

Einrichtung zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier.

Zum Schutz von zerbrechlichen oder druckempfindlichen Gegenständen beim Versand wird häufig Luftpolsterfolie aus Kunststoff verwendet, die beispielsweise aus Polyethylen hergestellt wird und zur Erzielung einer Polsterwirkung eine Vielzahl von entlang eines regelmäßigen Musters angeordnete blasenartige Lufteinschlüsse aufweist. Wegen der noppenartigen Ausgestaltung der Lufteinschlüsse wird Luftpolsterfolie häufig auch als Noppenfolie bezeichnet.

Entsprechende Luftpolsterfolie aus Kunststoff ist zwar grundsätzlich wiederverwendbar. In der Praxis scheitert eine Wiederverwendung bereits daran, dass es an einem System mangelt, dass das Verpackungsmaterial einsammelt und einer gezielten Wiederverwendung zuführt.

Auch wenn Luftpolsterfolie beispielsweise aus Polyethylen technisch recycelbar ist, stehen einem Recycling in der Praxis ein relativ hoher Aufwand und damit entsprechend hohe Kosten entgegen. Dies hat zur Folge, dass Luftpolsterfolie häufig nach einmaligem Gebrauch entsorgt wird. Da Luftpolsterfolie beispielsweise aus Po-

lyethylen nicht biologisch abbaubar ist, führt dies zu einer substantiellen Belastung der Umwelt. Unter anderem durch Luftpolsterfolie verursachter Plastikmüll wird häufig einer sogenannten thermischen Verwertung zugeführt und verbrannt.

Soweit die Luftpolsterfolie im Rahmen eines Kreislaufsystems gesammelt wird, zeigt die Praxis, dass dadurch eine Umweltbelastung nicht verhindert wird. Vielmehr gelangt Kunststoff auch aus entsprechenden Kreislaufsystemen häufig in die Umwelt, insbesondere ins Meer. Soweit der Kunststoff nicht zersetzt wird, belastet er die Ökosysteme und stellt beispielsweise für Meerestiere eine Gefahr dar. Soweit der Kunststoff im Laufe der Zeit zerkleinert oder zersetzt wird, beispielsweise durch mechanische Einflüsse und UV-Strahlung, entstehen Kunststoffpartikel, insbesondere in Form von Mikroplastik, die in der Umwelt verbleiben oder von Lebewesen mit der Nahrung aufgenommen werden.

Die Belastung der Umwelt durch Kunststoff wird dadurch verschärft, dass die Mengen an Plastikmüll aus Verpackungsmaterial durch stetig wachsende Mengen an Paketen und Postsendungen stetig ansteigen.

Durch DE 604 412 A ist ein Verpackungsmaterial in Form eines aus mehreren Papierlagen bestehenden Polsterkissens für druckempfindliche Gegenstände bekannt, bei denen wenigstens eine Papierbahn kugel- oder waffelförmige Prägungen aufweist und die Papierbahnen miteinander verklebt sind.

DE 1 156 701A zeigt und beschreibt eine Weiterbildung des aus der vorgenannten Druckschrift bekannten Verpackungsmaterials, wobei die Außenflächen des Verpackungsmaterials mit geprägter Zellstoffwatte beklebt sind. Ein ähnliches Verpackungsmaterial ist auch durch GB 893 060 A bekannt

Durch DE 10 2006 000 006 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer mehrlagigen Faserstoffbahn bekannt.

Durch DE 622 340 A ist ein Verpackungsmaterial bekannt, bei dem mehrere Lagen des aus der DE 604 412 A bekannten Polstermaterials übereinanderliegend miteinander verklebt sind.

Die WO 2020/227649 A1 zeigt und beschreibt einen mehrschichtigen Aufbau für eine gepolsterte Versandverpackung mit wellenförmig geprägtem Papier.

DE 69 731 A zeigt und beschreibt die Herstellung von Wellpappe.

Durch US 2020/01 80255 A ist ein Verpackungsmaterial bekannt, dessen Oberfläche zur Erzielung einer Polsterungswirkung mittels einer speziellen Vorrichtung abschnittsweise willkürlich verknittert wird.

EP 0 523 382 B1 zeigt und beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung eines mehrlagigen Verpackungsmaterials. Das Verpackungsmaterial besteht aus drei übereinander angeordneten, mit Prägungen versehenen Bahnen.

EP 2 792 478 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Herstellung von Wellpappe, wobei eine gewellte Zwischenbahn mit zwei glatten Trägerbahnen verklebt wird.

Durch US 2018/0086021 A1 ist ein Verpackungsmaterial bekannt, das aus zwei übereinandergelegten, im Querschnitt wellenartigen Bahnen besteht, von denen eine innere Bahn formstabil und eine äußere Bahn flexibel ist.

Durch DE 1 15 6 701 B ist ein aus mehreren geprägten Papierlagen bestehendes sogenanntes Polsterpapier bekannt, wobei die Papierlagen übereinander angeordnet und durch Klebestellen oder Riffelungen miteinander verbunden sind.

EP 0 650 827 B1 zeigt und beschreibt ein wellpappenartiges Verpackungsmaterial, bei dem eine im Querschnitt wellenförmige Bahn zwischen zwei glatten Bahnen angeordnet ist und die Bahnen durch Stanzungen miteinander verbunden sind.

Durch EP 1 853 419 B1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von mehrlagigem Tissue-Papier bekannt.

EP 3 683 357 B1 offenbart ein mehrlagiges Papier, das Altpapier- und Grasfasern enthält.

Die nachveröffentlichte Druckschrift WO 2021/046395 A1 offenbart ein aus mehreren Papierbahnen bestehendes Verpackungsmaterial nach Art einer Luftpolsterfolie, wobei die Papierbahnen durch Klebstoff, Befestigungselemente wie Klammern oder Falten der Ränder miteinander verbunden sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber den bekannten Verpackungsmaterialien verbessertes Verpackungsmaterial bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Erfindung gelöst.

Eine erfindungsgemäße Einrichtung gemäß Anspruch 1 zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier weist Mittel zur Zuführung wenigstens einer ersten Papierbahn und einer zweiten Papierbahn zu einem Prägebereich der Einrichtung und einem in Zuführrichtung der Papierbahnen dem Prägebereich nachgeordneten

Pressbereich der Einrichtung auf. In dem Prägebereich ist eine Prägevorrichtung zum Prägen der ersten Papierbahn angeordnet, wobei die Prägevorrichtung derart ausgebildet und eingerichtet ist, dass aus der ersten Papierbahn Ausprägungen herausgeprägt werden, die über die erste Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene der ersten Papierbahn jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind.

In dem Pressbereich ist eine Pressvorrichtung zum Verpressen der Papierbahnen frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, angeordnet, wobei die Pressvorrichtung derart ausgebildet und eingerichtet ist, dass sich in Verbindungsabschnitten zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbinden und die Papierbahnen im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen, wobei in Zuführrichtung vor dem Prägebereich und/oder dem Pressbereich Vorkonditionierungsmittel mit wenigstens einer Vorkonditionierungsvorrichtung zur Vorkonditionierung der ersten Papierbahn und/oder der zweiten Papierbahn für das Prägen der ersten Papierbahn bzw. Verpressen der Papierbahnen miteinander angeordnet sind.

Die Erfindung stellt ein Verpackungsmaterial aus Papier nach Art einer Luftpolsterfolie bereit, das eine erste Papierbahn und eine zweite Papierbahn aufweist, wobei aus wenigstens einer Papierbahn Ausprägungen herausgeprägt sind, die über die Papierbahnen hervorstehen und in der Papierbahnebene jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind. Wenigstens eine der Papierbahnen bildet damit eine mit Ausprägungen versehene „Prägebahn“, während wenigstens eine andere Papierbahn eine glatte „Trägerbahn“ bilden kann. Die Ausprägungen in der ersten Papierbahn können beispielsweise einen Durchmesser von etwa 10 mm und eine Höhe von etwa 3 bis 4 mm haben.

Unter einer Verbindung von Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn bzw. darunter, dass sich Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbinden bzw. verbunden sind, wird erfindungsgemäß eine beim Verpressen der Papierbahnen miteinander entstehende mechanische Verbindung der Papierfasern miteinander verstanden. Beim Verpressen der Papierbahnen miteinander „verhaken“ Papierfasern der ersten Pa-

pierbahn sich mit Papierfasern der zweiten Papierbahn und bilden so eine mechanische Verbindung der Papierbahnen miteinander.

Erfindungsgemäß bestehen die Papierbahnen an ihren einander zugewandten Flächen ausschließlich aus Papier und sind frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, vorzugsweise nach Vorkonditionierung der Papierbahnen derart miteinander verpresst, dass in Verbindungsabschnitten zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahnen mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbunden sind und die Papierbahnen im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen. Unter einem geschlossenen Hohlraum wird erfindungsgemäß ein geometrisch geschlossener Hohlraum verstanden, unabhängig davon, ob und in welchem Maße der Hohlraum gasdicht ist.

Das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial ähnelt in seinem grundsätzlichen Aufbau herkömmlicher Luftpolsterolie aus Kunststoff, besteht im Gegensatz zu letzterer jedoch vollständig aus Papier.

Dadurch, dass erfindungsgemäß die Papierbahnen ausschließlich aus Papier bestehen und frei von Klebstoff und synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, sind, kann das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial ohne Weiteres stofflich vollständig recycelt werden.

Das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial entlastet damit in erheblichem Maße die Umwelt. Angesichts der weltweit verwendeten Mengen an Luftpolstermaterial und ähnlichem Verpackungsmaterial wiegt diese Entlastung schwer, sodass die Erfindung einen großen sozialen Nutzen aufweist.

