(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2018 101 470 A1** 2019.07.25

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 101 470.8**
(22) Anmeldetag: **23.01.2018**
(43) Offenlegungstag: **25.07.2019**

(51) Int Cl.: ***B32B 37/10*** (2006.01)
B32B 37/18 (2006.01)
B32B 17/00 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bürkle GmbH, 72250 Freudenstadt, DE

(74) Vertreter:
RPK Patentanwälte Reinhardt, Pohlmann und Kaufmann Partnerschaft mbB, 75172 Pforzheim, DE

(72) Erfinder:
Klaus, Daniel, 72250 Freudenstadt, DE; Renz, Wolfgang, 72250 Freudenstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

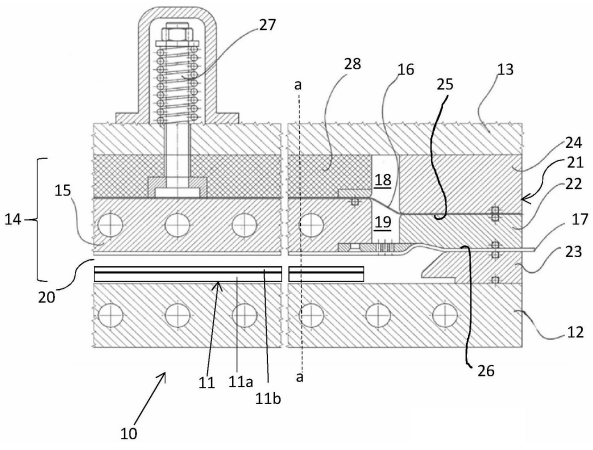
DE	**29 19 285**	**A1**
DE	**33 00 622**	**A1**
WO	**94/ 29 106**	**A1**
WO	**2010/ 143 117**	**A2**
WO	**2011/ 158 147**	**A1**
WO	**2013/ 010 531**	**A2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Laminiervorrichtung und Verfahren zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels**

(57) Zusammenfassung: Eine Laminiervorrichtung (10) und ein Laminierverfahren dienen zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels (11), der wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück (11a) und wenigstens eine Adhäsivstoffschicht (11b) umfasst, mittels Druck und/oder Wärme. Die Laminiervorrichtung weist ein Unterteil (12) und ein mit dem Unterteil (12) gasdicht verbindbares Oberteil auf. Zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) ist eine öffenbare und schließbare Arbeitskammer (14) zur Aufnahme des Schichtenstapels (11) beim Laminieren ausgebildet. Innerhalb der Arbeitskammer (14) ist zwischen Oberteil (13) und Unterteil (12) bzw. Schichtenstapel (11) entlang einer Pressachse (a-a) eine bewegbare Druckplatte (15) bewegbar. Wenigstens ein Dichtrahmen (21) ist zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) angeordnet. Mehrere voneinander separierbare, bedarfsweise betätigbare Druckkammern sind in der Arbeitskammer (14) vorgesehen. Dadurch, dass mehrere in Richtung der Pressachse (a-a) voneinander beabstandete Einspannstellen vorgesehen sind, wobei wenigstens ein flexibles Element an einer der Einspannstellen zur Abtrennung einer ersten Druckkammer (18) festgelegt ist, durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck oder Unterdruck die bewegbare Druckplatte (15) bewegbar ist, lassen sich unterschiedliche Betriebsarten einer Laminiervorrichtung in einer Einheit umzusetzen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laminiervorrichtung zum Laminieren mindestens eines Schichtenstapels mittels Druck und/oder Wärme nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein zugehöriges Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 10.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Laminiervorrichtung umfasst als Teil einer Presse ein Unterteil und ein Oberteil, das mit dem Unterteil gasdicht verbindbar ist, um eine öffen- und schließbare, gasdichte Arbeitskammer zur Aufnahme des zu laminierenden Schichtenstapels zu bilden. Innerhalb der Arbeitskammer ist dann ein gegebenenfalls beheizbares Presselement angeordnet, das als bewegbare Heizplatte ausgebildet sein kann, um einerseits eine zum Laminieren notwendige Auflast auf den Schichtenstapel aufzubringen und andererseits die gegebenenfalls zum Aushärten einer Adhäsivstoffschicht erforderliche Wärme einzubringen. Üblicherweise ist zudem das Unterteil der Laminiervorrichtung beheizbar.

[0003] Solch eine Laminiervorrichtung wird bevorzugt zum Laminieren von Photovoltaik-Modulen unter Druck und/oder Wärme verwendet, grundsätzlich geht es aber um das Laminieren von im Wesentlichen plattenförmigen Werkstücken mit mindestens einer durch Druck und/oder Wärme aktivierbaren und/oder aufschmelzbare, wie z.B. PVB, und/oder aushärtbaren Klebeschicht, d.h. in der Regel umfasst der Schichtenstapel zumindest ein plattenförmiges Werkstück sowie eine Adhäsivstoffschicht, die gegebenenfalls mit wenigstens einer weiteren Schicht laminiert werden. Bevorzugte Einsatzbereiche sind damit die Herstellung von Glaslaminaten wie Smartglas, Verbundglas, Verbundsicherheitsglas, von Photovoltaik-Modulen im Glas-Folien-Bereich sowie Photovoltaik-Modulen im Glas-Glas-Bereich, d.h. Dünnschicht und organische Module, sowie Glas-Zellen-Glas-Bereich (kristalline Zellen). Unter Smartglas werden dabei insbesondere technische Gläser verstanden, bei denen z.B. durch Anlegung einer Spannung an eine Schicht des Laminats ein Effekt ausgelöst werden kann, wie z.B. ein Verdunkeln einer Glasfläche.

[0004] Ein Photovoltaik-Modul, das zunächst als Beispiel erläutert wird, besteht üblicherweise aus einer Solarzellenschicht, die aus mehreren nebeneinander angeordneten Solarzellen und ihrer Verschaltung gebildet ist und die zwischen einer Glasplatte und einer wetterfesten Folie oder zwischen zwei Glasplatten angeordnet ist. Mit wenigstens einer, meist aber mehrerer Lagen aus einem wärmeaktivierbaren Adhäsivstoff, die im Schichtenstapel zwischen der Solarzellenschicht und der Glasplatte und/oder der wetterfesten Folie angeordnet werden, können die einzelnen Schichten eines Photovoltaikmoduls unter Druck- und/oder Wärmeeinwirkung miteinander laminiert werden. Im Ergebnis sind die Solarzellen und ihre elektrische Verschaltung nach dem Aushärten bzw. Vernetzen der Adhäsivstoffschicht feuchtigkeitsdicht sowie wetterfest in einem lichtdurchlässigen Schichtenverbund eingekapselt. Eine ähnliche Vorgehensweise gilt jedoch auch für die anderen eingangs angesprochenen Glaslaminate, bei denen verschiedene Schichten zu unterschiedlichen Zwecken miteinander verbunden bzw. laminiert werden.

[0005] Im Stand der Technik sind solche Laminiervorrichtungen üblicherweise hydraulische Pressen, die eine untere Hälfte und eine obere Pressenhälfte aufweisen, die relativ zueinander bewegbar sind, um die Presse zu öffnen und zu schließen. Zwischen den Pressenhälften ist im geschlossenen Zustand eine mittels entsprechender Dichtungen gasdicht verschließbare Arbeitskammer vorgesehen, innerhalb der ein oder mehrere Schichtenstapel als Werkstücke laminiert werden. Um nun ein Werkstück bzw. mehrere Werkstücke bzw. ein oder mehrere Schichtenstapel gleichzeitig - der Einfachheit halber wird im Folgenden jeweils nur von einem Werkstück bzw. Schichtenstapel gesprochen - zu laminieren, wird dieses in den Produktraum der Arbeitskammer eingebracht und die Arbeitskammer verschlossen. Sodann wird normalerweise zumindest der Produktraum evakuiert. Spätestens wenn der Produktraum der Arbeitskammer bis zu einem Solldruck evakuiert worden ist, der in der Regel unterhalb von 1 mbar liegt, wird eine darüber liegender Druckkammer belüftet, so dass aufgrund der Druckdifferenz zwischen Druckkammer und Produktraum eine Auflast auf das Werkstück einwirkt. Durch Regeln des Drucks in der Druckkammer wird ein gewünschter Anpressdruck eingestellt, wobei die Druckkammer hierzu zusätzlich mit Druck beaufschlagt werden kann, d.h. es kann beispielsweise auch Druckluft eingeleitet werden.

[0006] Wenn im Rahmen dieser Anmeldung insofern von Druck die Rede ist, so handelt es sich dabei, sofern nicht ausdrücklich etwas Anderes angegeben ist, um einen Druck, der ausgehend von Atmosphärendruck zum einen in Richtung Unterdruck bis zum Vakuum gehen kann, andererseits aber auch einen über dem Atmosphärendruck liegenden Überdruck umfassen kann.

