/m}^3$  et 250  $\text{kg/m}^3$ , **caractérisé par** les étapes suivantes :
- de la paille ou du foin ou un mélange des deux est plastifié,
  - la paille et/ou le foin plastifiés sont soumis à un façonnage,
  - avec maintien du façonnage, la plastification est augmentée et la paille et/ou le foin sont durcis sans accouplement de matière significatif entre les brins de paille et/ou de foin individuels,
  - la paille et/ou le foin sont munis de tous les côtés d'une enveloppe.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la paille et/ou le foin sont usinés sous forme non coupée, et/ou nettoyés mécaniquement, et la paille et/ou le foin peuvent être traités avec des pesticides, des fongicides, des conservateurs, des désinfectants ou des détergents, et/ou peuvent être traités avec une solution aqueuse d'eau électrochimiquement activée (ECA) en une concentration de 0,1 % à 20 %, la solution étant dosée à hauteur de 0,1 % à 20 % par rapport au poids de la paille et/ou du foin.
12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** la paille et/ou le foin sont décirés en totalité ou en partie, et/ou le pH de la paille et/ou du foin est abaissé, et/ou la paille et/ou le foin sont blanchis, et/ou la paille et/ou le foin sont traités avec des matières anti-odeur ou odorantes, et/ou la paille et/ou le foin sont travaillés mécaniquement, et/ou le nombre total de germes de la paille et/ou du foin est réduit.
13. Procédé selon les revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** de la paille et/ou du foin qui ont été travaillés chimiquement et/ou mécaniquement de différentes manières sont utilisés en mélange.
14. Procédé selon les revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** la paille et/ou le foin sont plastifiés par de la chaleur humide et/ou par un processus de séchage, un séchage avec de la vapeur d'eau sur-

chauffée en tant que milieu de séchage ayant de préférence lieu.

15. Procédé selon les revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** la paille est compactée de manière non uniforme lors du façonnage. 5
16. Procédé selon les revendications 10 à 15, **caractérisé en ce que** le noyau isolant (1) est déformé à l'état humide. 10
17. Procédé selon les revendications 10 à 16, **caractérisé en ce que** la paille et/ou le foin sont munis d'une enveloppe avant le façonnage ou pendant le façonnage, ou avant la plastification ou pendant la plastification. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

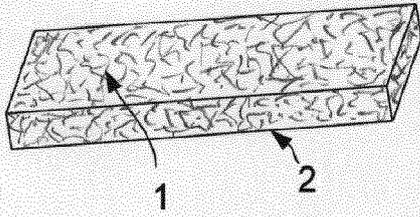


Fig. 1

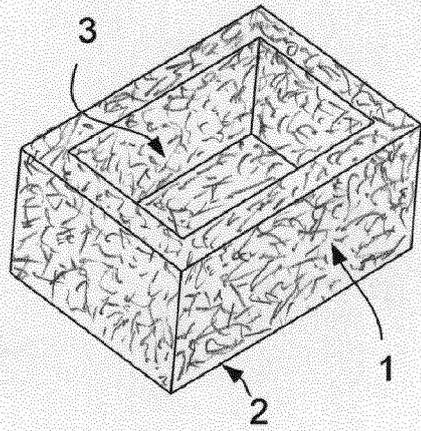


Fig. 2

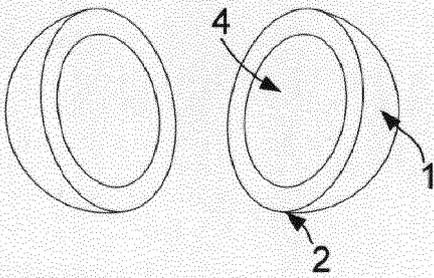


Fig. 3

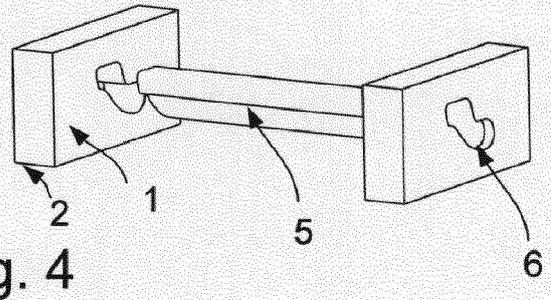


Fig. 4

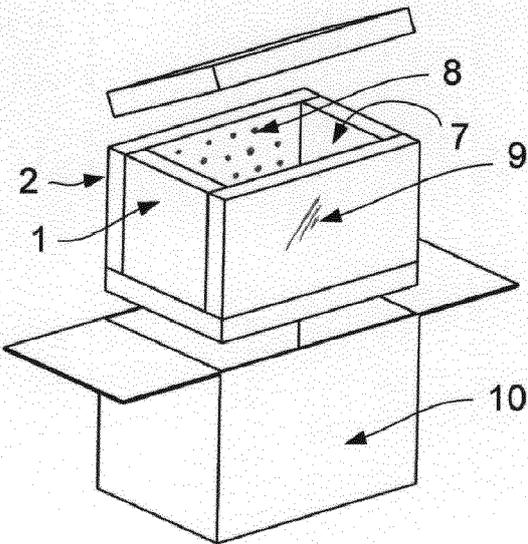


Fig. 5

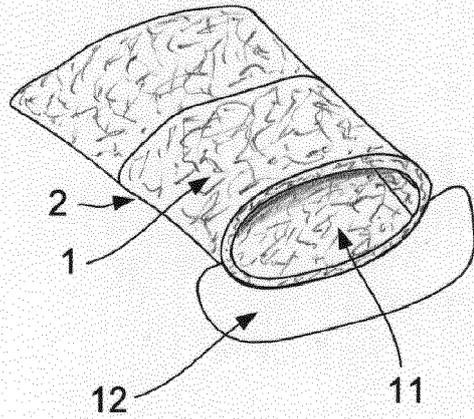


Fig. 6

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0656830 B1 [0007]
- US 005533888 A [0008]
- EP 0644044 A1 [0010]
- DE 19846704 C2 [0010]
- EP 1840043 B1 [0011]
- DE 19810862 C2 [0012]
- EP 1958762 B1 [0013]
- EP 0570018 B1 [0014]
- EP 1377418 B1 [0015]
- DE 202009013015 U1 [0015]
- DE 8536156 U1 [0016]
- DE 4333758 A1 [0017]
- DE 4317239 A1 [0017]