Durch die Erfindung werden große Mengen an Plastikmüll vermieden, der sonst entsorgt werden müsste und erfahrungsgemäß in erheblichem Umfang in die Umwelt, insbesondere auch ins Meer, gelangen würde.

Es hat sich überraschend gezeigt, dass das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial eine zu herkömmlichem Luftpolstermaterial aus Kunststoff vergleichbare Polsterungswirkung hat, obwohl die geschlossenen Hohlräume, die in dem erfindungsgemäßen Verpackungsmaterial in den Ausprägungen gebildet sind, im Gegensatz zu den Luftblasen in herkömmlichem Luftpolstermaterial aus Kunststoff nicht gasdicht sind.

Es hat sich weiter gezeigt, dass nach Vorkonditionierung zumindest der „Prägebahn“ die Bahnen durch Verpressen hinreichend fest miteinander verbunden werden, ohne dass hierzu Klebstoff, andere synthetische Verbindungsmittel, Kunststoffolie oder mechanische Verbindungsmittel erforderlich sind. Erfindungsgemäß sind die Bahnen ausschließlich durch die nach Vorkonditionierung beim Verpressen entstehende Verbindung der Papierfasern der Bahnen miteinander verbunden.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten kann die Vorkonditionierung wenigstens einer Papierbahn mittels einer Vorkonditionierungsvorrichtung auf beliebige geeignete Weise erfolgen, insbesondere durch Eintrag von Feuchtigkeit und Wärme in die betreffende Bahn. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht insoweit vor, dass wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung zum Ein- oder Auftragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, die vorzugsweise Wasser ist oder enthält, in bzw. auf wenigstens eine der Papierbahnen ausgebildet und eingerichtet ist.

Das Ein- bzw. Aufbringen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit in bzw. auf eine Papierbahn kann erfindungsgemäß auf beliebige geeignete Weise erfolgen, beispielsweise indem die betreffende Papierbahn durch ein Bad der Vorkonditionierungsflüssigkeit, beispielsweise ein Wasserbad, gezogen wird. Eine vorteilhafte Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform sieht vor, dass wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung zum Versprühen, Vernebeln oder Verdampfen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit ausgebildet und eingerichtet ist, derart, dass die Vorkonditionierungsflüssigkeit auf die zugeordnete Papierbahn aufgesprüht, aufgenebelt oder aufgedampft wird.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform sieht vor, dass wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung, insbesondere eine der ersten Papierbahn zugeordnete Vorkonditionierungsvorrichtung, zum Bedampfen der zugeordneten Papierbahn mit Wasserdampf ausgebildet und eingerichtet ist. Die Verwendung von Wasserdampf mit einer Temperatur von beispielsweise 100 °C bis etwa 150 °C ermöglicht eine besonders effektive Vorkonditionierung der betreffenden Bahn, indem gleichzeitig Feuchtigkeit und Wärme in die Bahn eingetragen werden.

Erfindungsgemäß ist grundsätzlich ausreichend, wenn ausschließlich die „Prägebahn“, also die Bahn, in der die Ausprägungen gebildet werden, vorkonditio-

niert wird. Vorteilhafterweise werden jedoch erfindungsgemäß sowohl die „Prägebahn“ als auch die oder wenigstens eine „Trägerbahn“ vorkonditioniert. Dabei kann die Vorkonditionierung der Bahnen grundsätzlich auf identische oder ähnliche Art und Weise erfolgen. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht insoweit vor, dass jeder der Papierbahnen eine separate Vorkonditionierungsvorrichtung zur separaten, insbesondere unterschiedlichen Vorkonditionierung der Papierbahnen zugeordnet ist. Die Verwendung separater Vorkonditionierungsvorrichtungen ermöglicht es, die Vorkonditionierung der Bahnen individuell anzupassen.

In diesem Zusammenhang sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass der ersten Papierbahn eine erste Vorkonditionierungsvorrichtung zugeordnet und an dem Zuführweg der ersten Papierbahn zu dem Prägebereich angeordnet ist und der zweiten Papierbahn eine zweite Vorkonditionierungsvorrichtung zugeordnet und an dem Zuführweg der zweiten Papierbahn zu dem Pressbereich angeordnet ist.

Eine außerordentlich vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung, insbesondere die der zweiten Papierbahn zugeordnete Vorkonditionierungsvorrichtung, zum Ein- bzw. Auftragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, vorzugsweise von Wasser, ausgebildet und eingerichtet ist, die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel enthält, wobei die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel vorzugsweise Mikrocellulose und/oder Nanocellulose, insbesondere Cellulosemikrofasern (CMF) und/oder Cellulosenanofasern (CNF), sind oder enthalten. Durch die Verwendung von Cellulosefasern, die mittels einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, die vorzugsweise Wasser ist, aufgetragen werden, ist die Verbindung der Bahnen miteinander weiter verbessert unter Beibehaltung des Grundgedankens der Erfindung, ein Verpackungsmaterial bereitzustellen, das ausschließlich aus Papier besteht. Dementsprechend ist auch bei dieser Ausführungsform das Recycling des Verpackungsmaterials nicht durch Klebstoff, Kunststoffolie oder andere synthetische Zusatzstoffe erschwert. In gleichwirkender Weise können hierbei zusätzlich zu Cellulosefasern oder anstatt von Cellulosefasern auch andere Naturfasern verwendet werden.

Das Prägen der „Prägebahn“ kann entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten auf unterschiedliche Weise erfolgen. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht insoweit vor, dass in dem Prägebereich als Prägevor-

richtung eine Walzenanordnung mit einer um eine Prägewalzendrehachse drehbar gelagerten Prägewalze angeordnet ist, die an ihrer Umfangsfläche Prägevorsprünge aufweist zum Bilden der Ausprägungen in der ersten Papierbahn, wobei die Prägewalze in Eingriff mit einer Gegenwalze steht, die um eine zu der Prägewalzendrehachse parallele Drehachse drehbar gelagert ist und an ihrer Umfangsfläche Prägeausnehmungen aufweist, die zu den Prägevorsprüngen der Prägewalze komplementär ausgebildet sind. Auf diese Weise ist das Prägen in einem kontinuierlichen Verfahren bei einem gleichzeitig relativ einfachen und störungsunanfälligen Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Verpackungsmaterials ermöglicht. Unter einer komplementären Ausbildung der Prägeausnehmungen in der Gegenwalze zu den Prägevorsprüngen in der Prägebahn wird erfindungsgemäß verstanden, dass bei Eingriff eines Prägevorsprungs in eine Prägeausnehmung ein Spalt verbleibt, dessen Spaltbreite der resultierenden Dicke des Papiers der geprägten Papierbahn im Bereich der Ausprägung entspricht. Form, Geometrie und Anzahl der Prägevorsprünge sind entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten innerhalb weiter Grenzen wählbar.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in dem Pressbereich als Pressvorrichtung eine um eine Presswalzendrehachse drehbar gelagerte Presswalze angeordnet ist, die zum Verpressen der ersten Papierbahn mit der zweiten Papierbahn mit einer Gegenwalze zusammenwirkt, deren Drehachse zu der Presswalzendrehachse parallel und derart beabstandet ist, dass zwischen der Presswalze und der Gegenwalze ein Presswalzenspalt gebildet ist zum Verpressen der ersten Papierbahn mit der zweiten Papierbahn in den Verbindungsabschnitten der Papierbahnen entfernt von den Ausprägungen. Bei dieser Ausführungsform erfolgt das Verpressen der Bahnen miteinander in einem kontinuierlichen Verfahren, sodass erfindungsgemäßes Verpackungsmaterial insgesamt in einem kontinuierlichen Verfahren herstellbar ist. Der Anpressdruck bzw. die Antriebskraft, mit dem bzw. mit der bei Betrieb der Einrichtung die Presswalze unter Bildung des Presswalzenspaltes, in dem sich bei Betrieb der Einrichtung die miteinander zu Verpressen Papierbahnen befinden, gegen die Gegenwalze gedrückt wird, ist entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten innerhalb weiter Grenzen wählbar und vorzugsweise einstellbar.

Grundsätzlich kann erfindungsgemäß der Prägebereich in einer Prägestation und der Pressbereich in einer zu dem Prägebereich in Zuführrichtung der Papierbahnen beabstandeten Pressstation realisiert sein. Eine außerordentlich vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht insoweit vor, dass die Gegenwalze der Prägewalze und die Gegenwalze der Presswalze durch eine gemeinsame Gegenwalze gebildet sind, derart, dass die Walzenanordnung drei miteinander in Wirkungseingriff stehende Walzen aufweist. Bei dieser Ausführungsform bildet die aus der Prägewalze, der Gegenwalze und der Presswalze bestehende Walzenanordnung eine kombinierte Präge-/Pressstation der Einrichtung. Hierbei ist die Walzenanordnung nach Art eines Kalenders ausgebildet, wobei sich die erfindungsgemäße Walzenanordnung von einem L-Kalender dadurch unterscheidet, dass sie im einfachsten Fall nur drei Walzen aufweist, nämlich die Prägewalze, die Gegenwalze und die Presswalze, und dementsprechend die bei einem L-Kalender vorhandene vierte in Förderrichtung letzte Walze nicht erforderlich ist. Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass die durch die Prägewalze in der „Prägebahn“ gebildeten Ausprägungen in den Ausnehmungen der Gegenwalze verbleiben, bis die Bahnen in dem Presswalzenspalt zwischen der Gegenwalze und der Presswalze miteinander verpresst werden.

Bei der vorgenannten Ausführungsform ist zweckmäßigerweise die Drehachse der Gegenwalze auf einer geraden Verbindungslinie zwischen der Prägewalzendrehachse und der Presswalzendrehachse angeordnet, wie dies eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vorsieht.

