

(12) Österreichische Patentanmeldung

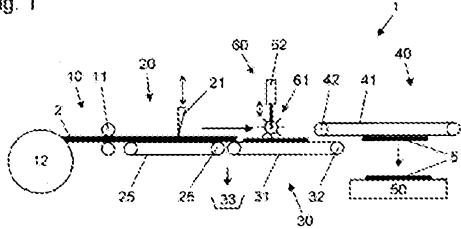
(21) Anmeldenummer: A 265/2018 (51) Int. Cl.: **B29C 70/38** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 30.08.2018
 (43) Veröffentlicht am: 15.03.2019

(30) Priorität: 01.09.2017 DE 102017120183.1 beansprucht.	(71) Patentanmelder: DIEFFENBACHER GMBH Maschinen- und Anlagenbau 75031 Eppingen (DE)
	(72) Erfinder: Graf Matthias Dr.Ing. 75031 Eppingen (DE)
	(74) Vertreter: Häupl & Ellmeyer KG, Patentanwaltskanzlei 1070 Wien (AT)

(54) Tapelegevorrichtung mit selektiver Einschneideeinrichtung und Tapelegeverfahren mit selektivem Einschneiden

(57) Eine Tapelegevorrichtung (1) umfasst eine Materialzufuhrseinheit zum Zuführen zumindest eines Tape-Bandmaterials (2), eine Abtrenneinrichtung (20) zum Abtrennen zumindest eines Tapes (5) von dem Tape-Bandmaterial (2), eine Legeeinrichtung (40) zum Aufnehmen, Ablegen und zum Platzieren von abgetrennten Tapes (5) oder Tape- Bandmaterials (2) auf einem Legetisch (40), und eine Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs der Tapelegevorrichtung (1), wobei die Tapelegevorrichtung (1) weiter zumindest eine Einschneideeinrichtung (60, 70, 80, 90) aufweist, welche eingerichtet ist, unter Steuerung durch die Steuereinrichtung partielle Einschnitte (6) in das Tape- Bandmaterial (2) und/oder das Tape (5) vorzunehmen. Die partiellen Einschnitte (6) werden selektiv, insbesondere nur in einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen (E) vorgenommen, an denen bei einem nachfolgenden Umformen eine lokale komplexe Umformung stattfindet, insbesondere mit lokalen großen und/oder sich in Ausmaß und/oder Richtung ändernden Biegeradien.

Fig. 1



Zusammenfassung

Eine Tapelegevorrichtung (1) umfasst eine Materialzufuhrseinheit zum Zuführen zumindest eines Tape-Bandmaterials (2), eine Abtrenneinrichtung (20) zum Abtrennen zumindest eines Tapes (5) von dem Tape-Bandmaterial (2), eine Legeeinrichtung (40) zum Aufnehmen, Ablegen und zum Platzieren von abgetrennten Tapes (5) oder Tape-Bandmaterials (2) auf einem Legetisch (40), und eine Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs der Tapelegevorrichtung (1), wobei die Tapelegevorrichtung (1) weiter zumindest eine Einschneideeinrichtung (60, 70, 80, 90) aufweist, welche eingerichtet ist, unter Steuerung durch die Steuereinrichtung partielle Einschnitte (6) in das Tape-Bandmaterial (2) und/oder das Tape (5) vorzunehmen. Die partiellen Einschnitte (6) werden selektiv, insbesondere nur in einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen (E) vorgenommen, an denen bei einem nachfolgenden Umformen eine lokale komplexe Umformung stattfindet, insbesondere mit lokalen großen und/oder sich in Ausmaß und/oder Richtung ändernden Biegeradien.

Fig. 1

Tapelegevorrichtung mit selektiver Einschneideeinrichtung und Tapelegeverfahren mit selektivem Einschneiden

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Tapelegens, und insbesondere auf eine Tapelegevorrichtung sowie auf ein Tapelegeverfahren zum Aufbau eines Geleges und gegebenenfalls Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile.

Die Anwendungen für Faserverbundwerkstoffe sind über die vergangenen Jahrzehnte immer weiter gestiegen, insbesondere wenn sie als preiswerte Alternative zu den metallischen Werkstoffen gesehen werden konnten, mit den Vorteilen der Gestaltungsfreiheit und anwendungsspezifischer Formulierungsmöglichkeiten. Speziell der Werkstoff CFK (Carbon-faserverstärkter Kunststoff) hat ein extrem hohes Leichtbaupotential, wobei er sich zugleich durch seine hohe Festigkeit und sehr hohe Struktursteifigkeit auszeichnet. Letzteres ist beispielsweise im Automobilbau ein wichtiges Kriterium.

Die heutigen Entwicklungstätigkeiten für Produktionsanlagen zur Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen reichen daher von reiner Maschinenentwicklung bis hin zu schlüsselfertigen Produktionssystemen. Erstere umfassen für gewöhnlich Preform-Herstelleinheiten, Press- und ggf. Injektionseinheiten sowie Nachbearbeitungseinheiten – letztere die entsprechende Automatisierung für das Preform-Handling, die Werkzeugreinigung, die Bauteilentnahme und dergleichen mehr.

Die automatisierbare Herstellung der Preform stellt eine Schlüsseltechnologie im Herstellungsprozess von endlosfaserverstärkten Faserverbundbauteilen zur Realisierung einer effizienten Großserienfertigung mit reproduzierbarer stabiler Bauteilqualität dar. Aber auch bei sogenannten Hybridbauteilen, also formgepressten Blechen, die vornehmlich mit Carbonfaser-Halbzeugen verpresst werden, um kritische

Belastungszonen zusätzlich zu verstärken, müssen sich alle Produktions-Einheiten anlagen- und steuerungstechnisch integrieren lassen, wenn eine hinreichende Produktivität erreicht werden soll.

Zur Herstellung von endlosfaserverstärkten Bauteilen werden heute überwiegend textile Faser-Halbzeuge wie mit einem Binder benetzte und/oder mit einer Matrix teilweise oder vollständig imprägnierte Faser-Garne (sog. Tow-Pregs) und/oder Flächengebilde (sog. Prepregs) wie Fasergewebe, Fasergestricke, Fasergelege oder Fasermatten verwendet. Die Matrix von faserverstärkten Kunststoffen hat die Aufgabe, die hochbelastbaren Fasern (insbesondere Carbon- und/oder Glasfasern) einzubetten (Stützfunktion) und deren Zwischenraum vollständig auszufüllen (Sperrfunktion).

An Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen können grundsätzlich Materialien aus den Gruppen der Thermoplaste oder der Duroplaste und ggf. zusätzlicher elastifizierender Komponenten, wie Elastomere, eingesetzt werden, welche sich in der Festigkeit, der maximalen Dehnung, der Einsatztemperatur, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und der Chemikalienbeständigkeit unterscheiden. Duroplastische Formmassen lassen sich durch Temperatureinwirkung plastifizieren, sind in diesem Moment formbar und härten dann irreversibel unter Druck und Temperatur aus. Im Gegensatz zu den Thermoplasten bestehen die Elastomere und Duroplaste (auch Duromere genannt) nach der Verarbeitung, das heißt im gebrauchsfertigen Zustand, aus mehr oder weniger stark vernetzten Makromolekülen, die in der Regel weder schmelzbar noch löslich sind.

Aus diesen Halbzeugen, die als Rollen oder Plattenware in Standardformaten zur Verfügung stehen, werden in einem Schneidprozess großflächige Zuschnitte erzeugt, die in der Regel das umgeformte Bauteil vollflächig auskleiden. Entsprechende Verfahren sind beispielsweise aus der EP 0 620 091 A1 und der DE 10 2010 043 666 A1 bekannt. Da die hochbelastbaren Fasern sich typischer Weise über die gesamte Länge der Zuschnitte erstrecken, ist das Material der Zuschnitte nicht oder nur wenig fließfähig. Wenn daher beispielsweise eine Umformung in eine 3D Kontur mit komplexen Strukturen erfolgen soll, müssen die Fasern geschert oder gestaucht werden, um diese in gewünschte Form zu drapieren. Hierbei entsteht die Tendenz der Faltenbildung und Materialaufdickung. Um dem zu begegnen, war es ebenfalls bekannt, Schlitze bzw. Einschnitte in die verwendeten großflächigen

Zuschnitte einzubringen. Die Slitze bzw. Einschnitte erfolgen dabei in regelmäßigen Mustern über die gesamte Fläche des Zuschnitts, bzw. des für die Zuschnitte verwendeten Halbzeugs, und durchtrennen lokal die hochbelastbaren Fasern, um so für eine bessere Fließ- und Scherfähigkeit, und damit eine bessere Umformbarkeit der in der Länge gekürzten

hochbelastbaren Fasern zu sorgen. Allein beispielsweise sei hierzu auf die EP 2 974 842 A1, JP S60-224530, US 4,990,207 und WO 2007/135418 A1 verwiesen.

Ein Nachteil dieser Verfahren ist es, dass beim Schneiden der Zuschnitte je nach Bauteilgeometrie ein signifikanter Schneidabfall anfällt, der nicht verarbeitet werden kann, was die Effizienz dieses Prozesses erheblich verschlechtert und auf Grund der relativ hohen Kosten des Halbzeugmaterials signifikante Kosten verursacht.

Ein weiterer Nachteil kann dadurch entstehen, dass auf Grund der Verteilung der Einschnitte in regelmäßigen Mustern über die gesamte Fläche des Zuschnitts hinweg die Verstärkungswirkung durch die hochbelastbaren Fasern in ihrer Reichweite entsprechend begrenzt wird, so dass es dazu kommen kann, dass die großflächige Steifigkeit und Festigkeit eines hergestellten Bauteils beeinträchtigt werden kann. Dem kann auf einfache Weise dadurch begegnet werden, dass eine oder mehrere zusätzliche Zuschnitte gelegt werden, um diesen Effekt durch Einbringen von zusätzlichen, in den zusätzlichen Zuschnitten enthaltenen hochbelastbaren Fasern zu kompensieren, womit jedoch eine entsprechende Kostensteigerung einhergeht.

Zur Verbesserung der Ressourceneffizienz können endlosfaserverstärkte Bauteile über Faser- oder auch als Tape-Legeverfahren bekannt gewordene Verfahren wesentlich verschnittärmer bzw. verschnittfrei hergestellt werden. Speziell die Verwendung von Tapes aus thermoplastischen Endlosfasern erweist sich als eine sehr attraktive Prozessvariante. Hierbei stellt insbesondere das Legen der für gewöhnlich als Tape vorliegende Faserverbundwerkstoffe zum Aufbau eines Laminats eine besondere Herausforderung dar.

Mit einem „Tape“ ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung vorzugsweise jegliche Art von bahnförmigem Material, insbesondere ein Prepregmaterial, das

beispielsweise eine Breite zwischen 30 und 200 mm aufweist, gemeint, welches für ein Ablegen mittels einer Tapelegevorrichtung geeignet ist. Mit „Prepegmaterial“ sind vorliegend insbesondere Faser-Garne (Rovings), Faser-Gelege und/oder Faser-Gewebe gemeint, welche mit einem Binder benetzt und/oder mit einer Matrix, beispielsweise einer Duroplastmatrix oder Thermoplast-Matrix, teilweise oder vollständig imprägniert, insbesondere vorimprägniert, sind.

Bei den „Fasern“ handelt es sich insbesondere um Kohlenstofffasern, ist aber in gleicher Weise auch für Glasfasern oder andere, insbesondere künstlich hergestellte, Fasern anwendbar.

Bei einem „Laminat“ handelt es sich insbesondere um eine Gelege aus mehreren aufeinander liegenden Lagen an Tapes, wobei jede Lage aus einer Vielzahl an Tapes aufgebaut sein kann und die Orientierung der Tapes von Lage zu Lage vorzugsweise unterschiedlich ausgebildet ist.

Das Tape kann auf einem Trägermaterial angeordnet sein, insbesondere einer Trägerfolie oder einem Trägerpapier, das während des Ablegens des Tapes zum Aufbau des Laminats sich von dem Trägermaterial löst, wobei das Trägermaterial mittels einer geeigneten Einrichtung der Tapelegevorrichtung beseitigt, beispielsweise aufgewickelt, wird. Bevorzugt können jedoch auch Tapes Verwendung finden, die keine Trägermaterialien mehr benötigen.

Zur Verarbeitung von Tapes ist bekannt, diese von einer Spule oder Rolle abzuziehen, auf Länge zu schneiden und auf einen Legetisch bzw. einer bereits auf dem Legetisch abgelegten Tapestruktur abzulegen. Mit dem Ablegen eines Tapestreifens bzw. eines Tapes wird diese über eine Anzahl an Ultraschall-Schweißköpfen punktweise mit der darunter liegende Tapeschicht verbunden.

Zur Verarbeitung von Tapes und zur Durchführung eines Tape-Legeverfahrens werden vielfach automatische Vorrichtungen eingesetzt, welche in der Lage sind, ein Tape strukturiert abzulegen. Bekannt sind insbesondere sog. Tapelegevorrichtungen, unter welchen vorliegend beispielsweise auch eine sog. Fibre-Placement-Vorrichtung zu verstehen ist.

Eine beispielhafte Tapelegevorrichtung ist aus dem Dokument WO 2014/083196 A1 bekannt, das eine Tapelegevorrichtung mit mehreren Material-Zuführungseinheiten zum Zuführen von Tape-Bandmaterial beschreibt. Mit jeweiligen Greifmechanismen werden Streifen aus den Material-Zuführungseinheiten gezogen und mit Abtrenneinrichtungen auf Länge geschnitten, so dass von dem Tape-Bandmaterial jeweilige Tapestreifen bzw. Tapes abgetrennt werden. Anschließend werden die Tapestreifen in Führungsbahnen positioniert und mit jeweiligen Bandhefteinheiten werden die Tapestreifen auf der Bearbeitungsfläche eines Legetisches platziert. Der Legetisch kann sich nach Bedarf so bewegen, dass die Streifen in den gewünschten Positionen und Ausrichtungen platziert werden können. Die Abtrennung der Tapestreifen erfolgt dabei jeweils in einer Richtung quer zur Längsrichtung des Tape-Bandmaterials, so dass jeweils rechteckige Streifen abgetrennt werden. Weitere Tapelegevorrichtungen sind beispielsweise aus US 8,048,253, US 4,708,761, WO 2009/042225 A2, DE 10 2008 012 255 A1, EP 2 874 800 und US 4,491,493 bekannt.

Derartige Tapelegevorrichtungen werden meist dazu verwendet, um bauteilspezifische Flächen mit verschiedensten Bauteilkonturen zu belegen, indem etwa für gekrümmte Konturabschnitte mittels der rechteckig zugeschnittenen Tapestreifen die Kontur nur nach Art einer Zick-Zack-Approximation angenähert wird.

Da die Tapestreifen bzw. Tapes auch in schmalen oder sehr schmalen Breiten ausgebildet und/oder in ihrer jeweiligen Länge beinahe beliebig lang oder kurz geschnitten und platziert werden können, ist es dabei ebenfalls möglich, dass beispielsweise an Stellen, an denen beim späteren Umformen in eine komplexe 3D Kontur beispielsweise Biegungen ausgebildet werden sollen, entsprechend schmale und/oder kurze Tapestreifen, welche entsprechend kurze hochbelastbare Faser enthalten, gelegt werden. Beim Umformen in die gewünschte Endform weisen diese Fasern dementsprechend ein ausreichendes Fließ- und Schervermögen auf, so dass eine Tendenz zur Faltenbildung und Materialaufdickung vermieden werden kann. Allerdings besteht hierbei der Nachteil, dass sich die Anzahl an Tapestreifen, erhöht, die zur Ausbildung einer gewünschten Preform gelegt werden müssen. Da die bekannten Tapelegevorrichtungen und –verfahren mit im Wesentlichen konstanten Taktzykluszeiten arbeiten, erhöht sich dabei die Gesamtdauer zum Ausbilden einer

gewünschten Preform, was zu einer sinkenden Effizienz und erhöhten Produktionskosten führt.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Tapelegevorrichtung und ein verbessertes Tapelegeverfahren anzugeben, welches die vorstehenden Nachteile überwindet.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Tapelegevorrichtung und ein verbessertes Tapelegeverfahren anzugeben, welche ein Tapelegen ermöglicht, das auch für herzustellende Endformen mit komplexen Konturen in hoher Qualität und mit hoher Effizienz geeignet ist.