[0007] Aus der dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche zugrundeliegenden DE 10 2015 115 453 A1 ist eine Laminiervorrichtung bekannt, die im Wesentlichen aus einer Kassette besteht, die zumindest das Unterteil, das Oberteil sowie ein Presselement und Mittel zum Einbringen von Prozesswärme umfasst. In dieser Kassette wird zum Laminieren ein Pressvorgang durchgeführt. In der Kassette ist eine bewegliche Heizplatte oder eine Membran oder auch eine Kombination aus bewegli-

cher Heizplatte und Membran vorgesehen. Unterteil und/oder Oberteil können selbst erwärmt werden, um dadurch Prozesswärme einzubringen. Eine derartige Vorrichtung setzt jedoch eine bestimmte Anzahl von derartigen Kassetten zur Herstellung der Werkstücke voraus.

[0008] Der Einsatz einer Membran als flexibles, gasdichtes Element teilt die Arbeitskammer in einen zur Aufnahme von mindestens einem Werkstück vorgesehenen, evakuierbaren Produktraum und einen evakuierbaren und/oder druckbeaufschlagbaren Druckraum auf. Aufgrund eines durch unterschiedliche Drücke in Produktraum und Druckraum erzeugten Druckunterschieds kann die Membran gegen das Werkstück gepresst werden, wodurch sie das Werkstück gegen eine Unterseite der Arbeitskammer drückt und hierdurch die zum Laminieren notwendige Auflast auf das Werkstück aufbringt. Durch Regelung der Druckdifferenz kann der Anpressdruck der Membran eingestellt werden.

[0009] Derartige Membranpressen sind zum Beispiel auch aus der EP 2 457 728 A1 oder aus der EP 1 894 717 A1 bekannt.

[0010] Bei der EP 1 894 717 A1 wird dabei ein mehrstufiges Laminierverfahren durchgeführt, indem die Vakuumpresskammer zunächst evakuiert und danach erst das Werkstück heiß gepresst wird. Dies wird dadurch erreicht, dass das Unterteil relativ zum unteren Presstisch anhebbar ist, so dass ein in der Presse befindliches Werkstück bei geschlossener Arbeitskammer zunächst nicht in Anlage an die beheizte Pressplatte kommt. Das Unterteil ist insofern auf dem unteren Presstisch schwimmend gelagert.

[0011] Aus der WO 2017/098465 A1 ist eine membranlose Laminiervorrichtung bekannt, die mit einer thermischen Abdeckung versehen ist. Eine bewegliche, beheizbare Druckplatte wird dabei zum membranlosen Laminieren von Photovoltaik-Modulen mit einer Art Kissen bzw. Polster versehen, das lose an der Unterseite der beweglichen Druckplatte angebracht ist und in der Lage ist, Wärme auf ein Werkstück zu übertragen. Durch die thermische Abdeckung soll ein ausgleichender Effekt erreicht werden, es handelt sich also um ein Polster oder ein Kissen. Bei derartigen membranlosen Laminiereinrichtungen werden Druck und Wärme von der Flachpresse selbst in die Werkstücke eingebracht.

[0012] Eine membranfreie Laminiervorrichtung ist zum Beispiel auch aus der WO 2013/010531 A2 bekannt, wobei an einer Pressplatte eine umlaufende aufblasbare Dichtung vorgesehen ist. Durch Veränderung des Drucks in der aufblasbaren Dichtung kann der Laminierdruck beeinflusst werden.

[0013] Um den Durchsatz der Laminiervorrichtung zu erhöhen, wird in der EP 1 997 614 A2 vorgeschlagen, die Taktzeiten beim Laminieren dadurch zu verkürzen, dass der eigentliche Laminiervorgang in mehrere Schritte aufgeteilt wird, die in jeweils einer von mehreren hintereinander angeordneten Pressen durchgeführt werden.

[0014] Grundsätzlich lassen sich die Laminierprozesse neben der Aufteilung in membranfreies und membranbehaftetes Laminieren auch in ein- und mehrstufige Prozesse aufteilen. Bei einem einstufigen Laminierprozess wirken in einer Einheit nacheinander Vakuum, Druck und Temperierung auf das Werkstück ein. Bei einem mehrstufigen Prozess hingegen sind in einer ersten Stufe Druck, Vakuum und Temperierung möglich, während in der wenigstens einen weiteren Stufe Druck und Temperierung ohne Vakuum eingesetzt werden. Damit werden die einzelnen Prozessschritte voneinander getrennt, um die Ausbringung der Maschine zu erhöhen. Der Ausbringtakt halbiert sich, die Ausbringung verdoppelt sich.

[0015] Die bekannten Lösungen kommen verfahrenstechnisch ans Ende von möglichen Taktzeitverkürzungen. Werden zur Überwindung dieses Problems mehrstufige Lösungen eingesetzt, ist mehr Platz erforderlich und es fallen deutlich höhere Investitionskosten sowie ein höherer Energiebedarf an.

[0016] Zudem erfolgt die Wärmeeinbringung meist nur einseitig von unten in das Werkstück. Dadurch können Eigenspannungen im Werkstück auftreten bzw. dauerhaft eingebracht werden, was die Langzeitstabilität der Werkstücke reduziert und die Ausschussquote erhöht. Dabei wird durch die einseitige Wärmeeinbringung in das Werkstück im Vergleich zur beidseitigen Wärmeeinbringung deutlich weniger Wärme ins Produkt eingebracht. Produktabhängig können sich zudem Nachteile bei der Produktqualität durch den Umsetzvorgang in mehrstufigen Lösungen ergeben, da ein undefinierter Zustand beim Transfer zwischen den einzelnen Stufen vorliegt.

[0017] Als weiteres Problem hat sich in der Praxis herausgestellt, dass unterschiedliche Photovoltaik-Module derzeit in einer Presse nicht oder nur bedingt herstellbar sind, d.h. unterschiedliche Betriebsarten sind nicht oder allenfalls nach entsprechenden Umbauten möglich. So werden für die Herstellung von Glas-Folien-Modulen in der Regel Membranen benötigt, da ansonsten die Strings in den Modulen „verschwimmen“. Für die Herstellung von Glas-Glas-Modulen werden in der Regel hingegen Flachpressen, also ohne Membran eingesetzt. Bei der Herstellung von Glas-Zelle-Glas-Modulen kann es wiederum bereits durch einen minimalen Parallelitätsunterschied der beiden Heizplatten zueinander zum „Verschwimmen“ der Zellen als Zellversatz im Modul kommen.

Darstellung der Erfindung

[0018] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, unterschiedliche Betriebsarten einer Laminiervorrichtung in einer Einheit umzusetzen.

[0019] Dies wird mit einer Laminiervorrichtung sowie mit einem Verfahren zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung und durch Details aus den Figuren ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0020] Die Laminiervorrichtung weist zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels, der wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück und wenigstens eine zumindest auch als Adhäsivstoffschicht wirkende Schicht umfasst, mittels Druck und/oder Wärme, insbesondere zu einem Glaslaminat und/der Photovoltaik-Modul, ein Unterteil und ein mit dem Unterteil gasdicht verbindbares Oberteil auf. Zwischen Unterteil und Oberteil ist eine öffen- und schließbare Arbeitskammer zur Aufnahme des Schichtenstapels beim Laminieren ausgebildet. Innerhalb der Arbeitskammer ist zwischen Oberteil und Unterteil eine bewegbare Druckplatte entlang einer Pressachse bewegbar, die bedarfsweise beheizbar ist oder auch beheizt sein kann. In der Arbeitskamme sind mehrere voneinander separierbare, bedarfsweise betätigbare Druckkammern vorgesehen. Zwischen Unterteil und Oberteil ist zudem ein Dichtrahmen angeordnet. In Richtung der Pressachse sind mehrere voneinander beabstandete Einspannstellen vorgesehen, wobei wenigstens ein flexibles Element an einer der Einspannstellen zur Abtrennung einer ersten Druckkammer festgelegt ist, aus der heraus durch Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck oder Unterdruck die bewegbare Druckplatte in der Arbeitskammer bewegbar ist.

[0021] Dadurch werden die baulichen Voraussetzungen dafür geschaffen, die Vorrichtung membranfrei einzusetzen und die Wärme im Prozess auch aus der bewegbaren Druckplatte einzubringen, sofern diese beheizbar ausgestaltet ist. Die bewegbare Druckplatte kann unabhängig von der Presse und unabhängig von einer bedarfsweise zusätzlich einsetzbaren Membran bewegt werden. Es ergibt sich damit eine Kombination einer Flachpressenstufe und einer Membranstufe in einer Einheit. So werden unterschiedliche Betriebsarten in einer Einheit möglich, d.h. die Laminiervorrichtung kann als Flachpresse, Membranpresse oder Flach- und Membranpresse betrieben werden.

[0022] Ein derartiger Aufbau führt insgesamt zu einer besseren Ausnutzung der Ressourcen, da zunächst durch eine Anlagenverkürzung, da nur noch eine Pressenstufe erforderlich ist, der für die gesamte Anlage erforderliche Platz reduziert werden kann. Gleichzeitig lassen sich die Prozesse schneller durchführen, da alle Prozesse in einer Einheit durchgeführt werden können. Dies trägt wiederum zu einer Verkürzung der Taktzeit, einem geringeren Energiebedarf und einer höheren Qualität der Werkstücke bei. Insbesondere wird die Langzeitstabilität verbessert, da ein Umsetzen der Werkstücke nicht mehr erforderlich ist.