Um die Spaltbreite des Presswalzenspalts einstellen zu können, sieht eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, dass der Presswalze eine vorzugsweise motorisch antreibbare Verstellvorrichtung zur Einstellung der Spaltbreite des Presswalzenspaltes entlang einer zur Presswalzendrehachse radial verlaufenden linearen Achse zugeordnet ist. Diese Ausführungsform ermöglicht es auch, die Presswalze vollständig außer Eingriff von der Gegenwalze zu bringen, wenn mit der erfindungsgemäßen Einrichtung Verpackungsmaterial hergestellt werden soll, das ausschließlich aus der „Prägebahn“ besteht. Bei der Verstellvorrichtung kann es sich insbesondere um eine durch eine Steuerungseinrichtung ansteuerbare elektromotorische Verstellvorrichtung handeln.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind der Prägewalze und/oder der Gegenwalze und/oder der Presswalze eine Heizeinrichtung zum Beheizen der jeweiligen Walze zur vorzugsweise voneinander getrennten Einstellung der Temperatur der Walzen zugeordnet. Während des Pressvorgangs wird Feuchtigkeit aus den Bahnen herausgepresst, wobei durch Beheizung der Walzen die Bahnen während des Präge- bzw. Pressvorgangs vorgetrocknet werden. Durch entsprechende Einstellung der Temperatur der Walzen lässt sich diese Vortrocknung gemäß den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten steuern.

Bei der vorgenannten Ausführungsform ist vorzugsweise der Prägewalze und/oder der Gegenwalze und/oder der Presswalze ein Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur der jeweiligen Walze zugeordnet.

Um die miteinander verpressten Bahnen zur Erreichung einer gewünschten Restfeuchte des Endprodukts, nämlich des Verpackungsmaterials, weiter zu trocknen, sieht eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, dass in Zuführrichtung zwischen dem Pressbereich und einem Speicher für das fertige Verpackungsmaterial Trocknungsmittel zur Trocknung der in dem Pressbereich miteinander verpressten Papierbahnen angeordnet sind. Neben der Erreichung einer gewünschten Restfeuchte des fertigen Verpackungsmaterials hat die Trocknung den Effekt, dass die Festigkeit der Verbindung zwischen den Papierbahnen erhöht wird.

Anzahl, Heizleistung und konstruktive Ausgestaltung der Trocknungsmittel sind entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten innerhalb weiter Grenzen wählbar. Vorteilhafte Weiterbildungen in der Erfindung sehen insoweit vor, dass die Trocknungsmittel wenigstens zwei in Zuführrichtung zueinander beabstandete Trocknungsvorrichtungen aufweisen und/oder dass wenigstens eine Trocknungsvorrichtung als Infrarotstrahlungs-Trocknungsvorrichtung und wenigstens eine Trocknungsvorrichtung als Warmluft-Trocknungsvorrichtung ausgebildet ist. Dabei ist vorzugsweise wenigstens einer Infrarotstrahlungs-Trocknungsvorrichtung wenigstens eine Warmluft-Trocknungsvorrichtung in Zuführrichtung der Papierbahnen nachgeordnet.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Presswalze zumindest an ihrer Umfangsfläche aus einem elastisch nachgiebigen Material, insbesondere Silikon, besteht.

Zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung und Gegenstand der Erfindung gehört ferner gemäß Anspruch 19 ein Verfahren zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier, wobei wenigstens eine erste Papierbahn und wenigstens eine zweite Papierbahn zu einem Prägebereich und einem in Zuführrichtung der Papierbahnen dem Prägebereich nachgeordneten Pressbereich zugeführt werden, wobei in dem Prägebereich mittels einer Prägevorrichtung aus der ersten Papierbahn Ausprägungen herausgeprägt werden, die über die erste Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene der ersten Papierbahn jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind, wobei in dem Pressbereich mittels einer Pressvorrichtung die Papierbahnen frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, derart miteinander verpresst werden, dass sich in Verbindungsabschnitten zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbinden und die Papierbahnen im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen, wobei zur Vorbereitung auf das Prägen in dem Prägebereich bzw. Verpressen der Papierbahnen miteinander in dem Pressbereich die erste Papierbahn und/oder die zweite Papierbahn vorkonditioniert wird bzw. werden.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den auf den Anspruch 19 rückbezogenen Unteransprüchen angegeben. Es ergeben sich sinnentsprechend die gleichen Vorteile und Eigenschaften wie bei der erfindungsgemäßen Einrichtung und ihren Weiterbildungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Einrichtung ausgeführt werden.

Zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung und Gegenstand der Erfindung gehört gemäß Anspruch 38 ferner ein Verpackungsmaterial aus Papier, mit einer ersten Papierbahn und mit einer zweiten Papierbahn, wobei aus wenigstens einer Papierbahn Ausprägungen herausgeprägt sind, die über die Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind, wobei die Papierbahnen an ihren einander zugewandten Flächen ausschließlich aus Papier bestehen und frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, vorzugsweise nach Vorkonditionierung der Papierbahnen, derart miteinander verpresst sind, dass in

Verbindungsabschnitten der Papierbahnen zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbunden sind und die Papierbahnen im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen.

Unter einer Ausprägung im Sinne der Erfindung wird eine Prägung in einer Papierbahn verstanden, die über die Papierbahnebene hervorsteht. Besteht entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial aus einer mit Ausprägungen versehenen „Prägebahn“ und einer glatten „Trägerbahn“, so begrenzen die über die Papierbahnebene hervorstehenden Ausprägungen zusammen mit der „Trägerbahn“ Hohlräume, sodass das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial nach Art einer Luftpolsterfolie ausgebildet ist. Eine Ausprägung kann dabei insbesondere noppenartig ausgebildet sein, wie dies von Luftpolsterfolie aus Kunststoff bekannt ist.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten sind Form und Größe der Ausprägungen, die aus der ersten Papierbahn herausgeprägt werden, innerhalb weiter Grenzen wählbar. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht insoweit vor, dass die jeweils eine Ausprägung begrenzende Umfangslinie kreisförmig oder annähernd kreisförmig ist, derart, dass die Ausprägungen kugelflächenartig ausgebildet sind. Eine entsprechende Form der Ausprägungen ist einerseits im Sinne der gewünschten Polsterwirkung des Verpackungsmaterials und andererseits in Hinblick auf die Herstellung vorteilhaft.

Das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial kann für die Verpackung von bruch- oder druckempfindlichen Gegenständen in vielfältiger Weise bereitgestellt werden, beispielsweise und insbesondere in Form von Bahnware, die vom Benutzer entsprechend der Größe des packenden Gegenstands zugeschnitten werden kann. Das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial kann auch in Form von vorkonfektionierten Zuschnitten bereitgestellt werden. Beispielsweise kann das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial auch als Versandschachtel oder nach Art eines Luftpolsterumschlags ausgebildet sein oder einen Teil entsprechender Verpackungsmittel bilden.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten ist die Anzahl der Papierbahnen, aus der das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial be-

steht, innerhalb weiter Grenzen wählbar. Beispielsweise kann das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial aus mehr als zwei Papierbahnen bestehen. Beispielsweise und insbesondere kann das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial aus einer mit Ausprägungen versehenen „Prägebahn“ und einer glatten „Trägerbahn“ bestehen. Eine hierzu alternative Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass aus beiden Papierbahnen Ausprägungen herausgeprägt sind und dass die Papierbahnen derart miteinander verbunden sind, dass Ausprägungen in der einen Papierbahn entsprechenden Ausprägungen in der anderen Papierbahn gegenüberliegend angeordnet sind. Bei dieser Ausführungsform begrenzen die Ausprägungen in einer Papierbahn zusammen mit den Ausprägungen in der anderen Papierbahn die Hohlräume des erfindungsgemäßen Verpackungsmaterials.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verpackungsmaterials sieht vor, dass die Ausprägungen ein regelmäßiges Muster bilden, insbesondere zeilen- und/oder spaltenartig angeordnet sind.

Als Ausgangsmaterial für das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial kann beliebiges geeignetes Papier verwendet werden. Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Papierbahnen aus Recyclingpapier bestehen oder Recyclingpapier enthalten. Diese Ausführungsform ist besonders umweltschonend, weil die Verwendung von Frischpapier, dessen Herstellung mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist, vollständig oder zumindest teilweise vermieden ist.

Eine Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform sieht vor, dass das Recyclingpapier wenigstens einen, insbesondere sämtliche der folgenden Kennwerte aufweist:

- spezifisches Flächengewicht/Grammatur [ISO 536]: 60 – 140 g/m²
- Wasseraufnahme nach Cobb60 [ISO 535]: 26 – 113 g/m²
- Rauheit nach Bendtsen [ISO 8791-2]: ≥ 300 ml/min
- Berstfestigkeit [ISO 2758]: 160 – 240 kPa
- SCT-quer INDEX [ISO 9895]: 1,1 – 1,9 kN/m

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verpackungsmaterials sind die Verbindungsabschnitte zwischen den Ausprägungen stegartig ausgebildet.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Papierbahnen in den Verbindungsabschnitten wenigstens abschnittsweise miteinander vergautscht sind.