Diese und andere Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden gelöst mit einer Tapelegevorrichtung wie mit Anspruch 1 definiert und einem Tapelegeverfahren wie mit Anspruch 19 definiert. Es werden ebenfalls ein Verfahren zum Erstellen eines Legeprogramms für eine Tapelegevorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung einer Endform wie mit Anspruch 11 definiert, ein Computerprogrammprodukt wie mit Anspruch 15 definiert, ein Computerprogrammprodukt, welches Anweisungen umfasst, die dazu bestimmt sind, von einer Steuereinrichtung einer Tapelegevorrichtung ausgeführt zu werden, wie mit Anspruch 16 definiert, ein Verfahren zur Herstellung einer Endform wie mit Anspruch 23 definiert und eine Endform wie mit Anspruch 24 definiert angegeben. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

Als eine erste Lösung wird eine Tapelegevorrichtung angegeben, aufweisend eine Materialzufuhreinheit zum Zuführen zumindest eines Tape-Bandmaterials, eine Abtrenneinrichtung zum Abtrennen zumindest eines Tapes von dem Tape-Bandmaterial, eine Legeeinrichtung zum Aufnehmen, Ablegen und zum Platzieren von abgetrennten Tapes oder Tape-Bandmaterial auf einem Legetisch, und eine Steuereinrichtung zum Steuern des Betriebs der Tapelegevorrichtung, wobei die Tapelegevorrichtung weiter zumindest eine Einschneideeinrichtung aufweist, welche eingerichtet ist, unter Steuerung durch die Steuereinrichtung partielle Einschnitte in das Tape-Bandmaterial und/oder das Tape vorzunehmen.

Es ist somit möglich, in einzelne Tapes gezielt und selektiv partielle Einschnitte

einzu bringen, um die Tapes, bzw. die in diesen eingebetteten hochbelastbaren Fasern gezielt partiell zu durchtrennen, ohne dass dabei die Einheit des Tapes aufgehoben würde. Das Tape kann daher weiterhin sicher in der Tapelegevorrichtung transportiert und auf dem Legetisch platziert bzw. gelegt werden. Gleichzeitig erlaubt die lokale Durchtrennung einzelner hochbelastbarer Fasern, die über mehrere partielle Einschnitte über die Breite ein Durchtrennen aller hochbelastbarer Fasern nicht an derselben Stelle, aber in räumlicher Nähe erfolgt, dass die in Länge gekürzten hochbelastbaren Fasern bei einem nachfolgenden Umformen zu der gewünschten Endform, beispielsweise in einer Presse, eine erhöhte Fließfähigkeit aufweisen, so dass die hochbelastbaren Fasern nicht oder nur geringfügig geschert oder gestaucht werden und dementsprechend keine oder allenfalls nur eine vernachlässigbare Tendenz der Faltenbildung und Materialaufdickung entsteht.

Bevorzugt kann die Steuereinrichtung eingerichtet sein, das Vornehmen von partiellen Einschnitten in das Tape-Bandmaterial und/oder das Tape durch die Einschneideeinrichtung so zu steuern, dass die partiellen Einschnitte selektiv nur in einzelnen gewünschten Tapes und/oder nur in einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen einzelner gewünschter Tapes, oder Abschnitten des Tape-Bandmaterials, die den einzelnen gewünschten Tapes und/oder den einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen einzelner gewünschter Tapes nach dem Abtrennen der Tapes durch die Abtrenneinrichtung entsprechen, vorgenommen werden.

Es kann so sicher gestellt werden, dass die partiellen Einschnitte selektiv nur an solchen Stellen eingebracht werden, an denen eine gezielte lokale Schwächung des Tapes bzw. des als Ausgangsmaterials verwendeten Tape-Bandmaterials, als Verbunde der hochbelastbaren Fasern, zu einer erforderlich verbesserten Fließfähigkeit führt, ohne dass andere Bereiche, die zum Beispiel in der Endform flach oder im Wesentlichen flach ausgebildet sind, das heißt keine oder nur geringe Biegungen aufweisen, unnötig geschwächt werden. Es ist so möglich, auch komplex konturierte Endformen, welche beispielsweise Einbuchtungen oder Kofferecken aufweisen, mit hoher Qualität der Umformung, insbesondere ohne beeinträchtigende Faltenbildung und/oder Materialaufdickung, und gleichzeitig hoher Steifigkeit und Festigkeit des Bauteils auszubilden.

Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung eingerichtet, ein Legeprogramm zu empfangen und den Betrieb der Tapelegevorrichtung gemäß dem Legeprogramm zu steuern, wobei das Legeprogramm für jedes zu legende Tape eine Länge, sowie eine Position und Orientierung zur Ablage des Tapes auf dem und relativ zum Legetisch definiert, sowie weiter für jedes Tape eine Angabe enthält, ob in diesem Tape partielle Einschnitte vorzunehmen sind. Weiter bevorzugt enthält das Legeprogramm für ein Tape, in dem partielle Einschnitte vorzunehmen sind, darüber hinaus Angaben über eine Größe und/oder Lage eines Einschnittsbereichs enthält, in welchem die partiellen Einschnitte vorzunehmen sind, insbesondere eine Weitenerstreckung des Einschnittsbereichs und/oder einen Abstand des Einschnittsbereichs von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes.

Es kann auf diese Weise eine wohldefinierte Schnittstelle geschaffen werden, über welche eine Vielzahl auch unterschiedlicher Tapelegevorrichtungen auf einfache, leicht standardisierbare Weise entsprechend programmiert werden kann, insbesondere auch derart, die Lage und Abmessungen von Bereichen programmtechnisch anzugeben, an welchen partielle Einschnitte vorzusehen sind. Dies erlaubt einen hochgradig flexiblen und selektiven Einsatz des Einbringens von partiellen Einschnitten, der vielfältige Optimierungsmöglichkeiten bietet.

Vorzugsweise erstrecken sich die partiellen Einschnitte jeweils quer zu einer Längsrichtung des Tape-Bandmaterials bzw. des Tapes.

Alternativ oder in Kombination erstrecken sich die partiellen Einschnitte in einem Winkel zwischen 0° und 180°, bevorzugt zwischen 0° und 90°, auf die Transportrichtung des Tape-Bandmaterials bzw. des Tapes gesehen.

Es kann vorgesehen sein, dass die Einschneideeinrichtung zwischen der Materialzufuhrreinheit und der Abtrenneinrichtung angeordnet ist. Alternativ ist es auch möglich, die Einschneideeinrichtung der Abtrenneinrichtung nachgelagert anzurichten. Es ist ebenfalls möglich, die Einschneideeinrichtung integral mit der Abtrennvorrichtung auszubilden, so dass eine Einrichtung beide Funktionalitäten erfüllt. Zudem ist es möglich, für jede Legeeinheit nicht nur eine, sondern auch mehrere Einschneideeinrichtungen gleichen oder unterschiedlichen Typs vorzusehen.

Die vielfältigen Weisen der örtlichen Anordnung und der maschinentechnischen Ausgestaltung der zur Verwendung geeigneten Einschneideeinrichtungen ermöglichen eine einfache Adaption für viele unterschiedliche Typen von bekannten und noch zu entwickelnden Tapelegevorrichtungen, so dass sich die Vorteile der hierin dargelegten Erfindung auf einfache Weise auf unterschiedliche Typen von Tapelegevorrichtungen anwenden lässt.

Die Abtrenneinrichtung kann ein flächiges Transportelement aufweisen, wobei das Tape-Bandmaterial zwischen das Schneidmittel und das flächiges Transportelement zugeführt werden kann und das Tape-Bandmaterial auf bzw. über dem flächigen Transportelement geschnitten werden kann, um das Tape von dem Tape-Bandmaterial abzutrennen. Das flächige Transportelement ist bevorzugt als ein um Umlenkrollen umlaufendes, endloses Transportband ausgeführt. Alternativ kann vorgesehen sein, dass das flächige Transportelement als eine plattenförmige Auflagefläche ausgeführt wird, wie beispielsweise eine Metallplatte, eine Kunststoffplatte, eine mit einem Kunststoffmaterial beschichtete oder überzogene Metallplatte und so weiter, wobei die plattenförmige Auflagefläche in und entgegen der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials verfahrbar ist.

Indem ein flächiges Transportelement vorgesehen wird, das sich im Falle der Ausführung des flächigen Transportelements als ein endlos umlaufendes Transportband, fortlaufend in Transportrichtung des Tape-Bandmaterials unter dem Schneidmittel hindurch bewegt, bzw. das sich im Falle der Ausführung des flächigen Transportelements als eine plattenförmige Auflagefläche unter dem Schneidmittel hindurch in der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials bewegt, um das Tape-Bandmaterial aufzunehmen, unter dem Schneidmittel hindurch zu bewegen und/oder um nach dem Abtrennen des Tapes diesen weiter in Richtung hin zur Legeeinrichtung zu bewegen, und das sich nach Übergabe des Tapes an die Legeeinrichtung bzw. eine gegebenenfalls zwischen der Legeeinrichtung und der Abtrenneinrichtung angeordnete Zuführungseinrichtung entgegen der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials bewegt, um in eine Ausgangsstellung gebracht zu werden, um danach durch erneutes Bewegen in der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials ein erneutes Abtrennen eines weiteren Tapes zu ermöglichen, und indem das Abtrennen und Vereinzeln einzelner Tapes von dem Tape-Bandmaterial auf bzw. über dem flächigen

Transportelement erfolgt, wird erreicht, dass ein jeweils abgetrenntes Tape unmittelbar hinter dem Schneidmittel auf das flächiges Transportelement fällt bzw. auf diesem aufliegt, und von dem flächigen Transportelement sicher weitertransportiert werden kann. Es ist auf diese Weise möglich, mittels der Tapelegevorrichtung auch kurze und kürzeste Tapes, insbesondere auch kurze und kürzeste, winkelig zugeschnittene Tapes zu legen.

Vorzugsweise kann in der Abtrenneinrichtung, oder mit dieser verbunden, weiter eine Vakuumeinrichtung vorgesehen werden, welche mit dem flächigen Transportelement derart verbunden ist, um das Tape-Bandmaterial und/oder das abgetrennte Tape mittels von der Vakuumeinrichtung erzeugtem Unterdruck auf dem flächigen Transportelement zu halten. Auf diese Weise kann das Tape-Bandmaterial und/oder kann ein abgetrenntes Tape sicher auf dem flächigen Transportelement gehalten werden, ohne dass es während des Abtrennens und/oder während des Transports des Tape-Bandmaterials und/oder des abgetrennten Tapes zu unerwünschten Lageveränderungen kommt, welche zu einer ungenauen Ablage des Tapes führen könnten.

Es kann dabei vorgesehen werden, dass in der Abtrenneinrichtung das Tape-Bandmaterial auf dem flächigen Transportelement, insbesondere dem als Transportband ausgeführten flächigen Transportelement, aufliegend zwischen das Schneidmittel und dem flächigen Transportelement zugeführt wird und das Tape-Bandmaterial auf dem flächigen Transportelement aufliegend geschnitten wird. In einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen werden, dass das Schneidmittel in einem Bereich von 0 bis 3 mm, bevorzugt in einem Bereich von 0,3 mm bis 2 mm, besonders bevorzugt in einem Bereich von 0,5 mm bis 1,5 mm in das flächige Transportelement hinein schneidet.

Alternativ kann vorgesehen werden, dass die Abtrenneinrichtung weiter eine Schneidplatte aufweist, die über dem flächigen Transportelement, insbesondere dem als Transportband ausgeführten flächigen Transportelement, und in Transportrichtung des Tape-Bandmaterials vor dem Schneidmittel angeordnet ist, wobei das Tape-Bandmaterial auf der Schneidplatte aufliegend geführt ist, wobei die Schneidplatte gemeinsam mit dem Schneidmittel verschwenkbar ist, und wobei die Schneidplatte

eine Schneidkante definiert, entlang derer das Schneidmittel das Tape-Bandmaterial zur Abtrennung des Tapes schneidet. Die Schneidplatte kann insbesondere halbkreisförmig ausgebildet sein und/oder eine Dicke im Bereich von 1 bis 5 mm, bevorzugt im Bereich von 2 bis 4 mm, besonders bevorzugt eine Dicke von 3 mm aufweisen.

Alternativ oder in Kombination zu den vorgenannten Ausführungsformen weist die Einschneideeinrichtung eine Messerwalze aufweist.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Einschneideeinrichtung ein Gegenlager, vorzugsweise in Form eines als Transportband ausgebildetes Schneidbandes oder einer Gegenwalze auf.

Vorzugsweise ist das Schneidmittel als ein Schneidmesser ausgeführt. Besonders bevorzugt ist das Schneidmesser im Bereich eines Endes an einem Drehgelenk um eine horizontale Achse schwenkbar gelagert und ist im Bereich des anderen Endes in einer Kulissenführung geführt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass das Schneidmittel mittels einer Ultraschalleinrichtung mit Ultraschall beaufschlagt wird, um das Schneiden des Tape-Bandmaterials zu unterstützen.

Bevorzugt weist die Legeeinrichtung ein um Umlenkrollen umlaufendes, endloses Transportband und eine mit dem Transportband verbundene Vakuumeinrichtung auf, wobei die einzelnen Tapes auf einer Unterseite der Legeeinrichtung aufgenommen und mittels dem von der Vakuumeinrichtung erzeugten Unterdruck an dem Transportband gehalten werden können. Alternativ und/oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass zwischen der Abtrenneinrichtung und der Legeeinrichtung zumindest eine Zuführungseinrichtung angeordnet ist, welche ein um Umlenkrollen umlaufendes, endloses Transportband aufweist und derart eingerichtet ist, in der Abtrenneinrichtung abgetrennte Tapes aufzunehmen und der Legeeinrichtung zuzuführen, wobei die einzelnen Tapes auf dem Transportband aufliegend transportiert werden.

Indem der Transport und das Ablegen von Tapes mittels Transportbändern bewirkt

wird, wird die Möglichkeit geschaffen, Tape-Bandmaterial unterschiedlicher Breiten einzusetzen, und rasch zwischen unterschiedlichen Breiten zu wechseln, ohne dass hierzu eine Umkonfiguration der Tapelegevorrichtung erforderlich ist. Insbesondere ist es nicht erforderlich, wie im Stand der Technik bekannt, Führungsschienen für die Tapes umzukonfigurieren und auf eine neue Breite einzurichten. Gleichzeitig wird es durch den Transport und das Ablegen von Tapes mittels Transportbändern auch möglich, Tapes auch großer Breite und mit geringer innerer Steifigkeit zu legen, da hierbei Prinzip bedingt nicht die Gefahr besteht, dass die Tapes aus hierfür vorgesehenen Führungsschienen fällt.

Als eine weitere Lösung wird ein Verfahren zum Erstellen eines Legeprogramms für eine Tapelegevorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung einer Endform angegeben, umfassend die Schritte: Bereitstellen eines Aufbaus eines mehrschichtigen Laminats, umfassend zumindest die Zuschnitt-Geometrie und die Faserorientierung je Lage des Laminats, und eines zugehörigen computerbasierten Modells einer gewünschten Endform; Ermitteln eines Legemusters aus einer Vielzahl von Tapes für jede Lage des Laminats derart, dass die Lage mit möglichst geringer Taktzeit und mit geringem Verschnitt an Tapes oder Tape-Bandmaterial gelegt werden kann; Ermitteln, unter Verwendung einer einfachen oder iterativen Simulation der lokalen und globalen Verformungen und Verschiebungen auf Grund des Drapierens beim Umformen des 2-dimensionalen mehrschichtigen Laminats in einer Presse; und Erstellen eines Legeprogramms, welches für jeden der Vielzahl von Tapes die Länge, Position und Orientierung definiert, wobei das Verfahren weiter umfasst: Analysieren der Endform und Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden und/oder lokale Biegungen oder andere komplexe Umformungen erfolgen; für die ermittelten Stellen oder Bereiche, Bestimmen, welche Tapes die ermittelten Stellen oder Bereichen überstreifen; Bestimmen, dass die die ermittelten Stellen oder Bereiche überstreifenden Tapes mit partiellen Einschnitten zu versehen sind; und für jedes Tape, das bestimmt wurde, mit partiellen Einschnitten versehen zu werden, Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche das betreffende Tape als mit partiellen Einschnitten zu versehen definieren.

Zur Ermittlung der Umformung wird bevorzugt eine Umform- / Drapiersimulation verwendet.