[0023] Bei Glas-Folien-Photovoltaik-Modulen wird die Rückseitenfolienschrumpfung eliminiert, da im Falle der Anwendung einer beheizbaren, bewegbaren Druckplatte beide Seiten mit Wärme beaufschlagt werden. Gegenüber einer einstufigen Ausführung kann dann durch die bewegbare Druckplatte als auch vom Unterteil her eine beidseitige Wärmeeinbringung realisiert werden, was insbesondere bei Glas-Glas-Anwendungen von Bedeutung ist. Bei der Betriebsart als Flachpresse treten keine Kantenüberpressungen am Werkstückrand auf, so dass sich weniger Spannungen im Werkstück einstellen.

[0024] Grundsätzlich wird es dadurch möglich, in einer Anlage verschiedenste Glaslaminate herzustellen, d.h. die Herstellung von Glas-Folien-, Glas-Glas-, Glas-Zelle-Glas-Modulen in einer Anlage ist möglich. Dabei ergeben sich grundsätzlich immer definierte Prozessparameter und Prozessbedingungen während des gesamten Produktionszyklusses. Dies führt zu einer Kosteneinsparung gegenüber mehrstufigen Ausführungen. Mit dem Bauraum einer einstufigen Ausführung kann die Taktzeit einer mehrstufigen Ausführung erreicht werden.

[0025] Gleichzeitig ist die Vorrichtung nicht nur für die Herstellung sämtlicher bekannten Arten von Photovoltaik-Modulen geeignet, sondern auch zur Herstellung von Glaslaminaten aller Art (wie z.B. auch Smartglas), so dass sich flexible Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichsten Anwendungen ergeben. Es handelt sich damit um einen einstufigen Prozess, bei dem unter Hinzufügen einer weiteren Flachpresse bedarfsweise die Taktzeit nochmals verkürzt werden kann. Gleichzeitig ist eine Kombination einer Flach- und einer Vakuum-Membranpresse gegeben. Mehrere Betriebsarten werden möglich, d.h. ein Membranpressen unter Vakuum und Druck, ein Flachpressen unter Druck, kombiniertes Laminieren unter Druck/Vakuum. Dadurch wird eine gezielte Beeinflussung und Steuerung des erforderlichen Prozesses möglich.

[0026] Die Laminiervorrichtung weist vorzugsweise wenigstens einen als vom Unterteil und Oberteil gesonderten Dichtrahmen vorgesehenen Zwischenrahmen auf, wobei die Einspannstellen an oder zwischen diesen Elementen vorgesehen sein können. Dadurch ist es möglich, zwischen Zwischenrahmen und Oberteil bzw. zwischen Zwischenrahmen und Unterteil entweder noch weitere Rahmen vorzusehen, zumindest aber die bestehenden Zwischenräume bzw. Spalten zu nutzen, um dort - ganz nach Bedarf - flexible, gasdichte Elemente z.B. als Membran oder als Druckkammerbegrenzung einzusetzen. Es können aber auch an diesen Elementen Einspannstellen gebildet werden. Je nach Anzahl der Rahmen ist damit ein Mehr-Druckkammersystem möglich, das jedoch bis auf zwei Kammern, nämlich erste Druckkammer und Produktraum je nach Einsatzzweck reduziert werden kann.

[0027] Günstigerweise ist ein erstes flexibles, gasdichtes Element in einem Spalt oberhalb des Zwischenrahmens eingespannt und ein weiteres flexibles Element in einen Spalt unterhalb des Zwischenrahmens als Membran einspannbar. Dies bedeutet, dass die Membran nicht kontinuierlich vorgesehen sein muss, sondern durch Entnahme der Membran ein Dreikammersystem zu einem Zweikammersystem als Flachpresse in einer Vakuumkammer problemlos umgerüstet werden kann.

[0028] Vorteilhafterweise teilt das flexible, gasdichte Element die Arbeitskammer in eine oberhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche erste Druckkammer und eine unterhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche zweite Druckkammer, in der die bewegbare Druckplatte vorgesehen ist. Damit ist die bewegbare Druckplatte unabhängig von den anderen Elementen der Laminiervorrichtung bewegbar, so dass entsprechend gesteuert bzw. geregelt Druck und Wärme in den Prozess eingebracht werden können.

[0029] Wird ein weiteres flexibles, gasdichtes Element als Membran eingespannt, wird durch die Membran die Arbeitskammer vorzugsweise in eine oberhalb der Membran befindliche zweite Druckkammer, in der die bewegbare Druckplatte vorgesehen ist, und einen unterhalb der Membranplatte befindlichen Produktraum geteilt, der bedarfsweise ebenfalls mit Druck oder Unterdruck beaufschlagbar ist. Dadurch ist es möglich, zum einen die Laminiervorrichtung als Membranpresse zu betreiben, da aber gleichzeitig die Membran entfernbar ist, kann die Vorrichtung ebenso als Flachpresse betrieben werden. Im Ergebnis ergibt sich ein Dreikammersystem mit einer ersten Druckkammer, einer zweiten Druckkammer und dem Produktraum, wobei bei Entfernung der Membran die Trennung der ersten Druckkammer vom Produktraum verbleibt. Die Abtrennung der zweiten Druckkammer durch die Membran führt dann zu dem Dreikammersystem, das unterschiedlichste Einsatzmöglichkeiten der Laminiervorrichtung gestattet. Vorzugsweise erfolgt dabei die Hubbetätigung bzw. die Bewegung der bewegbaren Druckplatte durch Druckdifferenzen innerhalb der einzelnen Kammern. Grundsätzlich können aber auch mehr als drei Kammern vorgesehen werden.

[0030] Das Dreikammersystem wird dadurch gewährleistet, dass zwischen Unterteil und Oberteil wenigstens drei durch zwei flexible, gasdichte Elemente, nämlich die Membran und das erste flexible gasdichte Element, voneinander getrennte Druckkammern abgegrenzt werden, nämlich die erste und zweite Druckkammer und der Produktraum.

[0031] Es ist von Vorteil, wenn bewegbare Druckplatte und Membran unabhängig voneinander aus den Druckkammern zur Anlage oder Nichtanlage am Unterteil bzw. Schichtenstapel bewegbar sind. Damit können Membran und bewegbare Druckplatte auch unabhängig voneinander den Druck auf das zu laminierende Werkstück aufbringen.

[0032] Günstigerweise ist der zwischen Unterteil und Oberteil angeordnete Dichtrahmen mehrteilig und umfasst einen Membranrahmen in Höhe der Membran, einen Zwischenrahmen in Höhe der zweiten Druckkammer und einen oberen Kammerrahmen in Höhe der ersten Druckkammer. Durch die Mehrteiligkeit des Dichtrahmens und die damit zwischen den Rahmen vorgesehenen Spalten können die flexiblen, gasdichten Elemente bedarfsweise eingespannt werden, um die Druckkammern voneinander abzugrenzen. Dies erhöht die Modularität und die gewünschte Flexibilität an Einsatzmöglichkeiten.

[0033] Vorteilhafterweise ist die bewegbare Druckplatte über wenigstens ein vorzugsweise elastisches Rückstellmittel wie z.B. eine Federsäule gewichtkompensiert am Oberteil gelagert und damit gegen den oberen Presstisch vorgespannt. Aus dieser gewichtskompensierten Lage heraus kann durch Druckdifferenzen in den Druckkammern die bewegbare Druckplatte in ihrer Bewegung energieeffizient gesteuert werden.

[0034] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels gelöst, wobei der wenigstens eine Schichtenstapel in eine öffen- und schließbare Arbeitskammer eingebracht wird, die zwischen Unterteil und Oberteil der Laminiervorrichtung ausgebildet ist und im geschlossenen Zustand beim Laminieren mittels eines zwischen Unterteil und Oberteil angeordneten Dichtrahmens gasdicht verschließbar ist. Die bewegbare Druckplatte ist innerhalb der Arbeitskammer bedarfsweise zwischen Oberteil und Unterteil bzw. Schichtenstapel entlang der Pressachse der Laminiervorrichtung bewegbar. Die Bewegung der in der Ar-

beitskammer angeordneten Elemente der Laminiervorrichtung erfolgt aus in der Arbeitskammer vorgesehenen, betätigbaren Druckkammern, durch deren Beaufschlagen oder Nichtbeaufschlagen mit Druck oder Unterdruck, d.h. im Ergebnis gegebenenfalls auch durch die zwischen diesen Druckkammern und dem Produktraum vorhandene Druckdifferenz. Die bewegbare Druckplatte wird aus einer ersten Druckkammer durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck in der Arbeitskammer bewegt, die durch ein quer zur Pressachse angeordnetes, flexibles, gasdichtes Element von der Arbeitskammer abgetrennt wird, das an einer von mehreren entlang der Pressachse voneinander beabstandeten Einspannstellen festgelegt wird. Durch diese Anordnung wird es möglich, die bewegbare Druckplatte gesondert anzusteuern. Damit werden auch die baulichen Voraussetzungen dafür geschaffen, die Laminiervorrichtung ergänzend zu einer Membranpresse umzubauen, und dadurch den Betrieb der Laminiervorrichtung als Flachpresse, Membranpresse oder als Kombination von Flach- und Membranpresse bzw. Membran- und Flachpresse zu betreiben.