Gegenstand der Erfindung ist ferner gemäß Anspruch 46 die Verwendung von Recyclingpapier zur Herstellung eines Verpackungsmaterials, das wenigstens eine Papierbahn aufweist, aus der Ausprägungen herausgeprägt sind, die über die Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind, wobei das Recyclingpapier wenigstens einen, insbesondere sämtliche der folgenden Kennwerte aufweist:

- spezifisches Flächengewicht/Grammatur [ISO 536]: 60 – 140 g/m²
- Wasseraufnahme nach Cobb60 [ISO 535]: 26 – 113 g/m²
- Rauheit nach Bendtsen [ISO 8791-2]: ≥ 300 ml/min
- Berstfestigkeit [ISO 2758]: 160 – 240 kPa
- SCT-quer INDEX [ISO 9895]: 1,1 – 1,9 kN/m.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigelegte, stark schematisierte Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es ist für den Fachmann ersichtlich, dass die einzelnen Merkmale eines Ausführungsbeispiels das Ausführungsbeispiel jeweils für sich genommen, also unabhängig von den weiteren Merkmalen, weiterbilden. Damit ist für den Fachmann auch ersichtlich, dass alle beschriebenen, in der Zeichnung dargestellten und in den Patentansprüchen beanspruchten Merkmale für sich genommen sowie in beliebiger technisch sinnvoller Kombination miteinander den Gegenstand der Erfindung bilden, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen und deren Rückbezügen sowie unabhängig von ihrer konkreten Beschreibung bzw. Darstellung in der Zeichnung. Zum Gegenstand und Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung gehören auch Kombinationen von Merkmalen der Vorrichtungsansprüche mit Merkmalen der Verfahrensansprüche. Zum Gegenstand und Offenbarungsgehalt der vorliegenden An-

meldung gehören ferner Kombinationen von Merkmalen eines Ausführungsbeispiels mit Merkmalen eines anderen Ausführungsbeispiels. Ebenfalls gehören zum Gegenstand und Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung Unterkombinationen der Patentansprüche, bei denen wenigstens ein Merkmal eines Patentanspruchs weggelassen oder durch ein anderes Merkmal ersetzt ist

Es zeigt:

- Fig. 1 stark schematisiert und skizzenartig ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Herstellung von Verpackungsmaterial,
- Fig. 2 in einer schematisierten Seitenansicht das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 in einer schematisierten Perspektivansicht das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1,
- Fig. 4 in einer schematisierten Radialansicht eine Walzenanordnung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,
- Fig. 5 in einer Perspektivansicht die Walzenanordnung gemäß Fig. 4,
- Fig. 6 in einer Schnittansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 5 die Walzenanordnung gemäß Fig. 4,
- Fig. 7 in einer Perspektivansicht eine Prägewalze der Walzenanordnung gemäß Fig. 4,
- Fig. 8 in gleicher Darstellung wie Fig. 7 eine Gegenwalze der Walzenanordnung gemäß Fig. 4,

Fig. 9 skizzenartig den Aufbau eines Ausführungsbeispiels eines Bahnspannungssensors der Einrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 10 blockschaltbildartig den Aufbau einer Anlagensteuerung der Einrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 11 in einer Draufsicht eine Bahn eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verpackungsmaterials nach Art einer Luftpolsterfolie,

Fig. 12 in gegenüber Fig. 11 stark vergrößertem Maßstab einen Schnitt durch das Verpackungsmaterial gemäß Fig. 11 im Bereich einer Ausprägung und

Fig. 13 in ähnlicher Darstellung wie Fig. 1 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung.

Anhand der Figuren 1 bis 10 wird nachfolgend ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier näher erläutert.

In Fig. 1 ist stark schematisiert und skizzenartig ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung bzw. Anlage zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier dargestellt, deren Funktionsweise kurz wie folgt ist:

Von Speicherrollen 2, 4 werden eine erste Papierbahn 6 und eine zweite Papierbahn 8, die nachfolgend auch kurz als „Bahnen“ bezeichnet werden, über Umlenkungen zu einer Walzenanordnung 10 zugeführt. Dabei bildet die erste Papierbahn eine „Prägebahn“, aus der mittels der Walzenanordnung 10 Ausprägungen 11 herausgeprägt werden, während die zweite Papierbahn eine glatte „Trägerbahn“ bildet, die im fertigen Verpackungsmaterial die Prägebahn trägt und hierzu mittels der Walzenanordnung 10 mit der „Prägebahn“ verpresst wird. Die „Prägebahn“ wird in Zuführrichtung vor der Walzenanordnung 10 bei dem Bezugszeichen 12 durch Be-dampfen mit Wasserdampf für das Prägen vorkonditioniert. Beispielsweise und ins-

besondere kann Wasserdampf mit einer Temperatur zwischen 100 °C und etwa 150 °C verwendet werden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bestehen die Papierbahnen 6, 8 aus Recyclingpapier. Erfindungsgemäß können die Papierbahnen 6, 8 jedoch entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten auch aus einem beliebigen geeigneten anderen Papier bestehen.

Die „Trägerbahn“ wird in Zuführrichtung vor der Walzenanordnung 10 bei dem Bezugszeichen 14 durch Besprühen mit einer Flüssigkeit vorkonditioniert, die Cellulosefasern oder -partikel enthält, insbesondere Nanocellulose, bevorzugt in Form von Cellulosenanofasern (CNF).

Die Walzenanordnung 10 weist eine Prägewalze (Positivwalze) 16 auf, die mit einer Gegenwalze (Negativwalze) 18 in Eingriff steht. Die Papierbahn 6 wird zwischen den Walzen 16, 18 zum Ausbilden der Ausprägungen geprägt. Die Prägewalze 16, die Gegenwalze 18 und eine Presswalze werden nachfolgend auch kurz als „Walzen“ bezeichnet.

In Eingriff mit der Gegenwalze 18 steht die Presswalze 20, wobei zwischen der Gegenwalze 18 und der Presswalze 20 die Papierbahnen 6, 8 frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, miteinander verpresst werden.

Die miteinander verpressten Papierbahnen 6, 8, die nach Art einer Luftpolsterfolie das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial bilden, werden einem Speicher 22 in Form einer Speicherrolle für das fertige luftpolsterfolienartige, ausschließlich aus Papier bestehende Verpackungsmaterial zugeführt, wobei im Zuführweg eine mehrstufige Trocknungseinrichtung mit drei Trocknern 24, 26 und 28 angeordnet ist. Dabei ist der Trockner 24 ein IR-Strahler, während es sich bei den Trocknern 26 und 28 um Heißlufttrockner handelt.

Der strukturelle Aufbau der Einrichtung ist im Einzelnen wie folgt:

Die Einrichtung weist Mittel zur Zuführung wenigstens der ersten Papierbahn 6 und der zweiten Papierbahn 8 zu einem Prägebereich 30 und einem in Zuführrichtung der Papierbahnen dem Prägebereich 30 nachgeordneten Pressbereich 32 auf. Die Zuführrichtung bzw. Förderrichtung der Papierbahnen 6, 8 bzw. der miteinander

verpressten Papierbahnen 6, 8 ist in Fig. 1 durch Pfeile 34, 36, 38 und 40 gekennzeichnet.

In dem Prägebereich 30 ist eine Prägevorrichtung 31 zum Prägen der ersten Papierbahn angeordnet derart, dass aus der ersten Papierbahn 6 Ausprägungen 11 herausgeprägt werden, die über die erste Papierbahn 6 hervorstehen und in der Papierbahnebene der ersten Papierbahn 6 jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die geschlossene Umfangslinie kreisförmig oder annähernd kreisförmig ausgebildet.

In dem Pressbereich 32 ist eine Pressvorrichtung 33 angeordnet zum Verpressen der Papierbahnen 6, 8 derart und frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, miteinander, dass sich in Verbindungsabschnitten zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahn 6 mit Papierfasern der zweiten Papierbahn 8 verbinden und die Papierbahnen 6, 8 im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen.

In Zuführrichtung vor dem Prägebereich 30 und/oder dem Pressbereich 32 sind Vorkonditionierungsmittel mit wenigstens einer Vorkonditionierungsvorrichtung zur Vorkonditionierung der ersten Papierbahn 6 und/oder der zweiten Papierbahn 8 angeordnet.

Erfindungsgemäß ist wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung zum Ein- oder Auftragen einer Flüssigkeit, insbesondere einer aus Wasser bestehenden oder Wasser enthaltenden Vorkonditionierungsflüssigkeit, in bzw. auf wenigstens eine der Papierbahnen 6, 8 ausgebildet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bezeichnet das Bezugszeichen 12 eine Vorkonditionierungsvorrichtung zum Auf- bzw. Eintragen von Wasser in Form von Wasserdampf auf bzw. in die erste Papierbahn 6, um diese für das Prägen in dem Prägebereich 30 vorzukonditionieren.

Erfindungsgemäß ist wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung zum Versprühen, Vernebeln oder Verdampfen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit ausgebildet und eingerichtet, derart, dass die Vorkonditionierungsflüssigkeit auf die zugeordnete Papierbahn aufgesprüht, aufgenebelt oder aufgedampft wird.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist jeder der Papierbahnen 6, 8 eine separate Vorkonditionierungsvorrichtung zur separaten, bei dem dargestellten

Ausführungsbeispiel unterschiedlichen Vorkonditionierung der Papierbahnen 6, 8 zugeordnet.

Im Einzelnen ist der ersten Papierbahn 6 die erste Vorkonditionierungsvorrichtung 12 zugeordnet und an dem Zuführweg der ersten Papierbahn zu dem Prägebereich 30 angeordnet und der zweiten Papierbahn 8 eine zweite Vorkonditionierungsvorrichtung 14 zugeordnet und an dem Zuführweg der zweiten Papierbahn 8 zu dem Pressbereich angeordnet.

Die der ersten Papierbahn 6 zugeordnete erste Vorkonditionierungsvorrichtung 12 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel zum Bedampfen der ersten Papierbahn mit Wasserdampf mit einer Temperatur zwischen 100 °C und etwa 150 °C ausgebildet.