Das Bestimmen, dass die ermittelten Stellen oder Bereiche überstreichenden Tapes mit partiellen Einschnitten zu versehen sind, kann bevorzugt weiter umfassten: Bestimmen einer Größe und/oder einer Lage eines Einschnittsbereichs, in welchem die partiellen Einschnitte vorzunehmen sind, derart, dass der Einschnittsbereich die Stelle bzw. den Bereich überlappt, wobei für jeden Einschnittsbereich bevorzugt weiter eine Weitenerstreckung des Einschnittsbereichs und/oder ein Abstand des Einschnittsbereichs von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes bestimmt wird; und das Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche das betreffende Tape als mit partiellen Einschnitten zu versehen definieren, weiter umfasst Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche für das betreffende Tape den Einschnittsbereich definieren, insbesondere unter Definition der bestimmten Weitenerstreckung des Einschnittsbereichs und/oder des Abstands des Einschnittsbereichs von der Vorderkante und/oder des Abstands des Einschnitts im Einschnittsbereich und/oder der Orientierung der Einschnitte in Längsrichtung des Tapes definieren.

Nochmals weiter kann vorgesehen sein, dass das Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden, beinhaltet ein Ermitteln von solchen Stellen oder Bereichen, an bzw. in denen eine Endkontur, insbesondere eine Ecke einer Endkontur, durch die Tapes unvollständig ausgeformt wird, und/oder ein gewünschtes Endmaß der Endkontur unterschritten oder überschritten wird.

Alternativ oder in Kombination kann vorgesehen sein, dass das Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen lokale Biegungen oder andere komplexe Umformungen erfolgen, dadurch erfolgt, dass solche Stellen oder Bereiche identifiziert werden, an bzw. in denen eine Biegung, insbesondere eine Komponente der Biegung in Längsrichtung eines Tapes, um einen Winkel von mehr als 30° , mehr als 40° , mehr als 45° , mehr als 66° , mehr als 85° , oder 90° oder mehr, und/oder mit einem Biegeradius von 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm oder weniger erfolgt.

Als eine weitere Lösung wird ein Computerprogrammprodukt angegeben, welches von einem Computer ausführbare Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, den Computer dazu veranlassen, das Verfahren zum Erstellen eines Legeprogramms für eine Tapelegevorrichtung zur Verwendung bei der Herstellung einer Endform wie vorstehend aufgeführt auszuführen.

Ein derartiges Computerprogramm stellt daher eine Form einer Anwendung bereit, welche ausgehend von einem computerbasierten Modell einer gewünschten Endform ein entsprechendes Legeprogramm für eine Tapelegevorrichtung erzeugt.

Als eine nochmals weitere Lösung wird ein Computerprogrammprodukt, insbesondere ein Legeprogramm darstellendes Computerprogrammprodukt angegeben welches Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einer Steuereinrichtung einer Tapelegevorrichtung ausgeführt werden, die Steuereinrichtung dazu veranlassen, den Betrieb der Tapelegevorrichtung so zu steuern, eine Vielzahl von Tapes auf einem Legetisch abzulegen, wobei die Anweisungen für jedes zu legende Tape weiter eine Länge, sowie eine Position und Orientierung zur Ablage des Tapes auf dem und relativ zum Legetisch definieren, und wobei die Anweisungen weiter für jedes Tape definieren, ob in diesem Tape partielle Einschnitte vorzunehmen sind, und weiter bevorzugt weiter eine Größe und/oder Lage eines Einschnittsbereichs definieren, in welchem die partiellen Einschnitte vorzunehmen sind, insbesondere eine Weitenerstreckung des Einschnittsbereichs und/oder einen Abstand des Einschnittsbereichs von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes.

Das Computerprogrammprodukt kann insbesondere erhalten werden, indem ein vorgenanntes Verfahren zum Erstellen eines Legeprogramms – als das Computerprogrammprodukt – ausgeführt wird.

Als eine nochmals weitere Lösung wird ein Tapelegeverfahren angegeben, umfassend: Zuführen zumindest eines Tape-Bandmaterials mittels einer Materialzufuhrseinheit; Abtrennen zumindest eines Tapes von dem Tape-Bandmaterial mittels einer Abtrenneinrichtung; und Aufnehmen, Ablegen und Platzieren von abgetrennten Tapes oder Tape-Bandmaterials auf einem Legetisch mittels einer Legeeinrichtung, wobei das Verfahren weiter umfasst: selektives Einbringen, mit einer Einschneideeinrichtung, von

partiellen Einschnitte in das Tape-Bandmaterial und/oder das Tape. Vorzugsweise werden die partiellen Einschnitte selektiv nur in einzelnen gewünschten Tapes und/oder nur in einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen einzelner gewünschter Tapes, oder Abschnitten des Tape-Bandmaterials, die den einzelnen gewünschten Tapes und/oder den einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen einzelner gewünschter Tapes nach dem Abtrennen des Tapes durch die Abtrenneinrichtung entsprechen, vorgenommen, besonders bevorzugt nur in Bereichen, in welchen bei einer nachfolgenden Umformung in eine 3D Kontur lokal eine Biegung erfolgt, insbesondere eine Biegung um einen Winkel von mehr als 30°, mehr als 40°, mehr als 45°, mehr als 66°, mehr als 85°, oder 90° oder mehr, und/oder mit einem Biegeradius von 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm oder weniger erfolgt und/oder bevorzugt nur in Bereichen, in welchen bei einer nachfolgenden Umformung in eine 3D Kontur lokal eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden, insbesondere eine Endkontur, insbesondere eine Ecke einer Endkontur, durch die Tapes unvollständig ausgeformt wird, und/oder ein gewünschtes Endmaß der Endkontur unterschritten oder überschritten wird.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Verfahren unter Steuerung einer Steuereinrichtung ausgeführt wird, wobei das Verfahren weiter umfasst: Laden, in die Steuereinrichtung, eines vorgenannten Computerprogramms (Legeprogramm); und Steuern des Einbringens von partiellen Einschnitten und des Legens der Tapes gemäß den Anweisungen des geladenen Computerprogramms.

Das Tapelegeverfahren kann insbesondere von einer vorgenannten Tapelegevorrichtung ausgeführt werden.

Das Tapelegeverfahren kann Bestandteil eines Verfahrens zur Herstellung einer Endform sein, wobei das Verfahren zur Herstellung einer Endform umfasst: Ausbilden eines Geleges aus Tapes durch Ausführen des Tapelegeverfahrens; Konsolidieren und/oder Laminieren des Geleges zu einer Preform; und Umformen der Preform in einer Presse zur Endform. Je nach Ausgestaltung der Prozesse des Konsolidierens und/oder Laminierens und des Umformens können diese in getrennten, aufeinander folgenden Schritten realisiert werden, oder in einem einzigen Schritt realisiert werden,

in welchem das Gelege gleichzeitig konsolidiert und/oder laminiert und umgeformt wird.

Die Erfindung wird im Nachfolgenden an Hand von beispielhaften Ausführungsformen beschrieben, mit Bezug auf die Zeichnungen:

- Fig. 1 zeigt eine Tapelegevorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einer schematischen Querschnittsansicht von der Seite;
- Fig. 2 zeigt die Tapelegevorrichtung der Fig. 1 in einer schematischen Draufsicht;
- Fig. 3a bis 3c zeigen beispielhaft Tapes mit darin eingebrachten partiellen Einschnitten;
- Fig. 4a bis 4e erläutern beispielhaft das Legen von Tapes mit darin eingebrachten partiellen Einschnitten für ein anschließendes Umformen zu einer Kontur mit einer Einbuchtung mit Kofferecken;
- Fig. 5a und 5b erläutern beispielhaft eine Alternative zum Vorgehen der Fig. 5a bis 4e;
- Fig. 6a bis 6c zeigen schematisch eine weitere Ausführungsform einer Einschneideeinrichtung;
- Fig. 7 zeigt schematisch eine beispielhafte Ausführungsform einer Abtrenneinrichtung;
- Fig. 8 zeigt schematisch eine nochmals weitere Ausführungsform einer Einschneideeinrichtung; und

Fig. 9

zeigt schematisch eine abermals weitere Ausführungsform einer Einschneideeinrichtung.

In der Fig. 1 ist eine Tapelegevorrichtung 1 gemäß einer Ausführungsform in einer schematischen Querschnittsansicht dargestellt. Wie in Fig. 1 gezeigt, wird in der Tapelegevorrichtung ein Tape-Bandmaterial 2, das beispielsweise auf einer Spule 12 aufgewickelt bereitgestellt wird, mittels einer Materialzufuhrseinheit 10 von der Spule 12 abgewickelt und einer der Materialzufuhrseinheit 10 nachgeordneten Abtrenneinrichtung 20 zugeführt. Zu diesem Zweck kann die Materialzufuhrseinheit 10 ein Paar von Antriebswalzen 11 aufweisen, die einen Walzenantrieb, auch als Mangelantrieb bezeichnet, bilden, der für den Transport des Tape-Bandmaterials 2 sorgt. Die Antriebswalzen 11 werden dabei von einem oder von mehreren Motoren (nicht dargestellt) unter Steuerung einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) angetrieben, so dass das Tape-Bandmaterial 2 mit einer gewünschten Geschwindigkeit und/oder einer gewünschten Länge in die Abtrenneinrichtung 20 „geschoben“ und derart zugeführt wird.

In der Abtrenneinrichtung 20 wird das Tape-Bandmaterial 2 mittels eines Schneidmittels, das beispielsweise als ein Schneidmesser 21 ausgeführt ist, geschnitten, um von dem Tape-Bandmaterial 2 einzelne Tapes 5 einer jeweils gewünschten Länge abzutrennen. Das Schneidmesser 21 kann dabei vorzugsweise winkelig verstellbar ausgeführt sein, so dass nicht nur Schnitte quer zur Bandrichtung des Tape-Bandmaterials 2 ausgeführt werden können, sondern mittels einer entsprechenden Verstellung des Schneidmessers 21 um einen Winkel von beispielsweise $\pm 45^\circ$ relativ zur Querrichtung des Tape-Bandmaterials 2 auch Tapes 5 abgeschnitten werden können, die in einem entsprechenden, gewünschten Winkel zugeschnitten sind.

Nachdem die Tapes 5 derart in der Abtrenneinrichtung 20 von dem Tape-Bandmaterial 2 abgetrennt und vereinzelt wurden, werden die Tapes 5 auf eine Zuführungseinrichtung 30 übergeben, welche die Tapes 5 einer Legeeinrichtung 40 zuführt und an diese übergibt.

In der Fig. 1 ist weiter eine Einschneideeinrichtung 60 gezeigt, die oberhalb der Zuführungseinrichtung 30 angeordnet ist. Die Einschneideeinrichtung 60 dieser Ausführungsform weist eine Messerwalze 61 auf, an der mehrere Messerklingen angeordnet sind, die sich von dem Walzenkörper radial nach außen erstrecken. Die Messerwalze 61 wird von einem Antrieb (nicht dargestellt) angetrieben und in Drehung versetzt. Weiter ist ein Aktuator 62 vorgesehen, der von der Steuereinrichtung angesteuert wird, und der dazu dient, die Messerwalze 61 in der Höhe zu verstetzen, zwischen einer ersten Position, in der die Messerklingen in den Tapes 5 einschneiden, um partielle Einschnitte 6 in die Tapes 5 einzubringen, wie in größerem Detail nachfolgend beschrieben werden wird, und einer zweiten Position, in welcher die Messerwalze 61 von der Zuführungseinrichtung 30 bzw. den Tapes 5 abgehoben ist, so dass keine Einschnitte 6 vorgenommen werden.

Die Legeeinrichtung 40 ist über einem Legetisch 50 angeordnet und kann in vertikaler Richtung relativ zum Legetisch 50 bewegt werden, so dass die Legeeinrichtung 40 jeweils ein einzelnes Tape 5 auf dem Legetisch 50 platzieren und ablegen kann. Beispielsweise kann eine Linearführung (nicht dargestellt) vorgesehen sein, mittels der die Legeeinrichtung 40 in vertikaler Richtung auf den Legetisch 50 abgesenkt werden kann, um die Tapes 5 auf einer Arbeitsfläche des Legetischs 50, oder einer bereits zuvor auf der Arbeitsfläche des Legetisches 50 ausgebildeten Tapestruktur abzulegen, und gegebenenfalls kurz und leicht anzudrücken. Nach dem Ablegen des Tapes 5 wird die Legeeinrichtung 40 wieder angehoben, um ein nächstes Tape 5 aufzunehmen. Es sei hierbei bemerkt, dass im Sinne dieses Dokuments sowohl das Platzieren und Ablegen eines Tapes 5 auf der Arbeitsfläche des Legetisches 50, als auch das Ablegen eines Tapes 5 auf bereits zuvor auf dem Legetisch 50 abgelegten Tapes 5, insbesondere auf einer zuvor ausgebildeten Tapelage, als ein Platzieren und Ablegen des Tapes 5 auf dem Legetisch 50 verstanden werden soll. Weiterhin können in einem Legeprozess auch mehrere Tapes 5 gleichzeitig auf dem Legetisch 50 oder einer bereits abgelegten Tapelage platziert und abgelegt werden.

Um das Absenken der Legeeinrichtung 40 zu ermöglichen, kann bei der Ausführungsform der Fig. 1 vorgesehen sein, dass die Zuführungseinrichtung 30 ebenfalls und gemeinsam mit der Legeeinrichtung 40 vertikal abgesenkt und angehoben wird. Dies kann insbesondere dadurch geschehen, dass die

Zuführungseinrichtung 30 und die Legeeinrichtung 40 zu einer als Legekopf 7, 7a bezeichneten Einheit zusammengefasst werden, wie nachstehend mit Bezug auf die Fig. 2 näher erläutert, und der Legekopf 7, 7a als Ganzes vertikal bewegt wird, um einen Tape 5 abzulegen. Alternativ ist es auch denkbar, den Legekopf 7, 7a bzw. die Legeeinrichtung 40 feststehend auszubilden, und den Legetisch 50 hebbar auszustalten, so dass zur Ablage des Tapes 5 der Legetisch 50 angehoben wird.

Im Übrigen ist es bevorzugt, dass der Legetisch 50 unter Steuerung der Steuereinrichtung (nicht dargestellt) um eine vertikale Achse gedreht werden kann, und/oder in horizontaler Richtung in x- und/oder y-Richtung bewegt werden kann, um eine gewünschte relative Positionierung des Tapes 5 relativ zum Legetisch 50 zu ermöglichen.

Zur Erhöhung der Legerate ist es insbesondere vorgesehen, dass mehrere Tapes 5 simultan, das heißt insbesondere zeitgleich und mehrspurig gehandhabt werden, wobei durch eine solche Parallelisierung vorteilhaft die Anzahl gelegter Tapes 5 pro Abfolge entsprechend multipliziert wird. Entsprechend ist in der Tapelegevorrichtung 1 dieser Ausführungsform, wie in der Draufsicht in Fig. 2 gezeigt, bevorzugt vorgesehen, dass die entsprechenden Einheiten in entsprechend multipler Ausführung vorgesehen sind. So können, wie in Fig. 2 dargestellt, jeweils zwei Spulen 12 vorgesehen sein, von welchen mittels zwei Materialzufuhrseinheiten 10, 10a mit insgesamt zwei Paaren von Antriebswalzen 11, 11a zwei Stränge eines Tape-Bandmaterials 2 abgezogen und zu zwei jeweiligen Abtrenneinrichtungen 20, 20a, zugeführt werden, wo mittels zweier Schneidmesser 21, 21a zwei jeweilige Tapes 5 abgetrennt und mittels zweier Zuführungseinrichtungen 30, 30a zu zwei Legeeinrichtungen 40, 40a zugeführt werden. Mittels der zwei Legeeinrichtungen 40, 40a können somit zwei Tapes 5 gleichzeitig auf dem Legetisch 50 platziert und abgelegt werden.

Entsprechend sind in der Fig. 2 auch zwei Einschneideeinrichtungen 60, 60a vorgesehen, wobei aus darstellerischen Gründen nur die jeweiligen Messerwalzen 61, 61a dargestellt sind, um selektiv unter Steuerung der Steuereinrichtung jeweilige partielle Einschnitte 6 in die Tapes 5 auszubilden.

Wie in der Fig. 2 angedeutet, können die Materialzufuhrseinheit 10, die

Abtrenneinrichtung 20, die Zuführungseinrichtung 30 und die Legeeinrichtung 40 bzw. die Materialzufuhreinheit 10a, die Abtrenneinrichtung 20a, die Zuführungseinrichtung 30a und die Legeeinrichtung 40a jeweils in einem Legekopf 7 bzw. 7a zusammengefasst sein. Dies ist jedoch nicht beschränkend, und es ist ebenfalls möglich, dass ein Legekopf 7, 7a nur die Legeeinrichtung 40, 40a oder neben der Legeeinrichtung 40, 40a auch die Einschneideeinrichtung 60, 60a und/oder die Zuführungseinrichtung 30, 30a und/oder die Abtrenneinrichtung 20, 20a umfasst.