[0035] Von Vorteil ist es, wenn ein erstes gasdichtes Element in einen Spalt oberhalb eines ein Teil des Dichtrahmens bildenden Zwischenrahmens eingespannt wird und ein weiteres flexibles Element in einen Spalt unterhalb dieses Zwischenrahmens als Membran einspannbar ist. Durch das eingespannte erste flexible gasdichte Element wird eine erste Druckkammer geschaffen, der die Betätigung der bewegbaren Druckplatte gestattet. Durch die Membran kann zudem nochmals eine Abkopplung von bewegbarer Druckplatte und Membran erfolgen, so dass diese grundsätzlich unabhängig voneinander betätigt werden können.

[0036] Bevorzugterweise wird die Arbeitskammer durch das flexible gasdichte Element und zwar insbesondere durch das erste flexible, gasdichte Element in eine oberhalb des flexiblen gasdichten Elements befindliche erste Druckkammer und eine unterhalb des flexiblen gasdichten Elements befindliche zweite Druckkammer geteilt, in welcher die bewegbare Druckplatte bewegt wird. Diese zweite Druckkammer kann zugleich auch bereits der Produktraum sein, insbesondere wenn keine gesonderte Membran verwendet wird. Durch die Abgrenzung der ersten Druckkammer von dem „Bewegungsraum“ für die bewegbare Druckplatte werden ein unabhängiger Betrieb und eine Betätigung der bewegbaren Druckplatte unabhängig von anderen Teilen im Arbeitsraum grundsätzlich ermöglicht.

[0037] Günstigerweise wird dann, wenn als weiteres flexibles Element eine Membran eingespannt wird, die Membran so eingespannt, dass sie die Arbeitskammer in eine oberhalb der Membran befindliche zweite Druckkammer, in der die bewegbare Druckplatte bewegt wird, und eine unterhalb der Membran befindlichen Produktraum geteilt, der bedarfsweise ebenfalls mit Druck beaufschlagt werden kann. Dadurch wird ein Dreikammersystem geschaffen, aus dem heraus insbesondere bewegbare Druckplatte und Membran unabhängig voneinander und bedarfsweise auch gemeinsam betätigt werden können. Dies erlaubt einen vielseitigen Anwendungsbereich der Vorrichtung, ganz nach Bedarf und auf den jeweiligen Einsatzzweck bzw. das zu erzeugende Laminat zugeschnitten.

[0038] Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren die Schritte

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,
- gleichzeitiges Evakuieren der ersten Druckkammer, der zweiten Druckkammer und des Produktraums,
- Belüften der ersten Druckkammer, wobei die bewegbare Druckplatte mit der Membran auf den Schichtenstapel abgelegt wird,
- Aufbau von Druck auf den Schichtenstapel,
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums zur Entnahme des laminierten Schichtenstapels.

[0039] Bei einem derartigen Betrieb kann die Vorrichtung als Flachpresse mit Membran betrieben werden, wobei sich die bewegliche Druckplatte zusammen mit der Membran auf das darunterliegende Werkstück ablegt. Dabei kann in der ersten Druckkammer bedarfsweise zusätzlich einen Druck oberhalb des atmosphärischen Umgebungsdruckes, d.h. ein Überdruck aufgebracht werden, um den Druck bedarfsweise weiter zu erhöhen.

[0040] Ebenso ist es von Vorteil, dass dann, wenn keine Membran vorhanden ist, dass Verfahren die Schritte aufweist:

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,
- Evakuieren der ersten Druckkammer sowie des Produktraums,
- Belüften der ersten Druckkammer und Ablegen der bewegbaren Druckplatte auf dem Schichtenstapel,
- Aufbau von Druck auf den Schichtenstapel,
- Belüften des Produktraums und Entnehmen des laminierten Schichtenstapels.

[0041] Bei dieser Betriebsart handelt es sich um ein Flachpressen ohne Membran, also ein membranloses Verfahren, das aber in derselben Vorrichtung betrieben werden kann. Hierbei legt sich lediglich die

bewegbare Druckplatte auf das Werkstück ab und wie zuvor kann auch hier in der ersten Druckkamme ein Druck oberhalb des Atmosphärendrucks aufgebracht werden.

[0042] Nach einer weiteren Betriebsart umfasst das Verfahren günstigerweise die Schritte:

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,
- Evakuieren der ersten Druckkammer, der zweiten Druckkammer und des Produktraums,
- Belüften der zweiten Druckkammer und Ablegen der Membran, ohne dass die bewegbare Druckplatte Kontakt mit der Membran hat,
- Belüften der ersten Druckkammer und des Produktraums und Entnehmen des laminierten Schichtenstapels.

[0043] Diese Betriebsart ist als Membranpressen bekannt und auch dieses Verfahren kann mit derselben Vorrichtung betrieben werden. Hier steht die zweite Druckkammer im Vordergrund, da durch Belüftung dieser Kammer die Membran sich ohne bewegbare Druckplatte auf das Werkstück ablegt. In diesem Fall kann in der zweiten Druckkammer zusätzlich ein Überdruck über dem Atmosphärendruck hinaus erzeugt werden.

[0044] Vorteilhafterweise kann auch eine weitere Betriebsart eingesetzt werden, die als eine Kombination von Membran und Flachpressen anzusehen ist. Ein derartiges Verfahren umfasst die Schritte:

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,
- Evakuieren der ersten Druckkammer, der zweiten Druckkammer und des Produktraums,
- Belüften der zweiten Druckkammer und Ablegen der Membran auf dem Schichtenstapel,
- Belüften der ersten Druckkammer und Ablegen der bewegbaren Druckplatte auf der Membran und dem darunter liegenden Schichtenstapel, wobei der Druck in der ersten Druckkammer größer als der Druck in der zweiten Druckkammer ist,
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums zur Entnahme des laminierten Schichtenstapels.

[0045] Dabei wird zunächst durch Belüften der zweiten Druckkammer die Membran auf das Werkstück abgelegt, wobei bedarfsweise in der zweiten Druckkammer ein Überdruck oberhalb des Atmosphärendrucks aufgebracht werden kann. Die bewegbare Druckplatte bleibt währenddessen oberhalb der Membran und hat keinen Kontakt zum Produkt. Wird jedoch dann die erste Druckkammer belüftet, senkt sich die bewegbare Druckplatte auf die Membran und das darunterliegende Werkstück ab. Dazu muss allerdings der Druck in der ersten Druckkammer höher sein, als in der zweiten Druckkammer. All dies kann ebenfalls mit derselben Vorrichtung erfolgen.

[0046] Als weitere Betriebsart ist günstigerweise ein Betrieb als Flach- und Membranpresse in Kombination möglich. Das Verfahren weist dabei die Schritte auf

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,
- Evakuieren der ersten Druckkammer, der zweiten Druckkammer und des Produktraums,
- Belüften der ersten Druckkammer und Ablegen der bewegbaren Druckplatte und der Membran gemeinsam auf dem Schichtenstapel,
- Belüften der zweiten Druckkammer und Bewegen der bewegbaren Druckplatte weg von der Membran,
- bedarfsweise wenigstens ein weiteres Mal Absenken der bewegbaren Druckplatte auf den Schichtenstapel und die Membran und anschließendes Anheben der bewegbaren Druckplatte,
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums zur Entnahme des Schichtenstapels. Hierbei werden zunächst die bewegbare Druckplatte und die Membran gemeinsam auf das Werkstück gelegt, wobei zunächst nur der Flächendruck der bewegbaren Druckplatte aus der resultierenden Druckdifferenz aus Prozessvakuum im Produktraum und dem Belüftungsdruck in der ersten Druckkammer wirkt. Die Membran selbst wirkt dabei noch nicht mit, da die zweite Druckkammer noch evakuiert ist, so dass die Membran zunächst nur als Polster wirkt. Wird jedoch die zweite Druckkammer anschließend belüftet, erfolgt ein Membranpressen mit dem Membrandruck. Bei belüfteter zweiter Druckkammer wird die bewegbare Druckplatte bei Verwendung einer Gewichtskompensation z.B. durch die Federsäule wieder nach oben gespannt, bzw. kann mit Hilfe eines leichten Überdrucks unter Überwindung der Rückzugskräfte der Federsäule auf die Membran abgelegt werden und damit Temperatur in das Werkstück einführen. Dies kann auch mehrmals nacheinander erfolgen. Durch Erhöhung des Überdrucks in der ersten Druckkammer kann zusätzlich ein Druck wie beim Flachpressen aufgebracht werden.