Die der zweiten Papierbahn zugeordnete zweite Vorkonditionierungsvorrichtung 14 ist zum Auf- bzw. Eintragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit in bzw. auf die zweite Papierbahn 8 ausgebildet und eingerichtet, wobei die Vorkonditionierungsflüssigkeit bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel Wasser ist, das Cellulosefasern oder Cellulosepartikel enthält, wobei die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel vorzugsweise Mikrocellulose und/oder Nanocellulose, insbesondere Cellulosemikrofasern (CMF) und/oder Cellulosenanofasern (CNF), sind oder enthalten. Der Gehalt an Cellulosefasern in der Vorkonditionierungsflüssigkeit ist dabei so gewählt, dass diese sprühfähig ist und auf die zweite Papierbahn 8 aufgesprüht wird.

In dem Prägebereich 30 ist eine Walzenanordnung 10 mit einer um eine Prägewalzendrehachse 15 drehbar gelagerten Prägewalze 16 angeordnet, die an ihrer Umfangsfläche Prägevorsprünge aufweist zum Bilden der Ausprägungen 11 in der ersten Papierbahn 6, wobei die Prägewalze 16 in Eingriff mit einer Gegenwalze 18 steht, die um eine zu der Prägewalzendrehachse parallele Drehachse 19 drehbar gelagert ist und an ihrer Umfangsfläche Prägeausnehmungen aufweist, die zu den Prägevorsprüngen der Prägewalze 16 komplementär ausgebildet sind.

In dem Pressbereich 32 ist eine um eine Presswalzendrehachse 21 drehbar gelagerte Presswalze 20 angeordnet, die zum Verpressen der ersten Papierbahn 6 mit der zweiten Papierbahn 8 mit einer Gegenwalze 18 zusammenwirkt, deren Drehachse zu der Presswalzendrehachse parallel und derart beabstandet ist, dass zwischen der Presswalze 20 und der Gegenwalze 18 ein Presswalzenspalt gebildet ist

zum Verpressen der ersten Papierbahn 6 mit der zweiten Papierbahn 8 entfernt von den Ausprägungen 11 in der ersten Papierbahn 6.

Die Presswalze 20 weist eine glatte Umfangsfläche auf und besteht an ihrer Umfangsfläche aus einem elastisch nachgiebigen Material, bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus Silikon.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Gegenwalze der Prägewalze 16 und die Gegenwalze der Presswalze 20 durch eine gemeinsame Gegenwalze gebildet, nämlich die Gegenwalze 18, derart, dass die Walzenanordnung 10 drei miteinander in Wirkungsverbindung bzw. Wirkungseingriff stehende Walzen 16, 18, 20 aufweist. Es ist ersichtlich, dass bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Prägewalze 16 mit der Gegenwalze 18 die Prägevorrichtung 31 und die Presswalze 20 mit der Gegenwalze 18 die Pressvorrichtung 33 bildet.

Es ist ersichtlich, dass bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Gegenwalze 18 und die Presswalze 20 unmittelbar, d. h. ohne Zwischenschaltung von Förderstrecken für die mittels der Prägewalze 16 geprägte erste Papierbahn 6, miteinander in Presseingriff stehen. Auf diese Weise werden die Papierbahnen 6, 8 miteinander verpresst, während sich die mittels der Prägewalze 16 aus der ersten Papierbahn herausgeprägten Ausprägungen 11 noch in den Prägeausnehmungen der Gegenwalze 18 befinden. Im Ergebnis bildet die aus den Walzen 16, 18 und 20 bestehende Walzenanordnung 10 eine kombinierte Präge- und Presstation.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Drehachse 19 der Gegenwalze 18 auf einer Verbindungslinie zwischen der Prägewalzendrehachse 15 und der Presswalzendrehachse 21 angeordnet.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Presswalze 20 eine vorzugsweise motorisch betreibbare Verstellvorrichtung zur Einstellung der Spaltbreite des Presswalzenspaltes entlang einer bei dem Ausführungsbeispiel zur Presswalzendrehachse 21 radial verlaufenden linearen Achse zugeordnet. Die Verstellvorrichtung ermöglicht es ferner, die Presswalze 20 außer Eingriff von der Gegenwalze 18 zu bringen, wenn ein Verpackungsmaterial hergestellt werden soll, das ausschließlich aus einer einzelnen mit Ausprägungen versehenen Bahn, also ausschließlich einer „Prägebahn“ ohne „Trägerbahn“, besteht.

Ferner ist erfindungsgemäß der Prägewalze 16 und/oder der Gegenwalze 18 und/oder der Presswalze 20 jeweils eine Heizeinrichtung zum Beheizen der jeweiligen Walze zugeordnet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist jeder der Walzen 16, 18, 20 eine separate Heizeinrichtung zugeordnet, sodass die Temperatur für jede der Walzen 16, 18, 20 separat einstellbar ist. Hierbei ist vorzugsweise der Prägewalze 16 und/oder der Gegenwalze 18 und/oder der Presswalze 20 ein Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur der jeweiligen Walze 16 bzw. 18 bzw. 20 zugeordnet. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn sowohl die Heizeinrichtung, beispielsweise in Form wenigstens eines elektrischen Heizstabes, als auch der Temperatursensor in die jeweilige Walze 16 bzw. 18 bzw. 20 integriert ist, wie dies bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fall ist. Auf diese Weise ist der Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung vereinfacht.

Erfindungsgemäß sind in Zuführrichtung zwischen dem Pressbereich 32 und einem Speicher in Form einer Speicherrolle 22 für das fertige Verpackungsmaterial Trocknungsmittel zur Trocknung der in dem Pressbereich 32 miteinander verpressten Papierbahnen 6, 8 angeordnet.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Trocknungsmittel wenigstens zwei in Zuführrichtung bzw. Förderrichtung zueinander beabstandete Trocknungsvorrichtungen auf, wobei wenigstens eine Trocknungsvorrichtung als Infrarotstrahlungs-Trocknungsvorrichtung und wenigstens eine Trocknungsvorrichtung als Warmluft-Trocknungsvorrichtung ausgebildet ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine dem Pressbereich 32 unmittelbar nachgeordnete Trocknungsvorrichtung 24 als Infrarotstrahlungs-Trocknungsvorrichtung ausgebildet, während zwei der Trocknungsvorrichtungen 24 in Zuführrichtung bzw. Förderrichtung nachgeordnete Trocknungsvorrichtungen 26, 28 als Warmluft-Trocknungsvorrichtungen ausgebildet sein können.

Die Bahnspannung der einzelnen Papierbahnen 6 und 8 und/oder der miteinander verpressten Papierbahnen wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten durch geeignete Sensoren überwacht. Dies wird weiter unten anhand von Fig. 9 näher erläutert.

Die Walzen 16, 18 und 20 können aus beliebigen geeigneten Materialien bestehen. Insbesondere können die Umfangsflächen der Walzen 16, 18 und 20 aus

einem anderen Material bestehen als der jeweilige Walzenkörper oder mit einem anderen Material beschichtet sein. Insbesondere kann die Presswalze 20 zumindest an ihrer Umfangsfläche aus einem elastisch nachgiebigen Material, insbesondere Silikon bestehen, wie dies bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fall ist. Demgegenüber können die Prägewalze 16 und die Gegenwalze 18 zumindest an ihrer Umfangsfläche aus einem formstabilen Material, beispielsweise Metall, bestehen.

Die Walzen 16, 18 und 20 sind jeweils mittels einer separaten Drehantriebs-einrichtung unabhängig voneinander drehantreibbar. Das gleiche gilt für die Speicherrollen 2, 4 und 22, die ebenfalls mittels einer separaten Drehantriebseinrichtung unabhängig voneinander drehantreibbar sind. Die Ansteuerung der den Walzen 16 bzw. 18 bzw. 20 und den Speicherrollen 2 bzw. 4 bzw. 22 zugeordneten Drehantriebseinrichtungen wird weiter unten anhand von Fig. 11 näher erläutert.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Seitenansicht das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, während Fig. 3 das Ausführungsbeispiel in einer schematischen Perspektivansicht zeigt.

Wie in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt, weist die Einrichtung ein Gestell 46 auf, an dem ihre verschiedenen Baugruppen und Bauteile angeordnet sind.

Die erste Vorkonditionierungsvorrichtung 12 weist ein Gehäuse 48 auf. Überschüssiges Wasser, das nach dem Bedampfen der ersten Papierbahn 6 mit Wasser verbleibt, wird in dem Gehäuse 48 aufgefangen bzw. als Wasserdampf abgesaugt und kann abgeleitet und daran anschließend wiederverwendet oder entsorgt werden. Da das überschüssige Wasser frei von chemischen Zusätzen ist, kann es ohne Belastung der Umwelt in die Kanalisation entsorgt werden.

In hierzu entsprechender Weise weist die zweite Vorkonditionierungsvorrichtung 14 ein Gehäuse 50 auf. Überschüssige Vorkonditionierungsflüssigkeit, die nach dem Vorkonditionieren der zweiten Papierbahn 8 verbleibt, wird in dem Gehäuse 50 aufgefangen und kann abgeleitet und daran anschließend wiederverwendet oder entsorgt werden. Da die Vorkonditionierungsflüssigkeit bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ausschließlich aus Wasser mit zugesetzten Cellulosenanofasern besteht und damit frei von chemischen Zusätzen ist, kann sie ebenfalls ohne Belastung der Umwelt in die Kanalisation entsorgt werden.

Mit dem Bezugszeichen 52 ist in Fig. 2 und Fig. 3 ein Gehäuse bezeichnet, in dem die Walzenanordnung 10 aufgenommen ist.