Wie im Fall von im Stand der Technik bekannten Tapelegevorrichtungen 1 sind die Legeköpfe 7, 7a bzw. die darin enthaltenen Einheiten so eingerichtet, dass in einem Arbeitstakt zwei oder mehrere simultan abzulegende Tapes 5, welche jeweils eine Breite B aufweisen, um diese Breite B, oder um ein mehrfaches dieser Breite B (z.B. 2B, 3B, ...) zueinander beabstandet abgelegt werden, wobei in einem, oder gegebenenfalls in mehreren nachfolgen(den) Arbeitstakt(en) durch Ablegen weiterer Tapes 5 die verbleibenden Lücken zwischen bereits gelegten Tapes 5 aufgefüllt werden, um eine geschlossene Tapelage auszubilden. Dabei kann ebenfalls vorgesehen sein, dass, wie bekannt, während des Ablegens von Tapes 5 bereits zuvor abgelegte Tapes 5 zum Beispiel mittels hierzu vorgesehenen Ultraschalleinrichtungen an der oder den darunter liegenden Tapelagen angeheftet werden, beispielsweise durch Plastifizieren, oder zumindest teilweise mit der oder den darunter liegenden Tapelagen zu einem Laminat konsolidiert werden. Dieses Vorgehen kann für jede weitere Tapelage wiederholt werden.

Wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, sind die Legeeinrichtung 40, 40a die Zuführungseinrichtung 30, 30a und die Abtrenneinrichtung 20, 20a bevorzugt mit Transportbändern 31, 31a 41, 41a ausgeführt, die um jeweilige Umlenkrollen 32, 42 endlos umlaufen. In der Zuführungseinrichtung 30, 30a werden dabei die Tapes 5 aufliegend, das heißt, auf einer Oberseite der Zuführungseinrichtung 30, 30a auf dem Transportband 31, 31a aufliegend transportiert. Hingegen werden die einzelnen Tapes 5 in der Legeeinrichtung 40, 40a jeweils „hängend“ transportiert. Hierzu ist die Legeeinrichtung 40, 40a vorzugsweise mit einer Vakuumeinrichtung (nicht dargestellt) versehen, welche so mit dem Transportband 41, 41a der Legeeinrichtung 40, 40a verbunden ist, dass durch das Transportband 41, 41a hindurch Luft angesaugt und so ein Unterdruck aufgebaut werden kann, beispielsweise indem eine Vielzahl von

Öffnungen in dem Transportband 41, 41a vorgesehen sind, durch welche die Luft angesaugt werden kann. Durch den so entstehenden Unterdruck kann ein auf dem Transportband 31, 31a der Zuführungseinrichtung 30, 30a aufliegender, der Legeeinrichtung 40, 40a zugeführtes Tape 5 angesaugt werden, so dass er auf der Unterseite der Legeeinrichtung 40, 40a an dem Transportband 41, 41a anliegend

gehalten wird. Die Vakuumeinrichtung kann abgeschaltet werden, nachdem das Tape 5 auf dem Legetisch 50 platziert wurde.

Mit Bezug auf die Fig. 3a bis 3c werden die partiellen Einschnitte 6, welche in die Tapes 5 eingebracht werden, in größerem Detail beschrieben.

In der Fig. 3a ist ein Beispiel eines Tapes 5 gezeigt, der eine Breite B aufweist und der von der Abtrenneinrichtung 20 auf eine Länge L in Längsrichtung des Tapes 5 zugeschnitten wurde. Die Längsrichtung des Tapes 5 entspricht der Transportrichtung T, welche mit dem Pfeil in der Fig. 3a angezeigt ist.

Weiter zeigt die Fig. 3a eine Vielzahl von zueinander versetzten partiellen Einschnitten 6 in das Tape 5, welche mit Hilfe der Einschneideeinrichtung 60 ausgebildet wurden. Genauer wurde die Einschneideeinrichtung 60 von der Steuereinrichtung so angesteuert, dass die Einschnitte 6 in einem von einem Steuerprogramm der Steuereinrichtung vorgegebenen Einschnittsbereich E ausgebildet wurden, der eine Weitenerstreckung W und einen Abstand D von der Vorderkante in Längsrichtung bzw. Transportrichtung T des Tapes 5 aufweist.

Wie weiter in der Fig. 3a zu erkennen, erstrecken sich die Einschnitte 6 in einer Richtung im Wesentlichen quer zur Längsrichtung des Tapes 5 bzw. zur Transportrichtung T. Die Einschnitte 6 erstrecken sich dabei durch das Tape 5 hindurch und trennen bzw. schneiden die in dem Tape 5 enthaltenen hochbelastbaren Fasern. Die Einschnitte 6 weisen dabei jeweils eine Erstreckungslänge e auf, die wesentlich kleiner als die Breite B des Tapes 5 ist, insbesondere kleiner als 80%, bevorzugt kleiner als 60% der Breite B. Im Beispiel der Fig. 3a weisen die Einschnitte 6 jeweils eine Erstreckungslänge e auf, die etwa 50% der Breite B des Tapes 5 beträgt. Wie in Fig. 3a gezeigt, können dabei die Einschnitte 6 so angeordnet sein, dass mit verschiedenen der mehreren zueinander versetzt angeordneten Einschnitte 6 die

gesamte Breite B des Tapes 5 überdeckt wird, so dass jeder der in dem Tape 5 enthaltenen, in Längsrichtung des Tapes 5 bzw. in Transportrichtung T ausgerichteten hochbelastbaren Fasern von zumindest einem der Einschnitte 6 getrennt bzw. geschnitten wird. In Längsrichtung des Tapes 5 bzw. in Transportrichtung T sind dabei einzelne partielle Einschnitte 6 jeweils in einem Abstand d voneinander angeordnet, so dass die zwischen diesen partiellen Einschnitten 6 angeordneten hochbelastbaren Fasern auf die entsprechende Länge d gekürzt werden. Der Abstand d kann dabei beispielsweise 10 mm, 20 mm, 30 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm oder mehr betragen und kann insbesondere geeignet gewählt werden abhängig von der intendierten Anwendung, bzw. der Art, Geometrie und dem Ausmaß der komplexe Umformung, welcher eine Preform unterworfen werden wird, um zum Endprodukt umgeformt zu werden. In vielen praktischen Anwendungen erweisen sich Abstände zwischen 10 mm und 100 mm, bevorzugt zwischen 20 mm und 50 mm als gut geeignet.

Auf diese Weise ist es möglich, zum Legen großflächiger Bauteile mit komplexen Konturen auch lange und längste Tapes 5 zu verwenden, beispielsweise mit Längen von 1 m, 1,5 m oder 2 m, indem jeweils ein oder mehrere Einschnittsbereiche E vorgesehen sind, in denen die hochbelastbaren Fasern entsprechend getrennt und gekürzt sind. Die Einschnittsbereiche E werden dabei besonders bevorzugt an jenen Stellen von solchen Tapes 5 vorgesehen, an denen bei einem nachfolgenden Umformen eine lokale komplexe Umformung stattfindet, insbesondere mit lokalen großen und/oder sich in Ausmaß und/oder Richtung ändernden Biegeradien. Durch die Einschnitte 6 wird somit für die jeweils betroffenen Tapes 5 in den Einschnittsbereichen E lokal die Fließfähigkeit erhöht, so dass ein qualitativ hochwertiges Umformen auch in komplexe Strukturen ohne die Gefahr einer Faltenbildung und/oder Materialaufdickung möglich ist.

Das Beispiel der Fig. 3a ist dabei nicht beschränkend, und wie in den Fig. 3b und 3c beispielhaft gezeigt, sind auch andere Ausgestaltungen von Mustern von Einschnitten 6 möglich. So können beispielsweise auch Einschnitte 6 mit unterschiedlichen Erstreckungslängen e vorgesehen werden, und/oder Erstreckungslängen e, die wesentlich kleiner als 50% der Breite B des Tapes 5 betragen. Beispielsweise können über die Breite B des Tapes 5 (und zueinander jeweils in Längsrichtung versetzt) 3, 4, 5, 6, 10, 20 oder mehr kürzere Einschnitte 6 vorgesehen sein, beispielsweise mit

Erstreckungslängen von 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 30 mm oder mehr.

Mit Bezug auf die Fig. 4a bis 4e soll das selektive Eibringen von partiellen Einschnitten 6 näher erläutert werden. Die Fig. 4a zeigt dabei schematisch eine beispielhafte Geometrie eines herzustellenden Endprodukts, das Kofferecken aufweist. Wie in Fig. 4a gezeigt, ist das herzustellende Endprodukt im Wesentlichen flächig ausgebildet und weist eine Einbuchtung X auf, die sich in der Zeichnung nach oben erstreckt. Die im Wesentlichen rechteckige Einbuchtung X wird dabei unter Bildung von Ecken durch seitliche Kanten s und längs verlaufende Kanten l begrenzt. Es wird dabei verstanden werden, dass auch wenn in der Fig. 4a die Kanten l, s aus zeichnerischen Gründen als ideale Kanten l, s mit Winkeln von 90° dargestellt sind, in der Praxis üblicher Weise eine Realisierung erfolgen wird, in der an den Kanten l, s abgerundete Übergänge ausgebildet sind.

Um ein derartiges Endprodukt (die Endform) herzustellen, werden zunächst eine Vielzahl von Tapes 5 in zwei oder mehr flachen Tapelagen gelegt, wie in den Fig. 4b bis 4e gezeigt. Genauer werden zunächst, wie in Fig. 4b gezeigt, mehrere Tapes 5 in einem Abstand von jeweils einer Breite B eines Tapes 5 in einer ersten Richtung gelegt. An den Stellen bzw. Bereichen, in denen die Tapes 5 während der nachfolgenden Umformung zum herzustellenden Endprodukt, wie in Fig. 4a gezeigt, die Bereiche der Kanten l, s bzw. der Ecken der Einbuchtung X überstreichen werden, werden dabei von der Einschneideeinrichtung 60 partielle Einschnitte 6 in die Tapes 5 eingebracht. Diese Bereiche sind in der Fig. 4b durch die mit strichpunkteten Linien dargestellten Rechtecken angegeben.

Anschließend werden, wie in der Fig. 4c gezeigt, die in dieser Tapelage noch freibleibenden Bereiche zwischen den bereits gelegten Tapes 5 ausgefüllt, indem weitere Tapes 5 zwischen die bereits gelegten Tapes 5 gelegt werden. Mit der Einschneideeinrichtung 60 werden dabei wiederum partielle Einschnitte 6 in die Tapes 5 an den Stellen bzw. Bereichen eingebracht, welche die Bereiche der Kanten l, s bzw. der Ecken der Einbuchtung X überstreichen werden. Auf diese Weise wird so die erste Tapelage vervollständigt.

Auf diese erste Tapelage wird anschließend auf die gleiche Weise eine zweite

Tapelage gelegt, in welcher in diesem Beispiel die Tapes 5 in ihrer Ausrichtung um 90° gegenüber der Ausrichtung der Tapes 5 der ersten Tapelage gedreht sind und jeweils wiederum mit den entsprechenden partiellen Einschnitten 6 in den entsprechenden Bereichen versehen werden, wie in den Fig. 4d und 4e gezeigt.

Nachdem auf diese Weise ein Gelege aus mehreren Tapelagen gelegt wurde, kann das Gelege zunächst auf bekannte Weise zumindest teilweise konsolidiert und/oder laminiert werden, um eine Preform zu bilden, und die Preform kann anschließend in einer Presse zur gewünschten Endform umgeformt werden.

Auf Grund der in den entsprechenden Bereichen vorgesehenen partiellen Einschnitten 6 können dabei die in die Tapes 5 enthaltenen, durch die partiellen Einschnitte 6 getrennten hochbelastbaren Fasern vergleichsweise gut fließen, so dass beim Umformen die hochbelastbaren Fasern nicht oder nur geringfügig geschert oder gestaucht werden und dementsprechend keine oder allenfalls nur eine vernachlässigbare Tendenz der Faltenbildung und Materialaufdickung entsteht.

Wie in dem Beispiel der Fig. 4a bis 4e gezeigt, kann dabei so vorgegangen werden, dass partielle Einschnitte 6 in allen Bereichen vorgesehen werden, in denen ein Tape 5 einen Bereich überstreicht, in dem beim späteren Umformen eine Biegung erfolgt, beispielsweise eine Biegung von mehr als 30°, mehr als 40°, mehr als 45°, mehr als 60°, mehr als 85°, oder 90° oder mehr, und/oder mit einem Biegeradius von 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm oder weniger. So können die Tapes 5 auch in denjenigen Bereichen mit partiellen Einschnitten 6 versehen werden, in denen die Tapes 5 parallel zu den längs verlaufenden Kanten l verlaufen, wie in den Fig. 4b und 4c gezeigt, bzw. parallel zu den seitlichen Kanten s verlaufen, wie in den Fig. 4d und 4e gezeigt.

Es werden daher partielle Einschnitte 6 vorzugsweise nur an solchen Stellen bzw. Bereichen in die Tapes 5 eingebracht, an denen bei einer nachfolgenden Umformung eine lokale Biegung bzw. lokal eine komplexe Umformung erfolgt. Indem die hochbelastbaren Fasern durch die partiellen Einschnitte 6 lokal durchtrennt und gekürzt werden, wird die Fließfähigkeit, und damit die Umformbarkeit, der hochbelastbaren Fasern lokal deutlich verbessert. Eine Scherung oder Stauchung der

hochbelastbaren Fasern wird somit vermieden oder zumindest auf ein minimales Maß reduziert, wodurch auch die Gefahr einer Faltenbildung oder Materialaufdickung ausgeschlossen oder zumindest auf ein Mindestmaß reduziert wird. Gleichzeitig werden die hochbelastbaren Fasern in den anderen Bereichen, die beim Umformen keine oder nur geringe bzw. sanfte Biegungen erfahren, nicht durch partielle Einschnitte 6 durchtrennt und gekürzt, so dass die hochbelastbaren Fasern in diesen Bereichen weiter quasi als Endlosfasern vorliegen, so dass in diesen flachen bzw. nur sanft gebogenen Bereichen eine maximale Festigkeit, Belastbarkeit und Steifigkeit erzielt werden kann.

Bei einer Umformung, an der ein Tape 5 lokal nur in einer Richtung quer zur Längsrichtung des Tapes 5 (entsprechend der Transportrichtung T in Fig. 3a) gebogen werden soll, das heißt keine Biegungskomponente in Längsrichtung des Tapes 5 (und damit der Erstreckungsrichtung der in dem Tape 5 enthaltenen hochbelastbaren Fasern) vorliegt, kann in den meisten Anwendungsfällen jedoch davon ausgegangen werden, dass eine derartige Biegung allein in Querrichtung keine Probleme in Form von Scherung oder Stauchung der hochbelastbaren Fasern hervorrufen wird. Dementsprechend kann, wie in den Fig. 5a und 5b gezeigt, vorgesehen werden, partielle Einschnitte 6 nur in solchen Bereichen des Tapes 5 vorzusehen, in denen eine Biegungskomponente (auch) in Längsrichtung des Tapes 5 vorliegt. So ist es möglich, anstatt wie in Fig. 4b und 4c gezeigt vorzugehen, für die Tapes 5 der ersten Tapelage, die sich parallel zu den längs verlaufenden Kanten l der Einbuchtung X erstrecken, partielle Einschnitte 6 nur in solchen Bereichen vorzusehen, in denen die Tapes 5 die Ecken und/oder die seitlichen Kanten s überstreifen, wie in Fig. 5a gezeigt. Entsprechend ist es möglich, anstatt wie in Fig. 4d und 4e gezeigt vorzugehen, für die Tapes 5 der zweiten Tapelage, die sich parallel zu den seitlichen Kanten s der Einbuchtung X erstrecken, partielle Einschnitte 6 nur in solchen Bereichen vorzusehen, in denen die Tapes 5 die Ecken und/oder die längs verlaufenden Kanten l überstreifen, wie in Fig. 5b gezeigt. Es hat sich dabei in der Praxis gezeigt, dass es nicht notwendig ist, dass die Längsrichtung der Tapes 5 sich perfekt parallel zu einer Kante erstrecken, und dass auch kleine Winkelabweichungen von +/- 3° oder von +/- 5° toleriert werden können. Auf diese Weise ist es möglich, bei Beibehaltung der guten Umformbarkeit, die Bereiche, in denen partielle Einschnitte 6 vorzunehmen sind, weiter verringert bzw. verkleinert werden, so dass auf Grund der nun auch in den Bereichen allein (im

Wesentlichen) paralleler Erstreckung zu Biegekanten die hochbelastbaren Fasern nicht durch partielle Einschnitte 6 durchtrennt und gekürzt werden, was die Steifigkeit, Festigkeit und Belastbarkeit des herzustellenden Endprodukts (der Endform) insgesamt weiter verbessern kann.