[0047] Als weitere Betriebsart hat sich ein Verfahren herausgestellt, das insbesondere für die Anwendung zum Laminieren von Smartglas oder Glaslaminaten z.B. mit PVB oder anderen Klebefolien geeignet ist. Das Verfahren weist dabei die Schritte auf

- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer,

- Aufbringen eines Drucks, der größer als Atmosphärendruck ist, in der ersten Druckkammer,

- Ablegen der bewegbaren Druckplatte und, falls vorhanden, der Membran, auf dem Schichtenstapel,

- Einbringen von Wärme, insbesondere derselben Wärmemenge, von der bewegbaren Druckplatte und vom Unterteil in den Schichtenstapel,

- Absenken des Drucks in der ersten Druckkammer und Abheben der bewegbaren Druckplatte,

- Betreiben der Vorrichtung als Flach- und/oder Membranpresse,

- Entnehmen des laminierten Schichtenstapels.

[0048] Anders als in den vorausgegangenen Verfahren wird in diesem Anwendungsfall nicht mit Vakuum zumindest in der ersten Druckkammer **18** gestartet, sondern mit Druck. Der Produktraum **20** kann, muss aber dazu nicht evakuiert werden. Gleichzeitig kann ein gleichmä-ßiger Wärmeeintrag in die Adhäsivstoffschicht und/oder Flüssigkristallschicht eingebracht werden, was sowohl Qualität als auch Ausbringrate steigert.

[0049] Deutlich wird, dass damit sechs verschiedene Betriebsarten grundsätzlich in ein und derselben Vorrichtung möglich sind. Zudem ist es grundsätzlich möglich, in der ersten Druckkammer und/oder zweiten Druckkammer je nach Bedarf einen Druck aufzubauen, der höher als der Atmosphärendruck ist, was die Einsatzmöglichkeiten weiter erhöht.

[0050] Günstigerweise ist neben den bereits fünf benannten Betriebsarten bei jeder Betriebsart die Möglichkeit gegeben, den Druck im Produktraum selbst nicht, insbesondere nicht unter Atmosphärendruck abzusenken, so dass auch dadurch nochmals weitere Einsatzmöglichkeiten geschaffen werden.

[0051] Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

Figurenliste

[0052] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von in den beigefügten Figuren dargestellte Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch den Arbeitsraum einer Laminiervorrichtung einschließlich Federsäule bei abgehobener Pressplatte mit einem im Arbeitsraum befindlichen Werkstück,

Fig. 2 einen Schnitt durch die Laminiervorrichtung gemäß dem rechten Teil von **Fig. 1** bei der Betriebsart Membranpressen,

Fig. 3 eine Darstellung gemäß **Fig. 2** bei der Betriebsart Flach- und Membranpressen,

Fig. 4, **Fig. 5** eine Darstellung gemäß **Fig. 2** bei der Betriebsart Flachpressen ohne Membran mit angehobener und abgesenkter Druckplatte.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0053] Bevor die Erfindung im Detail beschrieben wird, ist darauf hinzuweisen, dass sie nicht auf die jeweiligen Bauteile der Vorrichtung sowie die jeweiligen Verfahrensschritte beschränkt ist, da diese Bauteile und Verfahren variieren können. Die hier verwendeten Begriffe sind lediglich dafür bestimmt, besondere Ausführungsformen zu beschreiben und werden nicht einschränkend verwendet. Wenn zudem in der Beschreibung oder in den Ansprüchen die Einzahl oder unbestimmte Artikel verwendet werden, bezieht sich dies auch auf die Mehrzahl dieser Elemente, solange nicht der Gesamtzusammenhang eindeutig etwas Anderes deutlich macht.

[0054] Die Figuren zeigen einen Schnitt durch eine Laminiervorrichtung **10** zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels **11**, der gemäß **Fig. 1** wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück **11a** und wenigstens eine Adhäsivstoffschicht **11b** umfasst. Als Adhäsivstoffschicht wird dabei auch eine Schicht verstanden, die außer dem Adhäsiveffekt auch noch andere Wirkungen hat, wie dies z.B. bei technischen Gläsern wie Smartglas der Fall sein kann.

[0055] Das Laminieren erfolgt mit Druck und/oder Wärme, wobei insbesondere ein Glaslaminat und/oder Photovoltaik-Modul durch Laminieren hergestellt wird. Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung ist eine Flachpresse und/oder eine Membranpresse bzw. ein Laminator zum Pressen derartiger Laminate, wobei in den Figuren lediglich ein schematischer Schnitt durch den Arbeitsraum **14** der Vorrichtung dargestellt ist. Ergänzend ist in **Fig. 1** noch als ein vorzugsweise elastisches Rückstellmittel eine Federsäule **27** gezeigt, mittels der die bewegbare Arbeitsplatte **15** gegen das Oberteil **13** der Presse vorgespannt ist. Diese Federsäule **27** dient der Gewichtskompensation der bewegbaren Druckplatte **15**. Grundsätzlich sind dem Fachmann zur Gewichtskompensation aber auch andere Bauelemente bekannt, wie z.B. hydraulische, pneumatische oder mechanische Rückstellmittel. Alle weiteren Teile, die dem Fachmann insbesondere im Bereich der Herstellung von Pressen bekannt sind und die keine Bedeutung für die Erfindung haben, wurden weggelassen. Ergänzend ist in den Figuren nur jeweils der rechte Teil des Arbeitsraums **14** dargestellt, es versteht sich

jedoch, dass sich der Arbeitsraum **14** in den Figuren nach links erweitert und dort eine entsprechende Ausbildung spiegelverkehrt aufweist.

[0056] Die bevorzugte Anwendung der Laminiervorrichtung erfolgt - jedoch ohne Einschränkung hierauf - für die Herstellung von Glaslaminaten, wie Smartglas, Verbundglas oder Verbundsicherheitsglas, Photovoltaik-Module im Glas-Folien-Bereich sowie Photovoltaik-Module im Glas-Glas-Bereich (Dünnschicht und organische Module) und Glas-Zellen-Glas-Bereich (kristalline Zellen). Unter Smartglas werden dabei technische Gläser verstanden, bei denen z.B. durch Anlegung einer Spannung an eine Schicht des Laminats ein Effekt ausgelöst werden kann, wie z.B. ein Verdunkeln einer Fläche. Weitere Einsatzbereiche zum Laminieren auch anderer Materialien sind jedoch grundsätzlich ebenso möglich.

[0057] Grundsätzlich können auch mehrere plattenförmige Werkstücke im Arbeitsraum bearbeitet werden und ebenso ist es möglich, das zusätzliche Schichten und/oder Werkstücke übereinander im Arbeitsraum miteinander laminiert werden.

[0058] Im Folgenden wird der grundsätzliche Aufbau der Laminiervorrichtung anhand der **Fig. 1** erläutert. Die Laminiervorrichtung weist ein Unterteil **12** und ein mit dem Unterteil **12** gasdicht verbindbares Oberteil **13** auf, die im Ausführungsbeispiel durch die entsprechenden Teile der Presse bzw. des Pressentisches dargestellt sind. Zwischen diesen Teilen der Presse, also zwischen Unterteil **12** und Oberteil **13** ist eine öffenbare und schließbare Arbeitskammer **14** zur Aufnahme des Schichtenstapels **11** beim Laminieren vorgesehen. Im Arbeitsraum **14** sind auch weitere Bauteile angeordnet, wie insbesondere die bewegbare Druckplatte **15** oder, falls erforderlich, die Isolierschicht **28** zur Isolierung gegenüber dem Oberteil **13**. In **Fig. 1** ist erkennbar, dass die Lagerung der bewegbaren Druckplatte die Isolierschicht **28** und das Oberteil **13** durchgreift, damit dort die Lagerung an der Federsäule **27** als einem elastischen Rückstellmittel erfolgen kann.

[0059] Die bewegbare Druckplatte **15** ist innerhalb der Arbeitskammer **14** zwischen Oberteil **13** und Unterteil **12** bzw. Schichtenstapel **11** entlang einer Pressachse **a-a** bewegbar. Die Druckplatte **15** kann beheizt oder beheizbar sein, muss es aber nicht. Die Pressachse definiert dabei die Schließ- und Öffenrichtung der Presse. Zudem ist in **Fig. 1** auf der rechten Seite zwischen Unterteil **12** und Oberteil **13** ein Dichtrahmen **21** angeordnet, der erfindungsgemäß mehrteilig ausgebildet ist. In der Arbeitskammer **14** sind ferner mehrere voneinander separierbare, bedarfsweise mit Druck oder Unterdruck beaufschlagbare Druckkammern vorgesehen.

[0060] Wenigstens ein flexibles Element, nämlich im Ausführungsbeispiel entweder das erste flexible Element **16** und/oder das weitere flexible, gasdichte Element **17**, ist zwischen den Teilen des mehrteiligen Dichtrahmens **21** zur Abtrennung einer ersten Druckkammer **18** festgelegt bzw. eingespannt, wobei durch Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung dieser ersten Druckkammer **18** mit Druck oder Unterdruck die bewegbare Druckplatte **15** bewegbar ist. Wenigstens ein Zwischenrahmen **22** ist als vom Unterteil **12** und Oberteil **13** gesonderter Dichtrahmen vorgesehen. Zwischen dem Zwischenrahmen und dem Unterteil **12** bzw. Oberteil **13** ist jeweils wenigstens ein Spalt **25**, **26** vorgesehen. Dabei ist ein erstes flexibles gasdichtes Element **16** in den Spalt **25** oberhalb des Zwischenrahmens **22** eingespannt. Ein weiteres flexibles Element ist in dem Spalt **26** unterhalb des Zwischenrahmens **22** als Membran einspannbar, die zum Membranpressen verwendet werden kann. Einspannbar bedeutete, dass die Membran **17** nicht eingespannt sein muss, sondern ein Betrieb auch ohne Membran **17** möglich ist, worauf weiter unten noch näher eingegangen wird. Gleichwohl ist die Vorrichtung für das bedarfsweise Einspannen der Membran **17** vorbereitet.