Die Bezugszeichen 54 bzw. 56 bezeichnen Gehäuse, in denen die Warmluft-Trocknungsvorrichtungen 26 bzw. 28 aufgenommen sind. Während der Trocknung in den Warmluft-Trocknungsvorrichtungen 26, 28 aus den Bahnen 6, 8 entfernte Flüssigkeit, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiele aus Wasser besteht, kann aus den Gehäusen 54, 56 entweichen, die zu diesem Zweck jeweils an ihrem in Zuführrichtung vorderem und hinterem Ende offen ausgebildet sind. Wie oben in Bezug auf die Vorkonditionierungsvorrichtungen 12, 14 erläutert, kann die resultierende Flüssigkeit ohne Belastung der Umwelt ebenfalls in die Kanalisation entsorgt werden.

Das Bezugszeichen 58 bezeichnet einen in Zuführrichtung zwischen der Speicherrolle 2 und der ersten Vorkonditionierungsvorrichtung 12 angeordneten Bahnspannungssensor zum Abfühlen bzw. Messen der Bahnspannung der ersten Papierbahn 6. Der Aufbau des Bahnspannungssensors 58 wird weiter unten anhand von Fig. 10 näher erläutert. In hierzu entsprechender Weise ist der zweiten Papierbahn ein Bahnspannungssensor zugeordnet und mit dem Bezugszeichen 60 bezeichnet. Der Bahnspannungssensor 60 ist in zu dem Bahnspannungssensor 58 entsprechender Weise aufgebaut und wird daher nicht näher erläutert.

Sämtliche Anlagenparameter der Einrichtung bzw. Anlage, insbesondere die Zuführgeschwindigkeit bzw. Fördergeschwindigkeit der Papierbahnen, die Bahnspannung, die Drehzahl und Temperatur der Walzen 16, 18 und 20 und die Betriebsparameter der Vorkonditionierungsvorrichtungen 12, 14 sowie der Trocknungsvorrichtungen 24, 26 und 28 werden durch eine zentrale Anlagensteuerung gesteuert, die weiter unten anhand von Fig. 11 näher erläutert wird.

In Fig. 4 bis Fig. 8 sind die Walzenanordnung 10 sowie ihre Prägewalze 16 und die Gegenwalze 18 in verschiedenen Ansichten dargestellt

Fig. 4 zeigt die Walzenanordnung 10 in einer Radialansicht

Fig. 5 zeigt die Walzenanordnung 10 in einer Perspektivansicht.

Fig. 6 zeigt eine radiale Schnittansicht der Walzenanordnung 10 entlang einer Linie A-A in Fig. 4.

Fig. 7 zeigt die Prägewalze 16 in einer Perspektivansicht, wobei an der Umfangsfläche der Prägewalze 16 vorgesehene und über die Umfangsfläche hervorste-

hende Prägevorsprünge erkennbar sind, von denen in Fig. 7 lediglich ein Prägevorsprung mit dem Bezugszeichen 42 versehen ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Prägevorsprünge 42 kugelartig bzw. kugelflächenartig ausgebildet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind in Umfangsrichtung der Prägewalze 16 an deren Umfangsfläche aufeinanderfolgende Reihen von Prägevorsprüngen 42 angeordnet, wobei in Umfangsrichtung aufeinanderfolgende Reihen derart zueinander angeordnet sind, dass die Prägevorsprünge „auf Lücke“ angeordnet sind. Form, Geometrie und Anzahl der Prägevorsprünge sind entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten innerhalb weiter Grenzen wählbar.

Fig. 8 zeigt die Gegenwalze 18 in einer Perspektivansicht, wobei die Prägeausnehmungen 44 der Gegenwalze 18 erkennbar sind.

Aus Fig. 5 und Fig. 6 ist ersichtlich, dass die Presswalze 20 eine glatte Umfangsfläche aufweist. Fig. 9 zeigt den Bahnspannungssensor 58 in einer schematischen, skizzenartigen Ansicht. Der Bahnspannungssensor 58 weist drei drehbar gelagerte, antriebslose Umlenkrollen 62, 64, 66 auf, deren Drehachsen 68 bzw. 70 bzw. 72 in Fig. 10 in die Zeichenebene hinein verlaufen und auf den Eckpunkten eines Dreiecks angeordnet sind. Die Umlenkrollen 62 und 66 sind fest montiert, während die Umlenkrolle 64 entlang einer linearen Messachse 74 in Richtung eines Doppelpfeiles 76 beweglich gelagert ist. Dabei kann die Umlenkrolle 64 durch Federmittel in eine in Fig. 9 exemplarisch dargestellte Ausgangsposition vorgespannt sein. Erhöht sich ausgehend von dieser Ausgangsposition die Bahnspannung der ersten Papierbahn 6, so bewegt sich die Umlenkrolle 64 in Fig. 9 nach oben. Diese Bewegung kann über einen Kraftaufnehmer, beispielsweise unter Verwendung von Dehnungsmessstreifen, oder auf andere Weise erfasst werden und als Sensorausgangssignal des Bahnspannungssensors 58 einer weiter unten näher erläuterten zentralen Steuerung der Einrichtung zugeführt werden.

Fig. 10 zeigt blockschaltbildartig den Aufbau einer zentralen Anlagensteuerung der Einrichtung, die eine Steuerungseinrichtung 78 aufweist. Die Steuerungseinrichtung 78 kann entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten auf vielfältige Weise durch eine Kombination von Hard- und Software ausgebildet

sein, beispielsweise und insbesondere als speicherprogrammierbare Steuerung (SPS).

Den Speicherrollen 2, 4 für die Bahnen 6, 8 und der Speicherrolle 22 für das fertige Verpackungsmaterial ist jeweils eine durch die Steuerungseinrichtung 78 ansteuerbare Drehantriebseinrichtung 80 bzw. 82 bzw. 84 zugeordnet. Bei Betrieb der Einrichtung regelt die Steuerungseinrichtung 78 die Drehzahl der Drehantriebseinrichtungen 80, 82, 84 so, dass sich die gewünschte Bahnspannung der Papierbahnen 6, 8 einstellt. Hierzu stehen die Bahnspannungssensoren 58, 60 in Signalübertragungsverbindung mit der Steuerungseinrichtung 78.

Den Walzen 16, 18, 20 ist jeweils eine durch die Steuerungseinrichtung 78 ansteuerbare Drehantriebseinrichtung 86 bzw. 88 bzw. 90 zugeordnet. Bei Betrieb der Einrichtung regelt die Steuerungseinrichtung 78 die Drehzahl der Drehantriebseinrichtungen 86, 88, 90 so, dass die Walzen 16, 18, 20 zum Prägen der ersten Bahn 6 in dem Prägebereich 30 und zum Verpressen der Bahnen 6, 8 in dem Pressbereich 32 synchron laufen.

Zum Beheizen der Walzen 16, 18, 20 ist diesen jeweils eine Heizeinrichtung 92 bzw. 94 bzw. 96 zugeordnet, die vorzugsweise in die jeweilige Walze 16 bzw. 18 bzw. 20 integriert ist und beispielsweise und insbesondere durch wenigstens einen in die jeweilige Walze 16 bzw. 18 bzw. 20 integrierten elektrischen Heizstab gebildet sein kann.

Zur Erfassung der Temperatur ist den Walzen 16, 18, 20 jeweils eine Temperaturmesseinrichtung 98, 100, 102 zugeordnet, die vorzugsweise ebenfalls in die jeweilige Walze 16 bzw. 18 bzw. 20 integriert ist, beispielsweise in Form eines Temperatursensors. Die Temperaturmesseinrichtungen 98, 100, 102 stehen in Signalübertragungsverbindung mit der Steuerungseinrichtung 78. Bei Betrieb der Einrichtung regelt die Steuerungseinrichtung 78 die Temperatur der Walzen 16, 18, 20 durch entsprechende Ansteuerung der Heizeinrichtungen 92, 94, 96. Die Temperatur kann dabei insbesondere so geregelt werden, dass die Temperatur der Prägewalze 16 höher ist als die Temperatur der Gegenwalze 18 und die Temperatur der Gegenwalze 18 höher ist als die Temperatur der Presswalze 20, sodass ein Temperaturgradient von der Prägewalze 16 zu der Presswalze 20 besteht.

Das Bezugszeichen 104 bezeichnet in Fig. 10 eine motorische Verstellvorrichtung zur Einstellung der Spaltbreite des Presswalzenspaltes entlang einer zur Presswalzendrehachse 21 radial verlaufenden linearen Achse. Die motorische Verstellvorrichtung ist ebenfalls durch die Steuerungseinrichtung 78 ansteuerbar, um beispielsweise die Spaltbreite des Presswalzenspaltes an Papierbahnen unterschiedlicher Dicke anzupassen oder die Presswalze 20 außer Eingriff von der Gegenwalze 18 zu bringen, wenn mittels der Einrichtung Verpackungsmaterial hergestellt werden soll, das ausschließlich aus einer einzelnen mit Ausprägungen versehenen „Prägebahn“ ohne „Trägerbahn“ besteht.

Mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird unter Verwendung der erfindungsgemäßen Einrichtung ein erfindungsgemäßes Verpackungsmaterial nach Art einer Luftpolsterfolie hergestellt.

In Fig. 11 ist exemplarisch ein Zuschnitt 106 eines entsprechenden luftpolsterfolienartigen Verpackungsmaterials dargestellt, wobei ersichtlich ist, dass das Verpackungsmaterial rasterartig mit noppenartigen Ausprägungen 11 versehen ist. Das erfindungsgemäße Verpackungsmaterial ähnelt in seinem strukturellen Aufbau einer herkömmlichen Luftpolsterfolie aus Kunststoff, unterscheidet sich jedoch von dieser dadurch, dass es ausschließlich aus Papier bzw. Cellulose besteht.

Aus Fig. 11 ist ersichtlich, dass die Ausprägungen 11 in der Papierbahnebene der „Prägebahn“ 6 jeweils durch eine geschlossene Umfangslinie begrenzt sind, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel kreisförmig oder annähernd kreisförmig ist.