Der Betrieb der Tapelegevorrichtung 1 wird dabei wie erwähnt von der Steuereinrichtung gesteuert. Die Steuereinrichtung kann zu diesem Zweck ein Computerprogramm in Form eines Legeprogramms, auch als "Plybook" bezeichnet, laden, welches definiert, zu welcher Länge L die einzelnen Tapes 5 zugeschnitten werden sollen, gegebenenfalls mit weiteren Angaben, ob die Enden rechtwinklig oder in einem vorgegebenen Winkel zugeschnitten werden sollen, sowie an welcher relativen Position und in welcher relativen Orientierung zum Legetisch 50 jedes einzelne Tape 5 zu liegen kommen soll. Ein derartiges Legeprogramm kann beispielsweise in Form eines Maschinencodes codiert sein, der direkt von einem Mikroprozessor der Steuereinrichtung ausgeführt wird. Alternativ kann das Legeprogramm jedoch auch in einem ASCII Format erstellt sein, welches für jedes Tape 5 die entsprechenden Angaben enthält, und die Steuereinrichtung kann einen Interpreter beinhalten, der geeignet zum Parsen und interpretierten Ausführen des Legeprogramms ist.

Während diese Art von Legeprogramm für Tapelegevorrichtungen 1 bekannt ist, wird mit der vorliegenden Offenbarung weiter vorgeschlagen, dass in dem Legeprogramm auch Information über etwaige vorzunehmende partielle Einschnitte 6 aufgenommen werden. Insbesondere kann das Legeprogramm für jedes Tape 5, in welchen partielle Einschnitte 6 einzubringen sind, entsprechende zusätzliche Informationen enthalten, welche codieren, dass ein Tape 5 partielle Einschnitte 6 aufweisen soll, sowie bevorzugt weiter Informationen bezüglich der oben genannten Werte für den Einschnittsbereich E, wie die Weitenerstreckung W und den Abstand D von der Vorderkante in Längsrichtung bzw. Transportrichtung T des Tapes 5. Enthält das Legeprogramm für ein Tape 5 keine Angabe, dass partielle Einschnitte 6 in diesen eingebracht werden sollen, wird auf diese Weise codiert, dass das Tape 5 keine partiellen Einschnitte 6 zu enthalten braucht oder enthalten darf.

Ein derartiges Legeprogramm kann ausgehend von einer gewünschten Endform, bzw. dem entsprechenden CAD-Modell der gewünschten Endform erstellt werden, indem

zunächst die Endform in eine Vielzahl von Tapes 5 „zerlegt“ und „zerteilt“ wird, welche die Endform (in umgeformter Form) ausfüllen. Dieser Prozess kann automatisch oder (teilweise oder vollständig) interaktiv unter Kontrolle eines Konstrukteurs ausgeführt werden, um eine möglichst optimale „Zerlegung“ der Endform in Tapes 5 zu finden. Auf diese Weise kann festgelegt werden, aus wie vielen Tapes 5 welcher Länge, an welcher Position und in welcher Orientierung die Endform aufgebaut sein soll.

In einem nächsten Schritt kann ermittelt werden, in welcher Position und Orientierung sich die Tapes 5 beispielsweise nach einem zweidimensionalen Legen auf einem Legetisch 50 befinden müssen, um unter Berücksichtigung der jeweiligen lokalen und globalen Verformungen und Verschiebungen auf Grund des Drapierens beim Umformen in einer Presse den gewünschten Aufbau der zuvor bestimmten „Zerlegung“ der Endform in Tapes 5 (in umgeformtem Zustand der Endform) zu erzielen. Hierzu kann beispielsweise von einer „flachgelegten“, das heißt auf eine zweidimensionale Fläche projizierten Konfiguration der Tapes 5, wie sie nach der oben genannten Zerlegung ermittelt wurden, ausgegangen werden, der Einfluss der lokalen und globalen Verformungen und Verschiebungen auf Grund des Drapierens beim Umformen in einer Presse basierend auf den bekannten Material- und Prozesseigenschaften simuliert und das Ergebnis mit der gewünschten Endform verglichen werden. Auf iterative Weise können Abweichungen korrigiert werden, indem einzelne betroffene Tapes 5 in ihrer Position und/oder Orientierung entsprechend verschoben oder verlagert werden und die Simulation wiederholt wird. Wenn ein Fehler bzw. eine Abweichung zwischen dem für eine iterativ ermittelte Konfiguration von (flächig gelegten) Tapes 5 simulierten Ergebnis gegenüber der gewünschten Endform kleiner als ein vorgegebenes Maß ist, kann die so ermittelte Konfiguration von Tapes 5 als eine zum Erhalten der Endform geeignete Konfiguration bestimmt und die Konfiguration in ein Legeprogramm umgewandelt werden.

Gemäß der vorliegenden Offenbarung wird weiter die Endform dahingehend analysiert, an welchen Stellen oder in welchen Bereichen beim Umformen lokale Biegungen oder andere komplexe Umformungen erfolgen. Für die so ermittelten Stellen oder Bereiche kann dann ermittelt werden, welche Tapes 5 an diesen Stellen oder in diesen Bereichen liegen, bzw. diese überstreifen, und es kann festgelegt werden, dass die betroffenen Tapes 5 mit partiellen Einschnitten 6 zu versehen sind, insbesondere mit

partiellen Einschnitten 6 in Einschnittsbereichen E, welche den Stellen bzw. Bereichen entsprechen, wie auch vorstehend zu Fig. 4a bis 5b erläutert.

Die so ermittelte Information über die Anzahl an Tapes 5, deren Position und Orientierung relativ zu einem Koordinatenfixpunkt, der üblicher Weise mit einem Koordinatenfixpunkt für den Legetisch 50 und/oder den Legekopf 40 assoziiert ist, kann dann zusammen mit der entsprechenden Information darüber, ob ein gegebenes Tape 5 mit partiellen Einschnitten 6 zu versehen ist, sowie gegebenenfalls mit der Information über die Weitenerstreckung W und den Abstand D von der Vorderkante des Tapes 5 in dem Legeprogramm codiert werden. Das so erstellte Legeprogramm kann anschließend in die Steuereinrichtung der Tapelegevorrichtung 1 geladen werden, um den Betrieb der Tapelegevorrichtung 1 für das Legen eines Geleges bzw. (nach etwaigem konsolidieren und/oder laminieren) einer Preform zu steuern, aus welcher sich durch anschließendes Umformen in einer Presse die gewünschte Endform formen lässt.

Mit Bezug nun auf Fig. 6a bis 6c soll eine weitere alternative Ausgestaltung einer Einschneideeinrichtung 70 erläutert werden. Wie in der Fig. 6a in einer schematischen Seitenansicht und in der Fig. 6b in einer schematischen Ansicht von oben gezeigt, ist die Einschneideeinrichtung 70 dieses Ausgestaltungsbeispiels nach Art eines Exzinterschneiders ausgeführt, der aus zwei im Wesentlichen baugleichen und weitgehend symmetrischen Baugruppen besteht, die beidseits des endlosen Bandes an Tape-Bandmaterial 2 angeordnet sind. Jede der Baugruppen umfasst eine Mehrzahl von Messern 71, die an einem Messerträger 72 befestigt sind. Die Messer 71 sind dabei nach Anzahl, Breite, Abstand und relativer Position zueinander so angeordnet, dass sich ein vorgegebenes, gewünschtes Profil von partiellen Einschnitten 6 ergibt, beispielsweise eines der in den Fig. 3a bis 3c gezeigten Profile von partiellen Einschnitten 6.

Der Messerträger 72 wiederum ist über eine Exzenterachse 74 exzentrisch an Antriebsscheiben 73 gelagert, welche von Motoren 75 drehend angetrieben werden können, wie durch die Pfeile in Fig. 6a angezeigt. Wenn sich die Antriebsscheiben 73 dabei an einer Drehposition befinden, wie schematisch in Fig. 6a gezeigt, in der die Exzenterachsen 74 dem Tape-Bandmaterial 2 am nächsten sind, bewegt sich der

Messerträger 72 der oberen und der unteren Baugruppe jeweils mit derselben Geschwindigkeit und in derselben Richtung wie das Tape-Bandmaterial 2. Der Abstand der beiden Baugruppen ist dabei so bemessen, dass die Messer 71 der beiden Baugruppen so zusammenwirken, das Tape-Bandmaterial 2 partiell einzuschneiden, um die partiellen Einschnitte 6 in das Tape-Bandmaterial 2 einzubringen.

Werden die Antriebsscheiben 73 weiter durch die Motoren 75 drehend angetrieben, werden die Messerträger 72 von dem Tape-Bandmaterial 2 abgehoben und dabei verlangsamt, im Verlauf der weiteren Drehung der Antriebsscheiben 73 weiter abgehoben und in eine Bewegung entgegen der Bewegung des Tape-Bandmaterials 2 versetzt, um bei einer weiteren Drehung der Antriebsscheiben 73 wieder in eine Bewegung in Richtung des Tape-Bandmaterials 2 versetzt und abgesenkt zu werden, bis die Messer 71 wieder miteinander in Eingriff kommen, um dabei die partiellen Einschnitte in das Tape-Bandmaterial 2 einzubringen, wie in Fig. 6a gezeigt.

Die Einschneideeinrichtung 70 kann der Abtrenneinrichtung 20 vorgeordnet angeordnet sein, wie in Fig. 6c gezeigt, so dass die Einschneideeinrichtung 70 das endlose Tape-Bandmaterial 2 schneidet, bevor die Abtrenneinrichtung 20 das Tape-Bandmaterial 2 zu einzelnen Tapes 5 vereinzelt. Dies ist jedoch nicht beschränkend, und es ist ebenfalls möglich, die Einschneideeinrichtung 70 der Abtrenneinrichtung 20 nachzuordnen, so dass die Einschnitte 6 direkt in das Tape 5 eingebracht werden.

Mit Bezug auf Fig. 7a bis 7c wird nun eine mögliche Ausführungsform der Abtrenneinrichtung 20 der Fig. 1 und 2 in größerem Detail beschrieben.

Mit Bezug auf die Fig. 7a bis 7c wird nun eine mögliche Ausführungsform der Abtrenneinrichtung 20 der Fig. 1 und 2 in größerem Detail beschrieben, wobei in der Fig. 7a eine Stellung des Schneidmessers 21 für einen Schnitt quer zur Bandrichtung dargestellt ist, während die Fig. 7b und 7c jeweils unterschiedliche, hierzu verschwenkte Stellungen des Schneidmessers 21 für einen „schiefen“ bzw. winkeligen Schnitt des Tapes 5 darstellen.

Wie in den Fig. 7a bis 7c gezeigt, weist die Abtrenneinrichtung 20 ein Schneidmesser 21 auf, das über dem Transportband 25 angeordnet ist. Das Schneidmesser 21 ist an

einem Ende mit einem Drehgelenk 28 schwenkbar gelagert und an seinem anderen Ende in einer Kulissenführung 22 gelagert, so dass das Schneidmesser 21, durch Heben und Senken des kulissenseitigen Endes mittels einer Betätigungs vorrichtung (nicht dargestellt) eine Schnittbewegung ausführen kann. Auf der der Materialzufuhreinheit 10 zugewandten Seite des Schneidmessers 21 ist eine Schneidplatte 23 über dem Transportband 25 angeordnet. Die Schneidplatte 23 ist vorzugsweise als eine dünne Blechplatte von zwischen 1 und 4 mm Dicke, bevorzugt zwischen 1,5 und 3 mm Dicke und besonders bevorzugt mit einer Dicke von 2 mm ausgeführt, und kann in einem Abstand von weniger als 2 mm, bevorzugt weniger als 1 mm, besonders bevorzugt weniger als 0,5 mm zum Transportband 25 angeordnet sein.

Das Tape-Bandmaterial 2 wird nun von den Antriebswalzen 11, und gegebenenfalls unter Führung von einem oberen und einem unteren Leitblech 27 und einer Deckplatte 24, über die Schneidplatte 23 in den Raum zwischen dem Schneidmesser 21 und dem Transportband 25 geschoben bzw. gefördert. Da hier das Tape-Bandmaterial 2 als Endlostape zugeführt wird, ist ein Schieben über Schneidplatte 23 ohne weiteres möglich. Jenseits des Schneidmessers 21 fällt das Tape-Bandmaterial 2 auf das Transportband 25 und wird, durch entsprechende Ansteuerung der Bewegung des Transportbandes 25 und der Antriebswalzen 11 durch die Steuereinrichtung (nicht dargestellt) weiter transportiert, bis eine gewünschte Länge des abzutrennenden Tapes 5 erreicht ist. In dieser Stellung wird das Transportband 25 und werden die Antriebswalzen 11 für das Abtrennen des Tapes 5 stillgesetzt.

Wie in den Fig. 7a bis 7c zu erkennen, weist die Schneidplatte 23 eine gerade Kante auf, die als ein Gegenmesser dient, entlang dem die Klinge des Schneidmessers 21 nach Art eines Scherenschnitts schneidet, um so das Tape-Bandmaterial 2 zu schneiden und das Tape 5 von diesem abzutrennen. Nachdem der Schnitt erfolgt ist, fällt auch das schneidmesserseitige Ende des frisch abgetrennten Tapes 5 auf das Transportband 25 und kann von diesem weitertransportiert werden in Richtung zur Legeeinrichtung 40. Da somit das abgetrennte Tape 5 immer auf dem Transportband 25 zu liegen kommt, kann dieser selbst im Fall kurzer und kürzester Schneidlängen, beispielsweise im Fall von Tapes 5, die lediglich eine Länge von 10 mm, 5 mm oder weniger aufweisen, sicher und zuverlässig abtransportiert werden.

Die Schneidplatte 23 ist vorzugsweise mechanisch mit der Kulissenführung 22, in der das Schneidmesser 21 geführt wird, verbunden, und die Einheit aus Schneidplatte 23, Kulissenführung 22, Schneidmesser 21 und Drehgelenk 28 ist in vorteilhafter Weise um eine vertikale Achse Z drehbar gelagert, und kann mittels einem Drehantrieb (nicht dargestellt) unter Steuerung der Steuereinrichtung (nicht dargestellt) stufenlos im Drehwinkel verstellt werden, beispielsweise in einem Bereich von $\pm 50^\circ$, um einen gewünschten Schnittwinkel, in dem ein Tape 5 geschnitten werden soll, einzustellen. Unabhängig vom Schneidwinkel fällt das abgetrennte Tape 5 immer vollständig auf das Transportband 25.

Wie in den Fig. 7b und 7c weiter zu erkennen, ist es mit der Abtrenneinrichtung 20 dieser Ausführungsform auch möglich, unterschiedliche breite Tape-Bandmaterialien 2 zu verwenden, ohne dass hierzu eine Umkonfiguration der Abtrenneinrichtung 20 notwendig ist. Es ist hierbei besonders vorteilhaft, wenn eine Seitenkante des Tape-Bandmaterials 2 als Führungskante dient, die insbesondere mit einer gleichen Seitenkante des Transportbandes 25 flüchtig ausgerichtet ist. Dies kann beispielsweise dadurch unterstützt werden, dass an dieser Seitenkante des Transportbandes 25 ein seitliches Leitblech (nicht dargestellt) angeordnet wird, das als Anschlag und Führung für das Tape-Bandmaterial 2, bzw. für davon abgetrennte Tapes 5 dient. Auf diese Weise kann eine stets gleichbleibende, in der Position unveränderte und wohldefinierte Lage dieser Seitenkante des Tape-Bandmaterials 2 bzw. das Tape 5 relativ zum Transportband 25 sichergestellt werden. Dementsprechend wirken sich unterschiedliche Breiten des Tape-Bandmaterials 2 bzw. das davon abgetrennte Tape 5 nur auf die Lage der gegenüberliegenden Seitenkante aus, welche Lage ausgehend von der Führungskante und durch die bekannte Breite des Tape-Bandmaterials 5 bzw. des Tapes 5 definiert wird. Auf diese Weise ist es möglich, auch bei Verwendung von Tape-Bandmaterialien 2 unterschiedlicher Breite eine jeweils wohldefinierte und genaue Positionierung der Tapes 5 auf dem Transportband 25, und damit in Folge auch in der Zuführungseinrichtung 30 und der Legeeinrichtung 40 zu erzielen, und so eine hohe Legepräzision sicherzustellen.