[0061] Das wenigstens eine flexible, gasdichte Element teilt damit die Arbeitskammer in unterschiedliche Bereiche ein. Im Ausführungsbeispiel teilt das erste flexible, gasdichte Element die Arbeitskammer **14** in eine oberhalb dieses Elements befindliche erste Druckkammer **18** und eine unterhalb dieses Elements befindliche zweite Druckkammer **19**, in der die bewegbare Druckplatte **15** vorgesehen ist. Damit wird die erste Druckkammer **18** von einem Bewegungsraum für die bewegbare Druckplatte **15** getrennt. Ist zudem ein weiteres flexibles, gasdichtes Element als Membran **17** eingespannt, teilt diese Membran **17** die Arbeitskammer **14** in eine oberhalb der Membran **17** befindliche zweite Druckkammer **19** (s.o.), in der die bewegbare Druckplatte **15** mit ihrem Bewegungsraum vorgesehen ist, und einen unterhalb der Membran **17** befindlichen Produktraum **20** auf, in dem der Schichtenstapel **11** bzw. das Werkstück aufgenommen ist. Auch der Produktraum **20** kann bedarfsweise mit Druck oder Unterdruck beaufschlagt werden.

[0062] Wenn im Folgenden von Schichtenstapel oder Werkstück die Rede ist, versteht es sich, dass mehr als ein Werkstück oder mehr als ein Schichtenstapel **11** darunter zu verstehen ist.

[0063] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** sind zwischen Unterteil **12** und Oberteil **13** wenigstens drei durch zwei flexible, gasdichte Element voneinander getrennte Druckkammern vorgesehen, nämlich die erste Druckkammer **18**, die zweite Druckkammer **19** und der Produktraum **20**.

[0064] Vorteilhafterweise sind bewegbare Druckplatte **15** und Membran **17** unabhängig voneinander aus den Druckkammern zur Anlage oder Nichtanlage am Unterteil **12** bzw. Schichtenstapel **11** bewegbar. Damit können verschiedenste Betriebsarten mit ein und derselben Laminiervorrichtung bewerkstelligt werden.

[0065] Zwischen Unterteil **12** und Oberteil **13** sind als Teile des Dichtrahmens **21** ein Membranrahmen **23** in Höhe der Membran **17**, ein Zwischenrahmen **22** in Höhe des zweiten Druckkammer **19** und ein oberer Kammerrahmen **24** in Höhe der ersten Druckkammer **18** vorgesehen. Ein derartiger Aufbau gestattet einen schnellen Umbau, insbesondere wenn die Membran **17** bedarfsweise verwendet wird oder auch nicht.

[0066] Die bewegbare Druckplatte **15** ist über die Federsäule **27** gemäß **Fig. 1** gewichtskompensiert am Oberteil **13** gelagert, welches Oberteil zugleich das bewegliche Oberteil einer Presse ist. Grundsätzlich sin aber auch andere Rückstellmittel denkbar, die dem Fachmann zur Gewichtskompensation bekannt sind, wie insbesondere hydraulische oder pneumatische oder auch mechanische Komponenten. Ein umgekehrter Aufbau, bei dem das Unterteil bewegbar ist, oder ein Aufbau bei dem Unterteil und Oberteil bewegbar sind, ist grundsätzlich ebenso denkbar.

[0067] Verfahrensgemäß kann mit der Vorrichtung wenigstens ein Schichtenstapel **11** laminiert werden. Ein derartiger Schichtenstapel **11** umfasst vorzugsweise wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück **11** a und wenigstens eine Adhäsivstoffschicht **11b**. Grundsätzlich sind auch weitere Schichten und weitere Werkstücke nebeneinander oder übereinander im Arbeitsraum aufnehmbar. Das Laminieren erfolgt mittels Druck und/oder Wärme, wozu mittels der bewegbaren Druckplatte **15** bzw. der Presse Druck aufgebracht werden kann und/oder von der bedarfsweise beheizbaren bewegbaren Druckplatte bzw. vom Unterteil **12** Wärme in die Arbeitskammer **14** und damit ins Werkstück eingetragen werden kann, um z.B. eine Adhäsivstoffschicht zu aktivieren bzw. auszuhärten.

[0068] Beim Laminieren wird der wenigstens eine Schichtenstapel **11** in eine öffenbare und schließbare Arbeitskammer **14** eingebracht, die zwischen dem Unterteil **12** und dem Oberteil **13** der Laminiervorrichtung **10** ausgebildet ist. Diese Arbeitskammer **14** ist im geschlossenen Zustand beim Laminieren mittels eines zwischen Unterteil **12** und Oberteil **13** angeordneten Dichtrahmens **21** gasdicht verschließbar. Die bewegbare Druckplatte **15** ist innerhalb der Arbeitskammer **14** bedarfsweise zwischen Oberteil **13** und Unterteil **12** bzw. Schichtenstapel **11** entlang einer Pressachse **a-a** der Laminiervorrichtung bewegbar.

[0069] Die Bewegung der in der Arbeitskammer **14** angeordneten Elemente der Laminiervorrichtung und insbesondere der bewegbaren Druckplatte **15** erfolgt aus in der Arbeitskammer **14** vorgesehenen, betätigbaren Druckkammern durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck oder Unterdruck. Die Bewegung der bewegbaren Druckplatte **15** erfolgt dabei insbesondere aufgrund einer Druckdifferenz zwischen den Druckkammern, also im Ausführungsbeispiel zwischen der ersten Druckkammer **18** und/oder der zweiten Druckkammer **19** und/oder dem Produktraum **20**.

[0070] Die bewegbare Druckplatte **15** wird aus der ersten Druckkammer **18** durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck in der Arbeitskammer **14** bewegt. Die erste Druckkammer **18** wird durch ein quer zur Pressachse **a-a** angeordnetes, von dem mehrteiligen Dichtrahmen **21** gehaltenes, flexibles, gasdichtes Element von der Arbeitskammer **14** abgetrennt, so dass die bewegbare Druckplatte **15** beliebig innerhalb der Arbeitskammer **14** aufgrund der genannten Druckdifferenzen bewegt werden kann. Diese Bewegung kann zusammen mit einer Membran **17**, unabhängig von einer Membran oder auch ohne Membran **17** erfolgen.

[0071] Vorzugsweise sind mehrere flexible, gasdichte Elemente vorgesehen, wobei in einem ersten Ausführungsbeispiel ein erstes flexibles, gasdichtes Element **16** in einen Spalt **25** oberhalb eines ein Teil des Dichtrahmens **21** bildenden Zwischenrahmens **22** gemäß **Fig. 1** eingespannt wird und ein weiteres flexibles Element in einen Spalt **26** unterhalb des Zwischenrahmens **22** als für die Membranpresse erforderliche Membran **17** je nach Einsatzzweck einspannbar ist.

[0072] Durch das flexible, gasdichte Element und zwar insbesondere durch das erste flexible, gasdichte Element **16** wird die Arbeitskammer **14** in eine oberhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche erste Druckkammer **18** und eine unterhalb des flexiblen gasdichten Elements befindliche zweite Druckkammer **19** geteilt, in welcher die bewegbare Druckplatte **15** vorgesehen und dort auch bewegt wird. Dies ist z.B. deutlich in der Ansicht der **Fig. 2** zu erkennen.

[0073] Wird ein weiteres flexibles Element als Membran **17** eingespannt, so teilt auch diese Membran **17** diese Arbeitskammer **14** auf. In diesem Fall ergibt sich oberhalb der Membran **17** eine zweite Druckkammer **19**, in der die bewegbare Druckplatte bewegt wird, und ein unterhalb der Membran **17** befindlicher Produktraum **20**, der bedarfsweise ebenfalls mit Druck beaufschlagbar wird. Der Produktraum **20** ist gemäß **Fig. 1** für die Aufnahme des Werkstücks oder Schichtenstapels **11** bestimmt.

[0074] **Fig. 2** zeigt den Einsatz der Laminiervorrichtung als Flachpresse mit Membran. Während der Evakuierphase des Produktraumes **20** werden gleichzeitig die Druckkammern **18** und **19** evakuiert. In dieser Phase bleibt die bewegbare Druckplatte in ihrer oberen Stellung gemäß **Fig. 1**. Um Druck aufzubauen, wird nun die erste Druckkammer belüftet, wobei sich die bewegbare Druckplatte **15** zusammen mit der Membran **17** gemäß **Fig. 3** auf den Schichtenstapel ablegt. Jetzt beginnt die Druckphase auf das Werkstück. Ergänzend kann in der ersten Druckkammer **18** zusätzlich ein Druck oberhalb des Atmosphärendrucks aufgebracht werden. Anschließend werden die Druckkammern und der Produktraum **20** belüftet und der laminierte Schichtenstapel kann aus dem Produktraum **20** entnommen werden.