Fig. 12 zeigt in gegenüber 12 stark vergrößertem Maßstab einen Schnitt durch das Verpackungsmaterial. Es ist ersichtlich, dass die Ausprägung 11 in der ersten Papierbahn 6 mit der glatten zweiten Papierbahn 8 einen geschlossenen Hohlraum 108 begrenzt. Entfernt von den Ausprägungen 11 sind die Papierbahnen 6, 8 in stegartigen Verbindungsabschnitten 110, 112 miteinander verpresst.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird für die Papierbahnen 6, 8 Recyclingpapier verwendet, das wenigstens einen, insbesondere sämtliche der folgenden Kennwerte aufweist:

- spezifisches Flächengewicht/Grammatur [ISO 536]: 60 – 140 g/m²

- Wasseraufnahme nach Cobb60 [ISO 535]: 26 – 113 g/m²
- Rauheit nach Bendtsen [ISO 8791-2]: ≥ 300 ml/min
- Berstfestigkeit [ISO 2758]: 160 – 240 kPa
- SCT-quer INDEX [ISO 9895]: 1,1 – 1,9 kN/m

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Gegebenheiten können für die Papierbahnen 6, 8 auch andere Papierarten bzw. -sorten verwendet werden. Dabei können die Papierbahnen 6, 8 insbesondere aus der gleichen Papierart bestehen. Es ist erfindungsgemäß jedoch auch möglich, für die Papierbahnen 6, 8 unterschiedliche Papierarten zu verwenden.

In Fig. 13 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung dargestellt, das sich von dem ersten Ausführungsbeispiel vor allem dadurch unterscheidet, dass der Pressbereich 32 der Einrichtung in Zuführrichtung bzw. Förderrichtung der Bahnen 6, 8 zu dem Prägebereich 30 beabstandet ist. Aufgrund der räumlichen Beabstandung des Pressbereiches 32 zu dem Prägebereich 30 haben bei diesem Ausführungsbeispiel die Prägewalze 16 und die Presswalze 18 keine gemeinsame Gegenwalze. Vielmehr ist der Prägewalze 16 die Gegenwalze 18 und der Presswalze 20 eine separate Gegenwalze 114 zugeordnet.

Während also bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 bis 10 die Walzen 16, 18, 20 der Walzenanordnung 10 eine kombinierte Präge- und Pressstation bilden, hat das zweite Ausführungsbeispiel räumlich voneinander getrennt eine Prägestation (Prägewalze 16/Gegenwalze 18) und eine Zuführrichtung bzw. Förderrichtung zu der Prägestation beabstandete Pressstation (Presswalze 20/Gegenwalze 114).

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier,

mit Mitteln zur Zuführung wenigstens einer ersten Papierbahn (6) und einer zweiten Papierbahn (8) zu einem Prägebereich (30) und einem in Zuführrichtung der Papierbahnen (6, 8) dem Prägebereich (30) nachgeordneten Pressbereich (32),

mit einer in dem Prägebereich (30) der Einrichtung angeordneten Prägevorrichtung (16, 18) zum Prägen der ersten Papierbahn (6), wobei die Prägevorrichtung derart ausgebildet und eingerichtet ist, dass aus der ersten Papier-

bahn (6) Ausprägungen (11) herausgeprägt werden, die über die erste Papierbahn (6) hervorstehen und in der Papierbahnebene der ersten Papierbahn (6) jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind,

mit einer in dem Pressbereich (32) der Einrichtung angeordneten Pressvorrichtung (20, 18) zum Verpressen der Papierbahnen (6, 8) frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, wobei die Pressvorrichtung (20, 18) derart ausgebildet und eingerichtet ist, dass sich in Verbindungsabschnitten (110, 112) zwischen den Ausprägungen (11) Papierfasern der ersten Papierbahn (6) mit Papierfasern der zweiten Papierbahn (8) verbinden und die Papierbahnen (6, 8) im Bereich der Ausprägungen (11) geschlossene Hohlräume (108) begrenzen, und

mit in Zuführrichtung vor dem Prägebereich (30) und/oder dem Pressbereich (32) angeordneten Vorkonditionierungsmitteln mit wenigstens einer Vorkonditionierungsvorrichtung (12) zur Vorkonditionierung der ersten Papierbahn (6) und/oder der zweiten Papierbahn (8) für das Prägen der ersten Papierbahn (6) bzw. Verpressen der Papierbahnen (6, 8) miteinander.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung (12, 14) zum Auf- oder Eintragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, die vorzugsweise Wasser ist oder enthält, auf bzw. in wenigstens eine der Papierbahnen (6, 8) ausgebildet und eingerichtet ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung (12, 14) zum Versprühen, Vernebeln oder Verdampfen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit ausgebildet und eingerichtet ist, derart, dass die Vorkonditionierungsflüssigkeit auf die zugeordnete Papierbahn (6 bzw. 8) aufgesprüht, aufgenebelt oder aufgedampft wird.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung, insbesondere eine der ersten Papierbahn (6) zugeordnete Vorkonditionierungsvorrichtung (12), zum Bedampfen der zugeordneten Papierbahn (6) mit Wasserdampf ausgebildet und eingerichtet ist.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeder der Papierbahnen (6, 8) eine separate Vorkonditionierungsvorrichtung (12 bzw. 14) zur separaten, insbesondere unterschiedlichen Vorkonditionierung der Papierbahnen (6, 8) zugeordnet ist.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ersten Papierbahn (6) eine erste Vorkonditionierungsvorrichtung (12) zugeordnet und an dem Zuführweg der ersten Papierbahn (6) zu dem Prägebereich (30) angeordnet ist und wobei der zweiten Papierbahn (8) eine zweite Vorkonditionierungsvorrichtung (14) zugeordnet und an dem Zuführweg der zweiten Papierbahn (8) zu dem Pressbereich (32) angeordnet ist.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine Vorkonditionierungsvorrichtung, insbesondere eine der zweiten Papierbahn (8) zugeordnete Vorkonditionierungsvorrichtung (14), zum Ein- bzw. Auftragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, vorzugsweise von Wasser, ausgebildet und eingerichtet ist, die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel enthält, wobei die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel vorzugsweise Mikrocellulose und/oder Nanocellulose, insbesondere Cellulosemikrofasern (CMF) und/oder Cellulosenanofasern (CNF), sind oder enthalten.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Prägebereich (30) eine Walzenanordnung (10) mit einer um eine Prägewalzendrehachse (15) drehbar gelagerten Prägewalze (16) angeordnet ist, die an ihrer Umfangsfläche Prägevorsprünge (42) aufweist zum Bilden der Ausprägungen (11) in der ersten Papierbahn (6), wobei die Prägewalze (16) in Eingriff mit einer Gegenwalze (18) steht, die um eine zu der Prägewalzendrehachse parallele Drehachse (19) drehbar gelagert ist und an ihrer Umfangsfläche Prägeausnehmungen (44) aufweist, die zu den Prägevorsprüngen (42) der Prägewalze komplementär ausgebildet sind.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Pressbereich (32) eine um eine Presswalzendrehachse (21) drehbar gelagerte Presswalze (20) angeordnet ist, die zum Verpressen der ersten Papierbahn (6) mit der zweiten Papierbahn (8) mit einer in drehbar gelagerten Gegenwalze (18) zusammenwirkt, deren Drehachse (19) zu der Presswalzendrehachse (21) parallel und derart beabstandet ist, dass zwischen der Presswalze (20) und der Gegenwalze (18) ein Presswalzenspalt gebildet ist zum Verpressen der ersten Papierbahn (6) mit der zweiten Papierbahn (8) entfernt von den Ausprägungen in den Verbindungsabschnitten der Papierbahnen (6, 8).

10. Einrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Gegenwalze der Prägewalze (16) und die Gegenwalze der Presswalze (20) durch eine gemeinsame Gegenwalze (18) gebildet sind, derart, dass die Walzenanordnung (10) drei miteinander in Wirkungseingriff stehende Walzen (16, 18, 20) aufweist.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, wobei die Drehachse (19) der Gegenwalze (18) auf einer geraden Verbindungslinie zwischen der Prägewalzendrehachse (15) und der Presswalzendrehachse (21) angeordnet ist.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der Presswalze (20) eine vorzugsweise motorisch antreibbare Verstellvorrichtung (104) zur Einstellung der Spaltbreite des Presswalzenspaltes entlang einer zur Presswalzendrehachse (21) radial verlaufenden linearen Achse zugeordnet ist.
13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der Prägewalze (16) und/oder der Gegenwalze (18) und/oder der Presswalze (20) eine Heizeinrichtung zum Beheizen der jeweiligen Walze (16, 18, 20) zugeordnet ist zur vorzugsweise voneinander getrennten Einstellung der Temperatur der Walzen (16, 18, 20).
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei der Prägewalze (16) und/oder der Gegenwalze (18) und/oder der Presswalze (20) jeweils wenigstens ein Temperatursensor (98 bzw. 100 bzw. 102) zur Erfassung der Temperatur der jeweiligen Walze (16 bzw. 18 bzw. 20) zugeordnet ist.
15. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Zuführrichtung zwischen dem Pressbereich (32) und einem Speicher für das fertige Verpackungsmaterial Trocknungsmittel zur Trocknung der in dem Pressbereich (32) miteinander verpressten Papierbahnen (6, 8) angeordnet sind.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, wobei die Trocknungsmittel wenigstens zwei in Zuführrichtung zueinander beabstandete Trocknungsvorrichtungen (24, 26, 28) aufweist.

17. Einrichtung nach Anspruch 15 oder 16, wobei wenigstens eine Trocknungsvorrichtung als Infrarotstrahlungs-Vorrichtung (24) und wenigstens eine Trocknungsvorrichtung (26, 28) als Warmluft-Trocknungsvorrichtung ausgebildet ist.