In einer alternativen Ausführungsform der Abtrenneinrichtung 20 kann der Schnitt direkt auf dem Transportband 25 erfolgen. Entsprechend braucht in dieser Ausführungsform nur das Schneidmesser 21, die Kulissenführung 22 und das

Drehgelenk 28 vorgesehen werden, welche wiederum, ähnlich wie vorstehend beschrieben, als eine um eine vertikale Achse Z drehbar gelagerte, im Drehwinkel stufenlos verstellbare Einheit ausgeführt sein können. Das Schneidmesser 21 kann dabei vorteilhafter Weise geringfügig in das Transportband 25 einschneiden, beispielsweise in einem Bereich von 0 bis 3 mm, bevorzugt in einem Bereich von 0,3 mm bis 2 mm, besonders bevorzugt in einem Bereich von 0,5 mm bis 1,5 mm. Das Transportband 25 dient somit als Schneidmatrize. Vorzugsweise ist im Bereich des Schneidmessers 21, bzw. im Bereich, in dem das Schneidmesser 21 verschwenkt werden kann, eine Auflageplatte 29 vorgesehen, auf der das Transportband 25 aufliegend verläuft, wobei die Auflageplatte 29 verhindert, dass sich das Transportband 25 während des Schneidens unter der Kraft des Schneidmessers 21 durchbiegt. Bevorzugt kann auch vorgesehen sein, dass nach dem Schneiden und Abtrennen des Tapes 5 von dem Tape-Bandmaterial 2 zunächst nur das Transportband 25 bewegt wird, während die Antriebswalzen 11 weiter stillgesetzt verbleiben. Das Tape 5 kann somit räumlich von dem Ende des Tape-Bandmaterials 2 wegbewegt werden, so dass ein Abstand zum nächsten zu schneidenden Tape 5 hergestellt wird. Diese Ausführungsform hat den Vorteil einer einfacheren, kompakteren und kostengünstigeren Konstruktion, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass das Transportband 25 auf Grund des wiederholten Einschneidens durch das Schneidmesser 21 im Lauf der Zeit verschleißt kann und ausgetauscht werden muss.

Während in der vorstehenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform eine Abtrenneinrichtung 20 mit einem um Umlenkrollen 26 umlaufenden, endlosen Transportband 25 ausgeführt ist, ist dies nicht beschränkend, und das Transportband 25 kann auch durch andere Arten von flächigen Transportelementen ersetzt werden. So kann zum Beispiel vorgesehen sein, dass die Abtrenneinrichtung 20 ein flächiges, insbesondere plattenförmiges Transportelement aufweist, mit einer plattenförmigen Auflagefläche, die in und entgegen der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials 2 verfahrbar ist. Beispielhaft kann das flächige Transportelement als eine Metallplatte, eine Kunststoffplatte, eine mit einem Kunststoff oder einem anderen Material beschichtete oder überzogene Metallplatte oder Kunststoffplatte ausgeführt sein, die mittels einer Linearführung gelagert und geführt wird, und die mittels einem Verfahrnantrieb parallel zur Transportrichtung des Tape-Bandmaterials 2 hin- und her bewegt werden kann. Das Tape-Bandmaterial 2 und/oder die abgetrennten Tapes 5

kommen dabei auf der von der Oberfläche des plattenförmigen Transportelements gebildeten Auflagefläche zur Ablage. Das plattenförmige Transportelement kann insbesondere auch mit einer Vakuumeinrichtung zu einem sogenannten „Vakuumkasten“ integriert werden, wobei die Vakuumeinrichtung einen Unterdruck erzeugt, mit dem das Tape-Bandmaterial 2 und/oder abgetrennte Tape 5 auf der Auflagefläche gehalten werden.

Mit Bezug auf Fig. 8 wird nun eine weitere Ausführungsform einer Einschneideeinrichtung 80 angegeben, welche gleichzeitig die Funktionalität der Abtrenneinrichtung 20 verwirklicht. Dies kann auf einfache Weise dadurch geschehen, dass ausgehend von der Abtrenneinrichtung 20 der Fig. 7a bis 7c das einzelne Schneidmesser 21, das an einem Drehgelenk 28 angelenkt ist, durch eine Mehrzahl von partiellen Schneidklingen 21b bis 21n ersetzt wird, die jeweils durch einen jeweils zugeordneten Aktuator (nicht dargestellt) in vertikaler Richtung betätigt werden können, wie durch die Doppelpfeile in Fig. 8 angedeutet. Die Steuereinrichtung kann somit einen Trennschnitt ausführen, indem alle Aktuatoren und somit die zugeordneten partiellen Schneidklingen 21b bis 21n gleichzeitig und parallel betätigt werden (bzw. alle Schneidklingen 21b bis 21n, welche die Breite des Tape-Bandmaterials 2 abdecken). Die partiellen Schneidklingen 21b bis 21n bilden somit gemeinsam ein Schneidmesser 21. Ebenso kann die Steuereinrichtung die partiellen Einschnitte 6 einbringen, indem jeweils nur einzelne, bzw. eine ausgewählte Teilmenge der Schneidklingen 21b bis 21n durch die jeweils zugeordneten Aktuatoren betätigt werden. Jede der betätigten partiellen Schneidklingen 21b bis 21n bildet dabei einen partiellen Einschnitt 6 aus. Wie im Fall der Abtrenneinrichtung 20 der Fig. 7a bis 7c können die Messerklingen 21a bis 21n in einer Kulissenführung 22 geführt werden.

Da die Einschneideeinrichtung 80 gleichzeitig als Abtrenneinrichtung 20 arbeitet, kann auf diese Weise eine sehr kompakte Maschinenkonstruktion erhalten werden.

Mit Bezug auf Fig. 9 wird eine nochmals weitere Ausführungsform einer Einschneideeinrichtung 90 angegeben. Ähnlich der Einschneideeinrichtung 60 der Fig. 1 und 2 weist die Einschneideeinrichtung 90 dieser Ausführungsform ebenfalls eine Messerwalze 91 auf, die von einem Motor (nicht dargestellt) angetrieben und in Drehung versetzt werden kann. Ebenfalls ist ein Aktuator 92 vorgesehen, um die

Messerwalze 91 abzusenken und in eingriff mit dem Tapes 5 bzw. dem Tape-Bandmaterial 2 zu bringen, um die partiellen Einschnitte 6 einzubringen, oder die Messerwalze 91 anzuheben und außer Eingriff zu bringen, wenn keine partiellen Einschnitte 6 vorgenommen werden sollen.

Weiter weist die Einschneideeinrichtung 90 eine Gegenwalze 93 auf, in der Ausnehmungen ausgebildet sind, in welche die Messerklingen der Messerwalze 91 eingreifen. Um für den notwendigen Gleichlauf zu sorgen, kann die Gegenwalze 93 ebenfalls durch einen Motor (nicht dargestellt) angetrieben oder mechanisch mit der Messerwalze 91 gekoppelt sein. Die Messerwalze 91 und die Gegenwalze 93 sind vorzugsweise so beabstandet, dass in der durch den Aktuator 92 betätigten Eingriffsposition der Messerwalze 91 die Messerwalze 91 und die Gegenwalze 93 das Tape-Bandmaterial 2 bzw. das Tape 5 zwischen diesen klemmen. Auf diese Weise können die Messerwalze 91 und die Gegenwalze 93 so als eine Art Quetschwalzenantrieb vergleichbar dem Paar von Antriebswalzen 11 arbeiten. Während die Fig. 9 eine dedizierte Gegenwalze 93 darstellt, ist es ebenfalls denkbar und möglich, eine der Umlenkrollen 26, 32 oder 42 als eine Gegenwalze 93 auszubilden, die mit der Messerwalze 91 zusammenwirkt.

Weiterhin ist es ebenso denkbar, die kombinierte Abtrenn-/Einschneideeinrichtung 80 in Kombination mit einer weiteren dedizierten Einschneideeinrichtung 60, 70, 90 wie den zuvor beschriebenen Einschneideeinrichtungen 60 oder 70, oder der nachfolgend beschriebenen Einschneideeinrichtung 90 zu kombinieren. So ist es beispielsweise denkbar, dass die dedizierte Einschneideeinrichtung 60, 70 oder 90 partielle Einschnitte 6 in den vorgesehenen Bereichen in die Tapes 5, bzw. das Tape-Bandmaterial 2 einbringt, und dass die kombinierte Abtrenn-/Einschneideeinrichtung 80 ergänzende partielle Einschnitte 6, gegebenenfalls auch in einem Winkel, einbringt, um an Stellen oder Bereichen, in denen eine komplexe Umformung mit besonders starker lokaler Biegung für eine höhere Dichte an partiellen Einschnitten 6, und damit für ein lokal nochmals erhöhtes Fließvermögen der Tapes 5, bzw. der darin eingebetteten hochbelastbaren Fasern zu sorgen.

Darüber hinaus ist es ebenfalls denkbar, auch die Zuführungseinrichtung 30 und/oder die Legeeinrichtung 40 in entsprechender Weise anstelle wie vorstehend beschrieben mit Transportbändern 32, 42 ebenfalls mit flächigen Transportelementen, wie

insbesondere plattenförmigen Transportelementen, auszubilden, die ebenfalls entsprechend in und entgegen der Transportrichtung der Tapes 5 hin- und her bewegt werden können.

Während die Erfindung im Vorstehenden anhand einzelner Ausführungsformen beschrieben wurde, sind diese allein beispielhaft und nicht beschränkend.

So kann es vorgesehen sein, dass für jeden Legekopf 7 nicht nur eine, sondern mehrere Einschneideeinrichtungen 60, 70, 80, 90 gleichen oder unterschiedlichen Typs vorgesehen sind, und auch mit gleichem oder unterschiedlicher Anordnung vor, integral mit oder nachgelagert der Abtrenneinrichtung 20. Tatsächlich erlauben es die vielfältigen Weisen der örtlichen Anordnung und der maschinentechnischen Ausgestaltung der zur Verwendung geeigneten Einschneideeinrichtungen 60, 70, 80, 90 insbesondere auch eine einfache Adaption für viele unterschiedliche Typen von bekannten und noch zu entwickelnden Tapelegevorrichtungen 1, so dass sich die Vorteile der hierin dargelegten Erfindung auf einfache Weise auf unterschiedliche Typen von Tapelegevorrichtungen 1 anwenden lässt. Die vorliegende Erfindung ist daher zum Beispiel auch nicht auf die beispielhaften Ausführungsformen der Fig. 1 und 2, insbesondere der Legeköpfe 7, 7a oder Abtrenneinrichtungen 20, 20a beschränkt, und diese kann vielmehr auch auf andere Arten von Tapelegevorrichtungen 1 angewandt werden. So ist es ebenfalls denkbar eine aus der WO 2014/083196 A1 bekannte Tapelegevorrichtung 1 entsprechend umzugestalten, indem Einschneidevorrichtungen 60, 70, 80, 90 wie beispielsweise die in Fig. 6a bis 6b oder 9 gezeigten zwischen den Material-Zuführungseinheiten zum Zuführen von Tape-Bandmaterial und den Greifmechanismen zum Ziehen von Streifen aus den Material-Zuführungseinheiten angeordnet werden, wobei die Bandhefteinheiten und Führungsbahnen Legeeinrichtungen entsprechen. Auch die Anwendung auf Tapelegevorrichtungen 1, in welchen Tapes 5 mit einem Roboter nach dem Pick-und-Place Prinzip oder mit einem Legeroboter auf einen Legetisch bzw. eine entsprechende Legefäche gelegt werden, ist denkbar, beispielsweise indem die dort bekannten Abtrenneinrichtungen als integrale Abtrenn-/Einschneideeinrichtungen 80 ausgeführt werden, oder indem dedizierte Einschneideeinrichtungen 60, 70, 90 zusätzlich vorgesehen werden.

Des Weiteren ist es auch möglich, dass die Einschneideeinrichtung 60, 70, 80, 90 zwischen der Materialzufuhrseinheit 10 und der Abtrenneinrichtung 20 angeordnet ist. Alternativ ist es auch möglich, die Einschneideeinrichtung 60, 70, 80, 90 der Abtrenneinrichtung 20 nachgelagert anzutragen. Es ist ebenfalls möglich, die Einschneideeinrichtung 60, 70, 80, 90 integral mit der Abtrennvorrichtung 20 auszubilden, so dass eine Einrichtung beide Funktionalitäten erfüllt. Zudem ist es möglich, für jeden Legekopf 7 nicht nur eine, sondern auch mehrere Einschneideeinrichtungen 60, 70, 80, 90 gleichen oder unterschiedlichen Typs vorzusehen.

Bezugszeichenliste P1576AT:

- | | |
|--------------|------------------------|
| 1 | Tapelegevorrichtung |
| 2 | Tape-Bandmaterial |
| 5 | Tape |
| 6 | Einschnitt |
| 7, 7a | Legekopf |
| 10, 10a | Materialzufuhrseinheit |
| 11, 11a | Antriebswalze |
| 12 | Spule |
| 20, 20a | Abtrenneinrichtung |
| 21, 21a | Schneidmesser |
| 21b, ... 21n | Schneidklinge |
| 22 | Kulissenführung |
| 23 | Schneidplatte |
| 24 | Deckplatte |
| 25 | Transportband |
| 26 | Umlenkrollen |
| 27 | Leitblech |
| 28 | Drehgelenk |
| 29 | Auflageplatte |
| 30, 30a | Zuführungseinrichtung |
| 31, 31a | Transportband |
| 32 | Umlenkrollen |
| 33 | Abwurfbehälter |
| 40, 40a | Legeeinrichtung |
| 41, 41a | Transportband |
| 42 | Umlenkrollen |
| 50 | Legetisch |
| 60, 60a | Einschneideeinrichtung |
| 61 | Messerwalze |
| 62 | Aktuator |
| 70 | Einschneideeinrichtung |
| 71 | Messer |

72	Messerträger
73	Antriebsscheibe
74	Exzenterachse
75	Motor
80	Einschneideeinrichtung
90	Einschneideeinrichtung
91	Messerwalze
92	Aktuator
93	Gegenwalze
B	Breite
D	Abstand
E	Einschnittsbereich
L	Länge
T	Transportrichtung
W	Weitenerstreckung
X	Einbuchtung
Z	Drehachse
d	Abstand
e	Ecke/Erstreckungslänge
l	Kante
s	Kante

Patentansprüche

1. Tapelegevorrichtung (1), aufweisend
eine Materialzufuhrseinheit (10) zum Zuführen zumindest eines Tape-
Bandmaterials (2), eine Abtrenneinrichtung (20) zum Abtrennen zumindest
eines Tapes (5) von dem Tape-Bandmaterial (2), eine Legeeinrichtung (40) zum
Aufnehmen, Ablegen und zum Platzieren von abgetrennten Tapes (5) oder
Tape-Bandmaterials (2) auf einem Legetisch (50), und eine Steuereinrichtung
zum Steuern des Betriebs der Tapelegevorrichtung (1),
dadurch gekennzeichnet, dass die Tapelegevorrichtung (1) weiter zumindest
eine Einschneideeinrichtung (60; 70; 80; 90) aufweist, welche eingerichtet ist,
unter Steuerung durch die Steuereinrichtung partielle Einschnitte (6) in das
Tape-Bandmaterial (2) und/oder das Tape (5) vorzunehmen.
2. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Steuereinrichtung eingerichtet ist, das Vornehmen von partiellen Einschnitten
(6) in das Tape-Bandmaterial (2) und/oder das Tape (5) durch die
Einschneideeinrichtung (60; 70; 80; 90) so zu steuern, dass die partiellen
Einschnitte (6) selektiv nur in einzelnen gewünschten Tapes (5) und/oder nur in
einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen (E) einzelner gewünschter Tapes
(5), oder Abschnitten des Tape-Bandmaterials (2), die den einzelnen
gewünschten Tapes (5) und/oder den einzelnen gewünschten
Einschnittsbereichen (E) einzelner gewünschter Tapes (5) nach dem Abtrennen
der Tapes (5) durch die Abtrenneinrichtung (20) entsprechen, vorgenommen
werden.
3. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung eingerichtet ist, ein
Legeprogramm zu empfangen und den Betrieb der Tapelegevorrichtung (1)
gemäß dem Legeprogramm zu steuern, wobei das Legeprogramm für jedes zu
legende Tape (5) eine Länge (L), sowie eine Position und Orientierung zur
Ablage des Tapes (5) auf dem und relativ zum Legetisch (50) definiert, sowie
weiter für jedes Tape (6) eine Angabe enthält, ob in diesem Tape (6) partielle

Einschnitte (6) vorzunehmen sind.

4. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Legeprogramm für ein Tape (5), in dem partielle Einschnitte (6) vorzunehmen sind, weiter Angaben über eine Größe und/oder Lage eines Einschnittsbereichs (E) enthält, in welchem die partiellen Einschnitte (6) vorzunehmen sind, insbesondere eine Weitenerstreckung (W) des Einschnittsbereichs (E) und/oder einen Abstand (D) des Einschnittsbereichs (E) von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes (5).
5. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Einschneideeinrichtung (60; 70; 80; 90) vorgenommenen partiellen Einschnitte (6) sich jeweils quer zu einer Längsrichtung des Tape-Bandmaterials (2) bzw. des Tapes (5) erstrecken.
6. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschneideeinrichtung (60; 70; 90) zwischen der Materialzufuhreinheit (10) und der Abtrenneinrichtung (20) angeordnet ist, oder der Abtrenneinrichtung (20) nachgelagert angeordnet ist.
7. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschneideeinrichtung (60; 90) eine Messerwalze (61; 91) aufweist.
8. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschneideeinrichtung (60; 90) ein Gegenlager bevorzugt in Form eines als Transportband (31, 31a) ausgebildetes Schneidbandes oder einer Gegenwalze (93) aufweist.
9. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschneideeinrichtung (80) integral mit der Abtrennvorrichtung (20) ausgebildet ist.

10. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legeeinrichtung (40) ein um Umlenkrollen (42) umlaufendes, endloses Transportband (41, 41a) und eine mit dem Transportband (41, 41a) verbundene Vakuumeinrichtung aufweist, wobei die einzelnen Tapes (5) auf einer Unterseite der Legeeinrichtung (40) aufgenommen und mittels dem von der Vakuumeinrichtung erzeugten Unterdruck an dem Transportband (41, 41a) gehalten werden können; und/oder dass zwischen der Abtrenneinrichtung (20) und der Legeeinrichtung (40) zumindest eine Zuführungseinrichtung (30) angeordnet ist, welche ein um Umlenkrollen (32) umlaufendes, endloses Transportband (31, 31a) aufweist und derart eingerichtet ist, in der Abtrenneinrichtung (20) abgetrennte Tapes (5) aufzunehmen und der Legeeinrichtung (40) zuzuführen, wobei die einzelnen Tapes (5) auf dem Transportband (31, 31a) aufliegend transportiert werden; und/oder dass die Abtrenneinrichtung (20): ein um eine Drehachse (Z) im Winkel verstellbares Schneidmittel zum Abtrennen eines Tapes (5) von dem Tape-Bandmaterial (2), und die Abtrenneinrichtung (20) ein flächiges Transportelement aufweist, wobei das Tape-Bandmaterial (2) zwischen das Schneidmittel und das flächige Transportelement zugeführt werden kann und das Tape-Bandmaterial (2) auf bzw. über das flächige Transportelement geschnitten werden kann, um das Tape (5) von dem Tape-Bandmaterial (2) abzutrennen, wobei bevorzugt das flächige Transportelement als ein um Umlenkrollen (26) umlaufendes, endloses Transportband (25) ausgeführt ist oder eine plattenförmige Auflagefläche aufweist, die in und entgegen der Transportrichtung des Tape-Bandmaterials (2) verfahrbar ist, und/oder eine Vakuumeinrichtung aufweist, welche mit dem flächigen Transportelement derart verbunden ist, um das Tape-Bandmaterial (2) und/oder das abgetrennte Tape (5) mittels von der Vakuumeinrichtung erzeugten Unterdruck auf dem flächigen Transportelement zu halten, und/oder eingerichtet ist, das Tape-Bandmaterial (2) auf dem flächigen Transportelement aufliegend zwischen das Schneidmittel und flächige Transportelement zuzuführen und das Tape-Bandmaterial (2) auf dem flächigen Transportelement aufliegend zu schneiden, und/oder eine Schneidplatte (23) aufweist, die über dem flächigen Transportelement und in Transportrichtung des Tape-Bandmaterials (2) vor dem Schneidmittel

angeordnet ist, wobei das Tape-Bandmaterial (2) auf der Schneidplatte (23) aufliegend geführt ist, wobei die Schneidplatte (23) gemeinsam mit dem Schneidmittel verschwenkbar ist, und wobei die Schneidplatte (23) eine Schneidkante definiert, entlang derer das Schneidmittel das Tape-Bandmaterial (2) zur Abtrennung eines Tapes (5) schneidet, und/oder das Schneidmittel als eine Mehrzahl partieller Schneidklingen (21b bis 21n) ausgebildet ist, wobei jede der partiellen Schneidklingen (21b bis 21n) mit einem Aktuator gekoppelt ist, welcher eingerichtet ist, unter Steuerung der Steuereinrichtung die jeweils zugeordnete Schneidklinge (21b bis 21n) vertikal anzugeben und abzusenken, um einen jeweiligen partiellen Schnitt vorzunehmen.

11. Verfahren zum Erstellen eines Legeprogramms für eine Tapelegevorrichtung (1) zur Verwendung bei der Herstellung einer Endform, umfassend die Schritte: Bereitstellen eines Aufbaus eines mehrschichtigen Laminats, umfassend zumindest die Zuschnitt-Geometrie und die Faserorientierung je Lage des Laminats, und eines zugehörigen computerbasierten Modells einer gewünschten Endform; Ermitteln eines Legemusters aus einer Vielzahl von Tapes für jede Lage des Laminats derart, dass die Lage mit möglichst geringer Taktzeit und mit geringem Verschnitt an Tapes oder Tape-Bandmaterial gelegt werden kann; Ermitteln, unter Verwendung einer einfachen oder iterativen Simulation der Verformungen und Verschiebungen auf Grund des Drapierens beim Umformen des 2-dimensionalen mehrschichtigen Laminats in einer Presse; und Erstellen eines Legeprogramms, welches für jeden der Vielzahl von Tapes (5) die Länge (L), Position und Orientierung definiert, **dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren weiter umfasst:** Analysieren der Endform und Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden und/oder lokale Biegungen oder andere Umformungen erfolgen, insbesondere Biegungen oder andere Umformungen, welche ein vorgegebenes Maß überschreiten; für die ermittelten Stellen oder Bereiche, Bestimmen, welche Tapes (5) die ermittelten Stellen oder Bereichen überstreifen; Bestimmen, dass die ermittelten Stellen oder Bereiche überstreifenden Tapes

(5) mit partiellen Einschnitten (6) zu versehen sind; und für jedes Tape (5), das bestimmt wurde, mit partiellen Einschnitten (6) versehen zu werden, Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche das betreffende Tape (5) als mit partiellen Einschnitten (6) zu versehen definieren.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bestimmen, dass die ermittelten Stellen oder Bereiche überstreichenden Tapes (5) mit partiellen Einschnitten (6) zu versehen sind, weiter umfasst; Bestimmen einer Größe und/oder einer Lage eines Einschnittsbereichs (E), in welchem die partiellen Einschnitte (6) vorzunehmen sind, derart, dass der Einschnittsbereich (E) die Stelle bzw. den Bereich überlappt, wobei für jeden Einschnittsbereich (E) bevorzugt weiter eine Weitenerstreckung (W) des Einschnittsbereichs (E) und/oder ein Abstand (D) des Einschnittsbereichs (E) von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes (5) bestimmt wird; und dass das Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche das betreffende Tape (5) als mit partiellen Einschnitten (6) zu versehen definieren, weiter umfasst Einfügen von Anweisungen in das Legeprogramm, welche für das betreffende Tapes (5) den Einschnittsbereich (E) definieren, insbesondere unter Definition der bestimmten Weitenerstreckung (W) des Einschnittsbereichs (E) und/oder des Abstands (D) des Einschnittsbereichs (E) von der Vorderkante und/oder des Abstands (d) der Einschnitte (6) im Einschnittsbereich (E) der Orientierung der Einschnitte (6) in Längsrichtung des Tapes (5) definieren.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden, beinhaltet ein Ermitteln von solchen Stellen oder Bereichen, an bzw. in denen eine Endkontur, insbesondere eine Ecke einer Endkontur, durch die Tapes (5) unvollständig ausgeformt wird, und/oder ein gewünschtes Endmaß der Endkontur unterschritten oder überschritten wird.
14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ermitteln von Stellen oder Bereichen, an denen beim Umformen lokale Biegungen oder andere komplexe Umformungen erfolgen, beinhaltet ein Ermitteln von solchen Stellen oder Bereichen, an bzw. in denen eine Biegung,

insbesondere eine Komponente der Biegung in Längsrichtung eines Tapes (5), um einen Winkel von mehr als 30°, mehr als 40°, mehr als 45°, mehr als 66°, mehr als 85°, oder 90° oder mehr, und/oder mit einem Biegeradius von 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm oder weniger erfolgt.

15. Computerprogrammprodukt, welches von einem Computer ausführbare Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, den Computer dazu veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14 auszuführen.
16. Computerprogrammprodukt, welches Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einer Steuereinrichtung einer Tapelegevorrichtung (1) ausgeführt werden, die Steuereinrichtung dazu veranlassen, den Betrieb der Tapelegevorrichtung (1) so zu steuern, eine Vielzahl von Tapes (5) auf einem Legetisch (50) abzulegen, wobei die Anweisungen für jedes zu legende Tape (5) weiter eine Länge (L), sowie eine Position und Orientierung zur Ablage des Tapes (5) auf dem und relativ zum Legetisch (50) definieren,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anweisungen weiter für jedes Tape (6) definieren, ob in diesem Tape (6) partielle Einschnitte (6) vorzunehmen sind.
17. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anweisungen für ein Tape (5), in dem partielle Einschnitte (6) vorzunehmen sind, weiter eine Größe und/oder Lage eines Einschnittsbereichs (E) definieren, in welchem die partiellen Einschnitte (6) vorzunehmen sind, insbesondere eine Weitenerstreckung (W) des Einschnittsbereichs (E) und/oder einen Abstand (D) des Einschnittsbereichs (E) von der Vorderkante in Längsrichtung des Tapes (5).
18. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 16 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Computerprogrammprodukt erstellt wurde durch Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 11 bis 14, oder durch Ausführen, auf einem Computer, der Anweisungen des Computerprogrammprodukts nach Anspruch 15.

19. Tapelegeverfahren, umfassend:

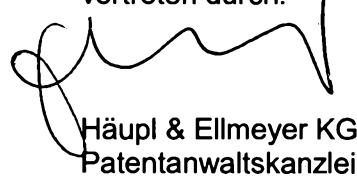
Zuführen zumindest eines Tape-Bandmaterials (2) mittels einer Materialzufuhrseinheit (10); Abtrennen zumindest eines Tapes (5) von dem Tape-Bandmaterial (2) mittels einer Abtrenneinrichtung (20); und Aufnehmen, Ablegen und Platzieren von abgetrennten Tapes (5) oder Tape-Bandmaterial (2) auf einem Legetisch (50) mittels einer Legeeinrichtung (40); **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiter umfasst: selektives Einbringen, mit einer Einschneideeinrichtung (60; 70; 80; 90), von partiellen Einschnitten (6) in das Tape-Bandmaterial (2) und/oder das Tape (5).

20. Tapelegeverfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die partiellen Einschnitte (6) selektiv nur in einzelnen gewünschten Tapes (5) und/oder nur in einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen (E) einzelner gewünschter Tapes (5), oder Abschnitten des Tape-Bandmaterials (2), die den einzelnen gewünschten Tapes (5) und/oder den einzelnen gewünschten Einschnittsbereichen (E) einzelner gewünschter Tapes (5) nach dem Abtrennen des Tapes (5) durch die Abtrenneinrichtung (20) entsprechen, vorgenommen werden, bevorzugt nur in Bereichen, in welchen bei einer nachfolgenden Umformung in eine 3D Kontur lokal eine Biegung erfolgt, insbesondere eine Biegung um einen Winkel von mehr als 30°, mehr als 40°, mehr als 45°, mehr als 66°, mehr als 85°, oder 90° oder mehr, und/oder mit einem Biegeradius von 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm oder weniger erfolgt und/oder bevorzugt nur in Bereichen, in welchen bei einer nachfolgenden Umformung in eine 3D Kontur lokal eine unzureichende Formfüllung und/oder Faservolumengehalt und/oder Faserverlauf erreicht werden, insbesondere eine Endkontur, insbesondere eine Ecke einer Endkontur, durch die Tapes (5) unvollständig ausgeformt wird, und/oder ein gewünschtes Endmaß der Endkontur unterschritten oder überschritten wird .21. Tapelegeverfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren unter Steuerung einer Steuereinrichtung ausgeführt wird, wobei das Verfahren weiter umfasst:
Laden, in die Steuereinrichtung, eines Computerprogramms gemäß einem der

- Ansprüche 15 bis 18; und
Steuern des Einbringens von partiellen Einschnitten (6) und des Legens der
Tapes (5) gemäß den Anweisungen des geladenen Computerprogramms.
22. Tapelegeverfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tapelegeverfahren mit einer Tapegevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgeführt wird.
23. Verfahren zur Herstellung einer Endform, umfassend:
Ausbilden eines Geleges aus Tapes (5) durch Ausführen eines Verfahrens nach
einem der Ansprüche 19 bis 22;
Konsolidieren und/oder Laminieren des Geleges zu einer Preform;
Umformen der Preform in einer Presse zur Endform.
24. Endform, erhalten durch Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 23.

Wien am 30. August 2018

DIEFFENBACHER GMBH
Maschinen- und Anlagenbau
vertreten durch:



Häupl & Ellmeyer KG
Patentanwaltskanzlei

004466

Fig. 1

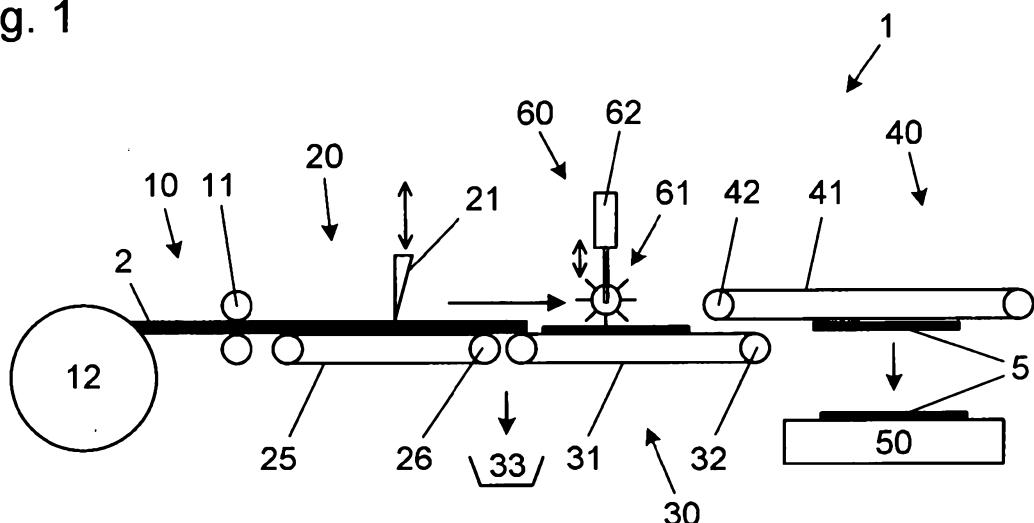


Fig. 2

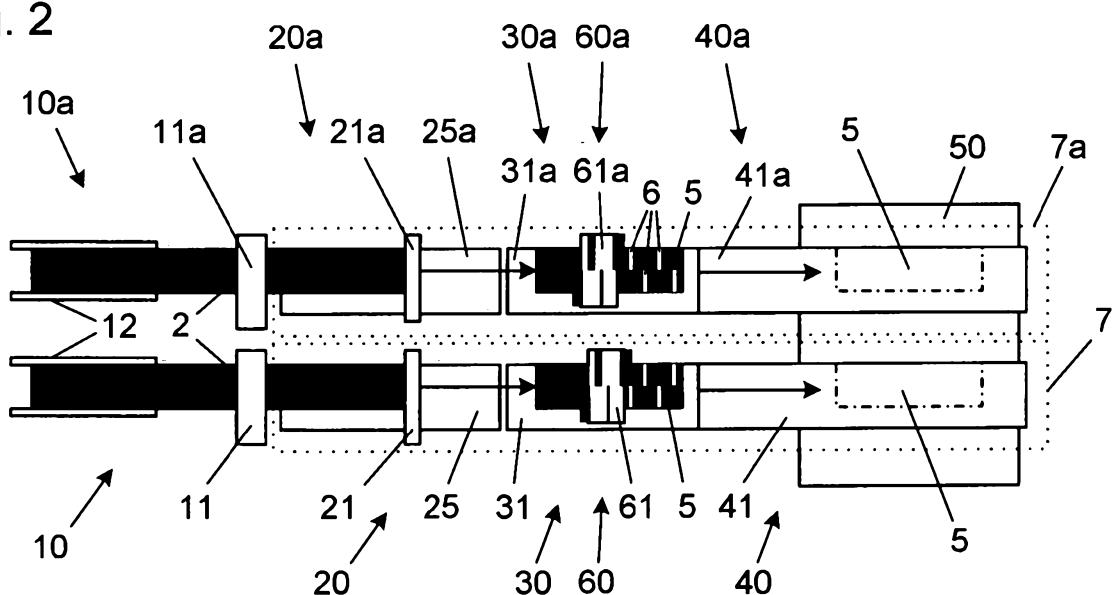
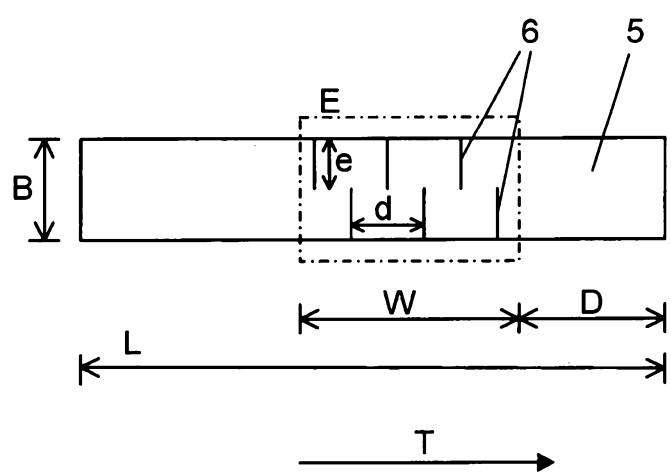