[0075] Grundsätzlich ist auch ein Flachpressen ohne Membran möglich. Hierzu muss die Membran **17** aus dem Spalt **26** zwischen Membranrahmen **23** und Zwischenrahmen **22** entnommen werden, so dass sich eine Ansicht gemäß den **Fig. 4**, **Fig. 5** ergibt. Damit verbleiben lediglich zwei Räume in der Arbeitskammer, nämlich die untere Kammer, die den Produktraum **20** umfasst und in der auch die bewegbare Druckplatte **15** angeordnet ist, sowie die erste Druckkammer **18**. Zu Beginn werden beide Druckkammern evakuiert, wobei die bewegbare Druckplatte **15** in ihrer oberen Stellung verbleibt (**Fig. 4**). Wird anschließend die erste Druckkammer **18** belüftet, senkt sich die bewegbare Druckplatte **15** auf das Werkstück bzw. den Schichtenstapel **11** ab (**Fig. 5**). Damit beginnt die Druckphase, wobei bedarfsweise grundsätzlich ein Druck oberhalb Atmosphärendrucks in der ersten Druckkammer **18** aufgebracht werden kann. Anschließend wird der Produktraum **20** belüftet und der laminierte Schichtenstapel **11** entnommen.

[0076] **Fig. 2** zeigt die Antriebsart Membranpressen. Bei dieser Betriebsart wird nach Einbringen des Schichtenstapels **11** in die Arbeitskammer **14** der Produktraum **20**, aber auch die erste Druckkammer **18** und die zweite Druckkammer **19** evakuiert. Anschließend wird jetzt die zweite Druckkammer **19** belüftet, so dass sich die Membran gemäß **Fig. 2** ohne die bewegbare Druckplatte **15** auf den Schichtenstapel **11** absenkt. In dieser Phase kann nun Druck aufgebracht werden, wobei bedarfsweise zusätzlich in der zweiten Druckkammer **19** ein Druck oberhalb des Atmosphärendrucks aufgebracht werden kann.

[0077] Eine weitere Betriebsart ist das Membran- und Flachpressen in Kombination. Nachdem der Schichtenstapel **11** in die Arbeitskammer **14** eingebracht worden ist, werden Produktraum **20** sowie erste Druckkammer **18** und zweite Druckkammer **19** evakuiert. Anschließend wird durch Belüften der zweiten Druckkammer **19** die Membran **17** auf den Schichtenstapel **11** abgelegt. Dabei kann bedarfsweise ein Druck oberhalb des atmosphärischen Drucks als Überdruck in der zweiten Druckkammer **19** aufgebracht werden. Die bewegbare Druckplatte **15** bleibt währenddessen in ihrer oberen Stellung und hat keinen Kontakt zum Schichtenstapel **11**. Dies entspricht der Darstellung gemäß **Fig. 2**. Im Folgenden wird durch Belüften der ersten Druckkammer **18** die bewegbare Druckplatte **15** auf die Membran **17** und den darunterliegenden Schichtenstapel **11** gelegt. Dabei muss der Druck in der ersten Druckkammer **18** höher sein als der Druck in der zweiten Druckkammer **19** bzw. muss die zweite Druckkammer **19** zuvor belüftet werden, um diesen Vorgang durchführen zu können. Um zu vermeiden, dass sich dabei ein Luftpolster in der zweiten Druckkammer **19** ausbildet, empfiehlt es sich jedoch, die zweite Druckkammer zu entlüften. Dies führt zu einer Darstellung gemäß **Fig. 3**, in der die Membran **17** als auch die bewegbare Druckplatte **15** auf den Schichtenstapel **11** abgesenkt sind.

[0078] Als weitere Betriebsart besteht die Möglichkeit eines Flach-und Membranpressens in Kombination. Nach Einbringen des Schichtenstapels **11** werden auch hier Produktraum **20** sowie die erste Druckkammer **18** und die zweite Druckkammer **19** evakuiert. Nun werden durch Belüften der ersten Druckkammer **18** die bewegbare Druckplatte **15** und die Membran **17** gemeinsam auf das Werkstück abgelegt, was der Darstellung gemäß **Fig. 3** entspricht. In dieser Stellung wirkt nun zunächst der Flächendruck der bewegbaren Druckplatte aus der resultierenden Druckdifferenz zwischen dem Produktraum **20** und dem Belüftungsdruck in der ersten Druckkammer **18**. Die Membran **17** selbst wirkt dabei noch nicht mit, da die zweite Druckkammer **19** noch evakuiert ist, so dass die Membran **17** zunächst nur als Polster wirkt. Durch Belüften der zweiten Druckkammer **19** kann nun ein Membrandruck wie beim Membranpressen ausgebaut werden. Durch Belüften der zweiten Druckkammer **18** wird die bewegbare Druckplatte **15** in Folge der Federsäule **27** als Rückstellmittel gemäß **Fig. 1** nach oben bewegt bzw. kann mit Hilfe eines leichten Überdrucks unter Überwindung der Rückzugskräfte der Federsäule **27** auf die Membran **17** abgelegt werden. Dadurch kann im Falle einer beheizbaren Druckplatte **15** Wärme dem Werkstück weiter zugeführt werden. Grundsätzlich ist es auch möglich, bedarfsweise die bewegbare Druckplatte **15** mehrfach auf den Schichtenstapel **11** und die Membran **17** abzusenken und wieder anzuheben. Durch Belüften aller Druckkammern und des Produktraums **20** kann dann der Schichtenstapel **11** entnommen werden.

[0079] In sämtlichen Ausführungsbeispielen besteht grundsätzlich die Möglichkeit, nach dem Entlüften der ersten Druckkammer **18** und/oder der zweiten Druckkammer **19** der jeweils entlüfteten Druckkammer weiteren Druck zuzuführen, also einen Druck, der höher

als Atmosphärendruck ist, um einen entsprechend gesteuerten Druck auf das Werkstück aufzubringen.

[0080] Ebenso ist es möglich, den Druck im Produktraum nicht, insbesondere nicht unter Atmosphärendruck abzusenken, was zu weiteren Alternativbetriebsarten führt.

[0081] Im Ergebnis werden damit ein Verfahren und eine Vorrichtung geschaffen, die eine Kombination einer Flachpressenstufe und einer Membranstufe in einer Einheit ermöglichen. Die Abtrennung der zweiten Druckkammer **19** erfolgt durch ein flexibles, gasdichtes Element, das vorzugsweise ein umlaufend eingespanntes gas- und druckdichtes Gewebetuch ist. Durch Verwendung dieses zusätzlichen flexiblen, gasdichten Elements ist ein Dreikammersystem möglich, das eine getrennte Ansteuerung von bewegbarer Druckplatte **15** und Membran **17** gestattet. Gleichwohl kann durch Entnahme der Membran das Dreikammersystem zu einem Zweikammersystem als Flachpresse mit einer Vakuumkammer umgerüstet werden. Damit sind unterschiedlichste Betriebsarten in einer Stufe wie z. B. Flachpressen / Membranpressen / Flach- und Membranpressen möglich. Dies gestattet die Herstellung unterschiedlicher Photovoltaikmodule in einer und derselben Presse.

[0082] Bei einer bevorzugten Ausführungsform, die insbesondere zum Laminieren von Smartglas oder Glaslaminaten z.B. mit PVB oder anderen Klebefolien vorgesehen ist, ergibt sich eine andere Betriebsweise der Vorrichtung.

[0083] Nach dem Einfördern des Schichtenstapels **11** schließt die Laminiervorrichtung und in der ersten Druckkammer **18** wird ein Druck aufgebaut, der größer als Atmosphärendruck ist. Die bewegbare Druckplatte **15** legt sich samt Membran **17** (sofern sie eingebaut ist) ab. Der Schichtenstapel **11** bekommt von beiden Seiten, d.h. im Ausführungsbeispiel von oben von der beheizbaren und bewegbaren Druckplatte **15** und von unten vom Unterteil **12** denselben Wärmeeintrag. Nach einer gewissen Zeit wird der Druck in der ersten Druckkammer **18** wieder abgebaut und die bewegbare Druckplatte **15** wird durch die elastischen Rückstellmittel, die zur Gewichtskompensation der bewegbaren Druckplatte **15** vorgesehen sind, wieder nach oben gezogen. Anschließend wird mit dem Evakuieren der ersten Druckkammer **18**, ggf. der zweiten Druckkammer **19** und des Produktraums **20** begonnen. Dabei können die erste Druckkammer **18** und/oder die zweite Druckkammer **19** beliebig je nach Bedarf belüftet werden, auch abhängig davon, ob die Laminiervorrichtung als Membran- und/oder Flachpresse betrieben wird. In der ersten Druckkammer **18** und/oder zweiten Druckkammer **19** kann je nach Bedarf auch ein Überdruck aufgebracht werden.