18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, wobei die Presswalze (20) zumindest an ihrer Umfangsfläche aus einem elastischen nachgiebigen Material, insbesondere Silikon, besteht.

19. Verfahren zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier,

wobei wenigstens eine erste Papierbahn und wenigstens eine zweite Papierbahn zu einem Prägebereich und in einem in Zuführrichtung der Papierbahnen dem Prägebereich nachgeordneten Pressbereich zugeführt werden,

wobei in dem Prägebereich mittels einer Prägevorrichtung aus der ersten Papierbahn Ausprägungen herausgeprägt werden, die über die erste Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene der ersten Papierbahn jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind,

wobei in dem Pressbereich mittels einer Pressvorrichtung die Papierbahnen frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, derart miteinander verpresst werden, dass sich in Verbindungsabschnitten zwischen den Ausprägungen Papierfasern der ersten Papierbahn mit Papierfasern der zweiten Papierbahn verbinden und die Pa-

pierbahnen im Bereich der Ausprägungen geschlossene Hohlräume begrenzen und

wobei zur Vorbereitung auf das Prägen in dem Prägebereich bzw. Verpressen der Papierbahnen miteinander in dem Pressbereich die erste Papierbahn und/oder die zweite Papierbahn vorkonditioniert wird bzw. werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei wenigstens eine der Papierbahnen durch Ein- oder Auftragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, die vorzugsweise Wasser ist oder enthält, vorkonditioniert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die Vorkonditionierungsflüssigkeit auf die zugeordnete Papierbahn aufgesprüht, aufgenebelt oder aufgedampft wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei die erste Papierbahn zur Vorkonditionierung mit Wasserdampf bedampft wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, wobei die Papierbahnen mittels separater Vorkonditionierungsvorrichtungen vorkonditioniert werden, insbesondere unterschiedlich vorkonditioniert werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, wobei die erste Papierbahn mittels einer ersten Vorkonditionierungsvorrichtung vorkonditioniert wird, die an dem Zuführweg der ersten Papierbahn zu dem Prägebereich angeordnet ist und die zweite Papierbahn mittels einer zweiten Vorkonditionie-

rungsvorrichtung vorkonditioniert wird, die an dem Zuführweg der zweiten Papierbahn zu dem Pressbereich angeordnet ist.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, wobei wenigstens eine Papierbahn, insbesondere die zweite Papierbahn durch Ein- bzw. Auftragen einer Vorkonditionierungsflüssigkeit, vorzugsweise von Wasser, vorkonditioniert wird, die Cellulosefasern oder Cellulosepartikel, vorzugsweise Mikrocellulose und/oder Nanocellulose, insbesondere Cellulosemikrofasern (CMF) und/oder Cellulosenanofasern (CNF), enthält.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, wobei in dem Prägebereich eine Walzenanordnung mit einer um eine Prägewalzendrehachse drehbar gelagerten Prägewalze verwendet wird, die an ihrer Umfangsfläche Prägevorsprünge aufweist zum Bilden der Ausprägungen in der ersten Papierbahn, wobei die Prägewalze in Eingriff mit einer Gegenwalze steht, die um eine zu der Prägewalzendrehachse parallele Drehachse drehbar gelagert ist und an ihrer Umfangsfläche Prägeausnehmungen aufweist, die zu den Prägevorsprüngen der Prägewalze komplementär ausgebildet sind.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, wobei in dem Pressbereich eine um eine Presswalzendrehachse drehbar gelagerte Presswalze verwendet wird, die zum Verpressen der ersten Papierbahn mit der zweiten Papierbahn mit einer Gegenwalze zusammenwirkt, deren Drehachse derart zu der Presswalzendrehachse beabstandet ist, dass zwischen der Presswalze und der Gegenwalze ein Presswalzenspalt gebildet ist zum Verpressen der ersten Papierbahn mit der zweiten Papierbahn entfernt von den Ausprägungen in den Verbindungsabschnitten der ersten Papierbahn.

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, wobei als Gegenwalze der Prägwalze und als Gegenwalze der Presswalze eine gemeinsame Gegenwalze verwendet wird, derart, dass die Walzenanordnung drei miteinander in Wirkungseingriff stehende Walzen aufweist.

29. Verfahren nach Anspruch 28, wobei die Drehachse der Gegenwalze auf einer geraden Verbindungslinie zwischen der Prägwalzendrehachse und der Presswalzendrehachse angeordnet ist.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, wobei eine Presswalze mit einer vorzugsweise motorisch antreibbaren Verstellvorrichtung zur Einstellung der Spaltbreite des Presswalzenspaltes entlang einer zur Presswalzendrehachse radial verlaufenden linearen Achse verwendet wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 31, wobei die Prägwalze und/oder die Gegenwalze und/oder die Presswalze beheizt wird bzw. werden.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 31, wobei die Temperatur der Prägwalze und/oder der Gegenwalze und/oder der Presswalze gemessen wird bzw. werden.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 32, wobei die in dem Pressbereich miteinander verpressten Papierbahnen in Zuführrichtung zwischen dem Pressbereich und einem Speicher für das fertige Verpackungsmaterial getrocknet werden.

34. Verfahren nach Anspruch 33, wobei die miteinander verpressten Papierbahnen mehrstufig durch wenigstens zwei in Zuführrichtung zueinander beabstandete Trocknungsvorrichtungen getrocknet werden.

35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34, wobei die miteinander verpressten Papierbahnen durch wenigstens eine als Infrarotstrahlungs-Vorrichtung ausgebildete Trocknungsvorrichtung und wenigstens eine als Warmluft-Trocknungsvorrichtung ausgebildete Trocknungsvorrichtung getrocknet werden.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 35, wobei eine Presswalze verwendet wird, die zumindest an ihrer Umfangsfläche aus einem elastisch nachgiebigen Material, insbesondere Silikon, besteht.

37. Verfahren zur Herstellung von Verpackungsmaterial aus Papier, wobei eine Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18 verwendet wird.

38. Verpackungsmaterial aus Papier,

mit einer ersten Papierbahn (6) und mit einer zweiten Papierbahn (8),

wobei aus wenigstens einer Papierbahn (6) Ausprägungen (11) herausgeprägt sind, die über die Papierbahn (6) hervorstehen und in der Papierbahnebene jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Papierbahnen (6, 8) an ihren einander zugewandten Flächen ausschließlich aus Papier bestehen und frei von Klebstoff und verbindendem synthetischem Zusatzmaterial, insbesondere frei von Kunststoffolie, vorzugsweise nach Vorkonditionierung der Papierbahnen (6, 8), derart miteinander verpresst sind, dass in Verbindungsabschnitten (110, 112) zwischen den Ausprägungen (11) Papierfasern der ersten Papierbahn (6) mit Papierfasern der zweiten Papierbahn (8) verbunden sind und die Papierbahnen (6, 8) im Bereich der Ausprägungen (11) geschlossene Hohlräume (108) begrenzen.

39. Verpackungsmaterial nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils eine Ausprägung (11) begrenzende Umfangslinie kreisförmig oder annähernd kreisförmig ist, derart, dass die Ausprägungen (11) kugelflächenartig ausgebildet sind.

40. Verpackungsmaterial nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass aus beiden Papierbahnen Ausprägungen (11) herausgeprägt sind und dass die Papierbahnen derart miteinander verbunden sind, dass Ausprägungen in der einen Papierbahn entsprechenden Ausprägungen in der anderen Papierbahn gegenüberliegend angeordnet sind.

41. Verpackungsmaterial nach einem der Ansprüche 38 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausprägungen (11) ein regelmäßiges Muster bilden, insbesondere zeilen- und/oder spaltenartig angeordnet sind.

42. Verpackungsmaterial nach einem der Ansprüche 38 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Papierbahnen (6, 8) aus Recyclingpapier bestehen.

43. Verpackungsmaterial nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass das Recyclingpapier wenigstens einen, insbesondere sämtliche der folgenden Kennwerte aufweist:

- spezifisches Flächengewicht/Grammatur [ISO 536]: 60 – 140 g/m²
- Wasseraufnahme nach Cobb60 [ISO 535]: 26 – 113 g/m²
- Rauheit nach Bendtsen [ISO 8791-2]: ≥ 300 ml/min
- Berstfestigkeit [ISO 2758]: 160 – 240 kPa
- SCT-quer INDEX [ISO 9895]: 1,1 – 1,9 kN/m

44. Verpackungsmaterial nach einem der Ansprüche 38 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsabschnitte (110, 112) zwischen den Ausprägungen (11) stegartig ausgebildet sind.

45. Verpackungsmaterial nach einem der Ansprüche 38 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Papierbahnen (6, 8) in den Verbindungsabschnitten (110, 112) wenigstens abschnittsweise miteinander vergautscht sind.

46. Verwendung von Recyclingpapier zur Herstellung eines Verpackungsmaterials, das wenigstens eine Papierbahn aufweist, aus der Ausprägungen herausgeprägt sind, die über die Papierbahn hervorstehen und in der Papierbahnebene jeweils von einer geschlossenen Umfangslinie begrenzt sind, wobei das Recyclingpapier wenigstens einen, insbesondere sämtliche der folgenden Kennwerte aufweist:

- spezifisches Flächengewicht/Grammatur [ISO 536]: 60 – 140 g/m²
- Wasseraufnahme nach Cobb60 [ISO 535]: 26 – 113 g/m²

- Rauheit nach Bendtsen [ISO 8791-2]: ≥ 300 ml/min
- Berstfestigkeit [ISO 2758]: 160 – 240 kPa
- SCT-quer INDEX [ISO 9895]: 1,1 – 1,9 kN/m