Fig. 3a



004400

Fig. 3b

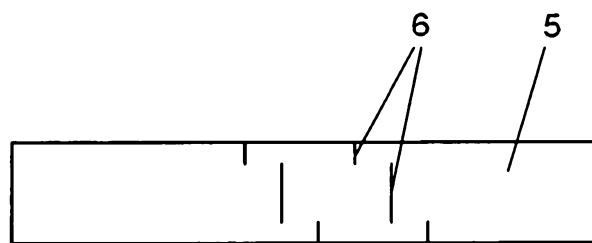


Fig. 3c

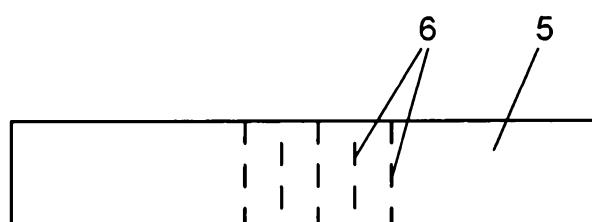


Fig. 4a

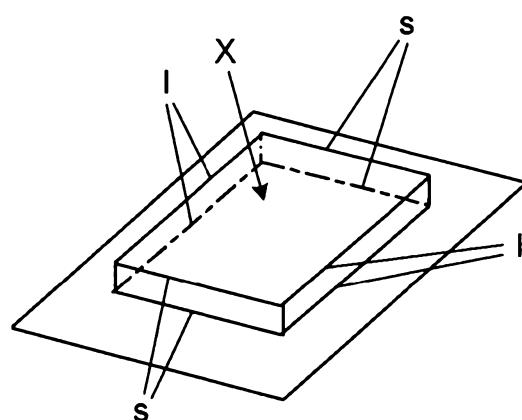


Fig. 4b

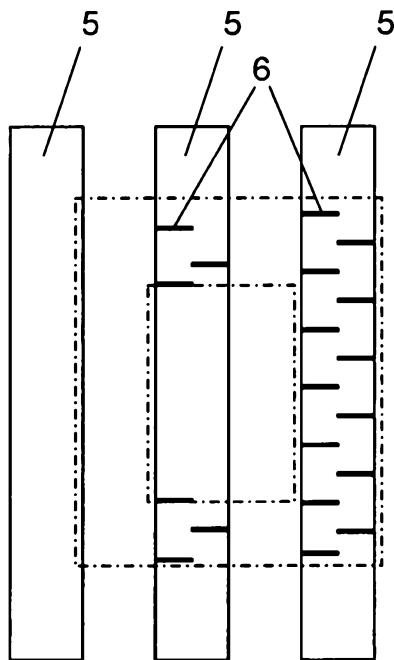


Fig. 4c

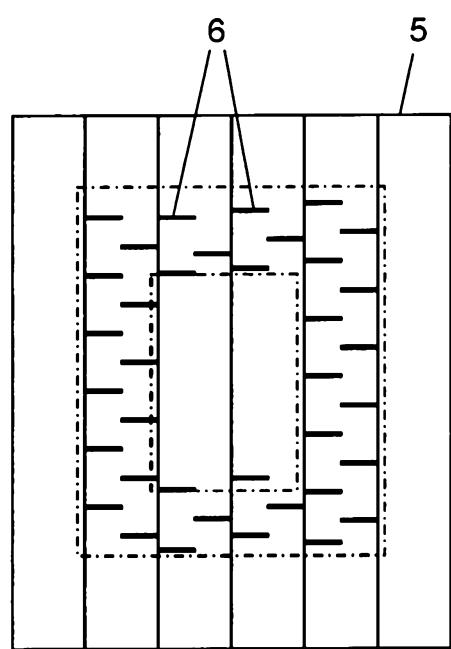


Fig. 4d

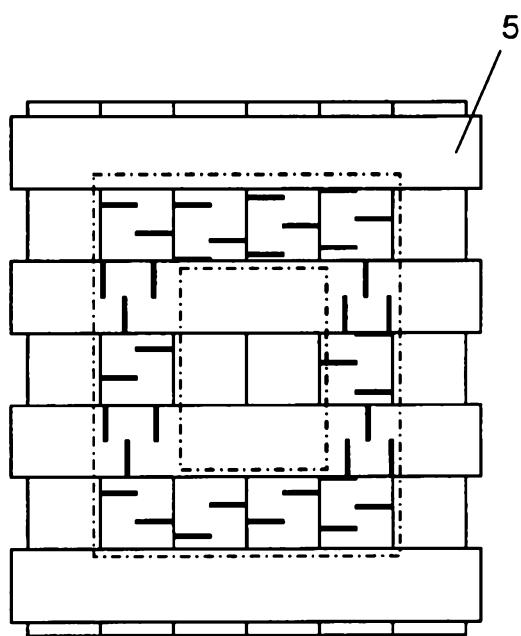
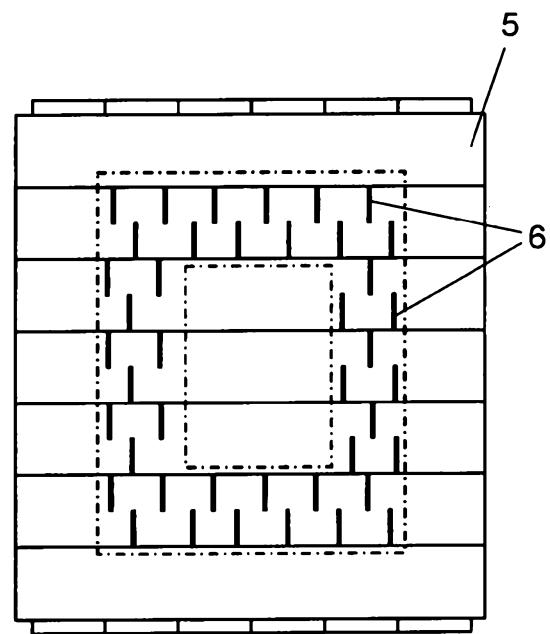


Fig. 4e



00044803

Fig. 5a

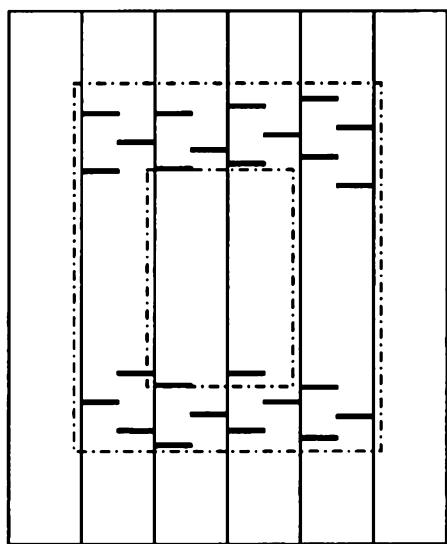


Fig. 5b

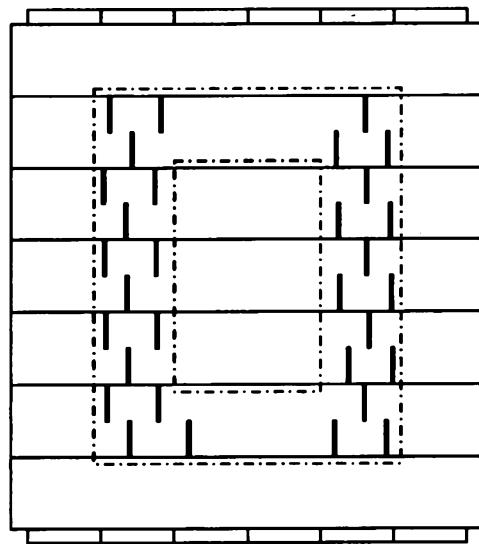


Fig. 6a

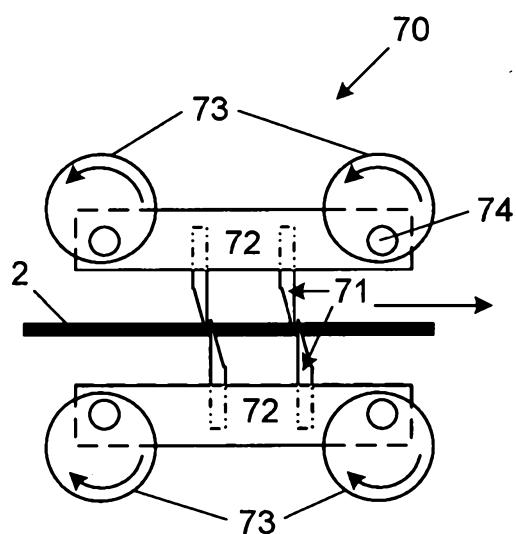
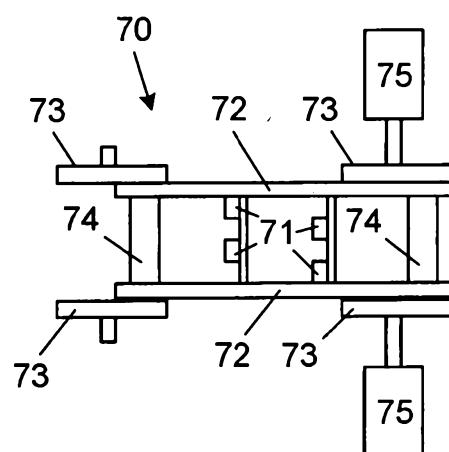


Fig. 6b



00141606

Fig. 6c

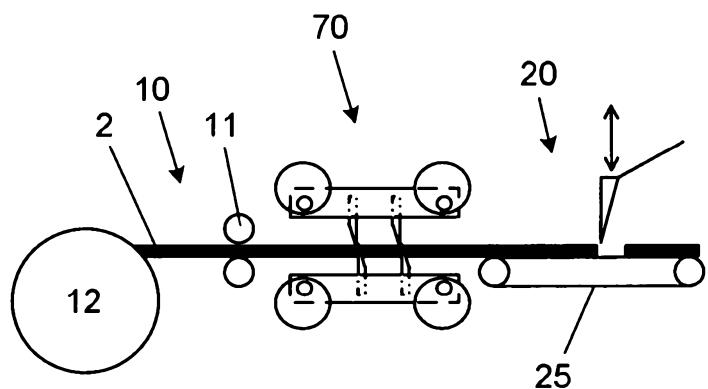


Fig. 7a

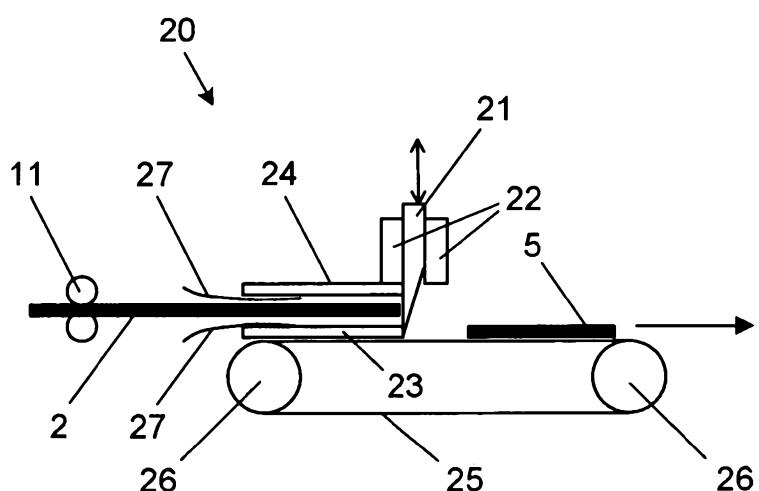
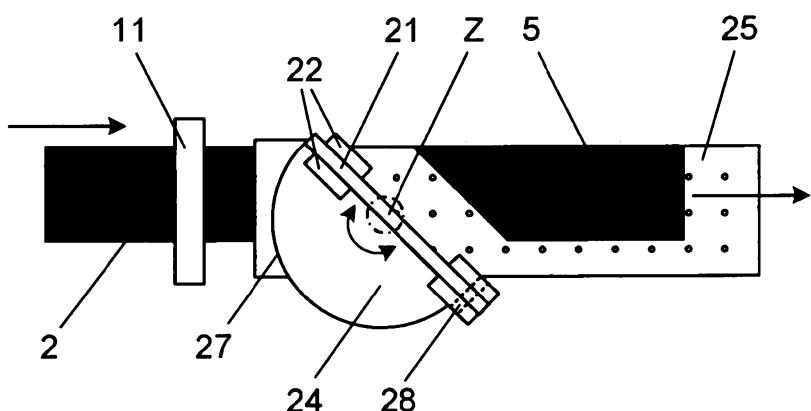


Fig. 7b



004466

Fig. 7c

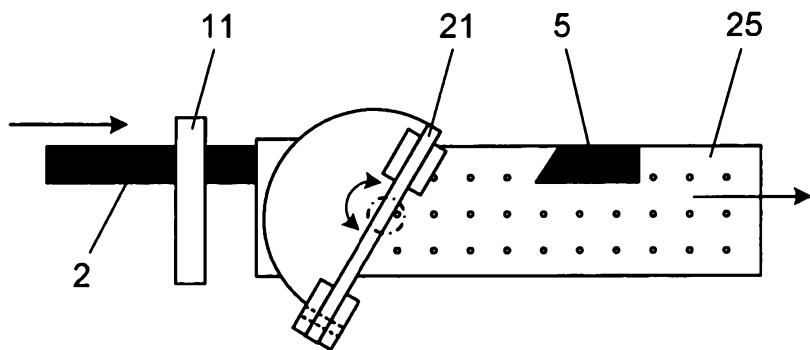


Fig. 8

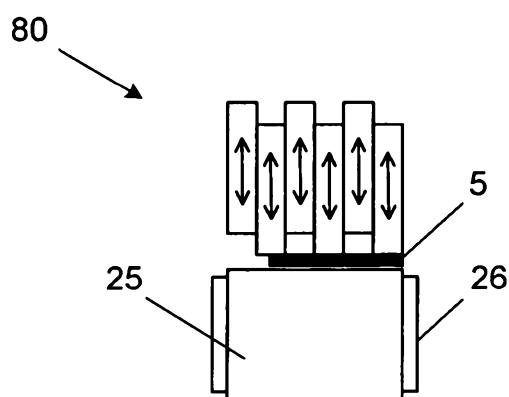


Fig. 9