[0084] Anders als in den vorausgegangenen Beschreibungen wird in diesem Anwendungsfall nicht mit Vakuum gestartet, sondern mit Druck zumindest in der ersten Druckkammer **18**. Der Produktraum **20** kann, muss aber dazu nicht evakuiert werden.

Bezugszeichenliste

10	Laminiervorrichtung
11	Schichtenstapel
11a	plattenförmiges Werkstück
11b	Adhäsivstoffschicht
12	Unterteil
13	Oberteil
14	Arbeitskammer
15	bewegbare Druckplatte
16	erstes flexibles, gasdichtes Element
17	Membran
18	erste Druckkammer
19	zweite Druckkammer
20	Produktraum
21	Dichtrahmen
22	Zwischenrahmen
23	Membranrahmen
24	oberer Kammerrahmen
25, 26	Spalt
27	Federsäule
28	Isolierung
a-a	Pressachse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102015115453 A1 [0007]
- EP 2457728 A1 [0009]
- EP 1894717 A1 [0009, 0010]
- WO 2017/098465 A1 [0011]
- WO 2013/010531 A2 [0012]
- EP 1997614 A2 [0013]

Patentansprüche

1. Laminiervorrichtung (10) zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels (11), der wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück (11a) und wenigstens eine zumindest auch als Adhäsivstoffschicht (11b) wirkende Schicht umfasst, mittels Druck und/oder Wärme, insbesondere zu einem Glaslaminat und/oder Photovoltaik-Modul, wobei die Laminiervorrichtung aufweist:
- ein Unterteil (12),
- ein Oberteil (13), das mit dem Unterteil (12) gasdicht verbindbar ist,
- eine zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) ausgebildete, öffenbare und schließbare Arbeitskammer (14) zur Aufnahme des Schichtenstapels (11) beim Laminieren,
- eine innerhalb der Arbeitskammer (14) zwischen Oberteil (13) und Unterteil (12) bzw. Schichtenstapel (11) entlang einer Pressachse (a-a) bewegbare Druckplatte (15),
- wenigstens einen zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) angeordneten Dichtrahmen (21),
- mehrere in der Arbeitskammer (14) vorgesehene, voneinander separierbare, bedarfsweise betätigbare Druckkammern, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere in Richtung der Pressachse (a-a) voneinander beabstandete Einspannstellen vorgesehen sind, wobei wenigstens ein flexibles Element an einer der Einspannstellen zur Abtrennung einer ersten Druckkammer (18) festgelegt ist, durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck oder Unterdruck die bewegbare Druckplatte (15) bewegbar ist.

2. Laminiervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Zwischenrahmen (22) als vom Unterteil (12) und Oberteil (13) gesonderter Dichtrahmen (21) vorgesehen ist, wobei die Einspannstellen an oder zwischen diesen Elementen vorgesehen sind.

3. Laminiervorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes flexibles, gasdichtes Element (16) in einen Spalt (25) oberhalb des Zwischenrahmens (22) eingespannt ist und ein weiteres flexibles Element in einen Spalt (26) unterhalb des Zwischenrahmens (22) als Membran (17) einspannbar ist.

4. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das flexible, gasdichte Element die Arbeitskammer (14) in eine oberhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche erste Druckkammer (18) und eine unterhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche zweite Druckkammer (19) teilt, in der die bewegbare Druckplatte (15) vorgesehen ist.

5. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn ein weiteres flexibles, gasdichtes Element als Membran (17) eingespannt ist, die Membran (17) die Arbeitskammer (14) in eine oberhalb der Membran (17) befindliche zweite Druckkammer (19), in der die bewegbare Druckplatte (15) vorgesehen ist, und einen unterhalb der Membran (17) befindlichen Produktraum (20) teilt, der bedarfsweise ebenfalls mit Druck oder Unterdruck beaufschlagbar ist.

6. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) wenigstens drei durch zwei flexible, gasdichte Elemente voneinander getrennte Druckkammern (erste Druckkammer 18, zweite Druckkammer 19, Produktraum 20) vorgesehen sind.

7. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bewegbare Druckplatte (15) und Membran (17) unabhängig voneinander aus den Druckkammern zur Anlage oder Nichtanlage am Unterteil (12) bzw. Schichtenstapel (11) bewegbar sind.

8. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dichtrahmen (21) mehrteilig ausgebildet ist und dass zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) als Teile des Dichtrahmens (21) vorzugsweise ein Membranrahmen (23), ein Zwischenrahmen (22) und ein oberer Kammerrahmen (24) vorgesehen sind, zwischen welchen Teilen die Einspannstellen als Spalten (25, 26) vorgesehen sind.

9. Laminiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bewegbare Druckplatte (15) über wenigstens ein vorzugsweise elastisches Rückstellmittel wie eine Federsäule (27) gewichtskompensiert am Oberteil (13) gelagert ist, das zugleich das bewegliche Oberteil einer Presse ist.

10. Verfahren zum Laminieren wenigstens eines Schichtenstapels (11), der wenigstens ein im Wesentlichen plattenförmiges Werkstück (11a) und wenigstens eine zumindest auch als Adhäsivstoffschicht (11b) wirkende Schicht umfasst, mittels Druck und/oder Wärme, insbesondere zum Laminieren zu einem Glaslaminat und/oder Photovoltaik-Modul,
wobei der wenigstens eine Schichtenstapel (11) in eine öffenbare und schließbare Arbeitskammer (14) eingebracht wird, die zwischen einem Unterteil (12) und einem Oberteil (13) einer Laminiervorrichtung (10) ausgebildet ist und die im geschlossenen Zustand beim Laminieren mittels eines zwischen Unterteil (12) und Oberteil (13) angeordneten Dichtrahmens (21) gasdicht verschließbar ist,

wobei eine bewegbare Druckplatte (15) innerhalb der Arbeitskammer (14) bedarfsweise zwischen Oberteil (13) und Unterteil (12) bzw. Schichtenstapel (11) entlang einer Pressachse (a-a) der Laminiervorrichtung bewegbar ist,
wobei die Bewegung der in der Arbeitskammer (14) angeordneten Elemente der Laminiervorrichtung aus in der Arbeitskammer (14) vorgesehenen, betätigbaren Druckkammern durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck oder Unterdruck erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass die bewegbare Druckplatte (15) aus einer ersten Druckkammer (18) durch deren Beaufschlagung oder Nichtbeaufschlagung mit Druck in der Arbeitskammer (14) bewegt wird, die durch wenigstens ein quer zur Pressachse (a-a) angeordnetes, flexibles, gasdichtes Element von der Arbeitskammer (14) abgetrennt wird, das an einer von mehreren in Richtung der Pressachse (a-a) voneinander beabstandeten Einspannstellen gehalten wird.

11. Laminiervorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes flexibles, gasdichtes Element (16) in einen Spalt (25) oberhalb eines einen Teil des Dichtrahmens (21) bildenden Zwischenrahmens (22) eingespannt wird und ein weiteres flexibles Element in einen Spalt (26) unterhalb des Zwischenrahmens (22) als Membran (17) einspannbar ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitskammer (14) durch das flexible, gasdichte Element in eine oberhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche erste Druckkammer (18) und eine unterhalb des flexiblen, gasdichten Elements befindliche zweite Druckkammer (19) geteilt wird, in welcher die bewegbare Druckplatte (15) bewegt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn als weiteres flexibles Element eine Membran (17) eingespannt wird, die Membran (17) die Arbeitskammer (14) in eine oberhalb der Membran (17) befindliche zweite Druckkammer (19), in der die bewegbare Druckplatte (15) bewegt wird, und einen unterhalb der Membran (17) befindlichen Produktraum (20) geteilt wird, der bedarfsweise ebenfalls mit Druck beaufschlagt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer (14),
- gleichzeitiges Evakuieren der ersten Druckkammer (18), der zweiten Druckkammer (19) und des Produktraums (20),
- Belüften der ersten Druckkammer (18), wobei die bewegbare Druckplatte (15) mit der Membran (17) auf den Schichtenstapel (11) abgelegt wird,
- Aufbau von Druck auf den Schichtenstapel (11),
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums zur Entnahme des laminierten Schichtenstapels (11).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei keine Membran (17) vorhanden ist, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels (11) in die Arbeitskammer (14),
- Evakuieren der ersten Druckkammer (18) sowie des Produktraums (20),
- Belüften der ersten Druckkammer (18) und Ablegen der bewegbaren Druckplatte (15) auf dem Schichtenstapel (11),
- Aufbau von Druck auf den Schichtenstapel (11),
- Belüften des Produktraums (20) und Entnehmen des laminierten Schichtenstapels.

16. Verfahren nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels in die Arbeitskammer (14),
- Evakuieren der ersten Druckkammer (18), der zweiten Druckkammer (19) und des Produktraums (20),
- Belüften der zweiten Druckkammer (19) und Ablegen der Membran (17), ohne dass die bewegbare Druckplatte (15) Kontakt mit der Membran (17) hat,
- Belüften der ersten Druckkammer (18) und des Produktraums und Entnehmen des laminierten Schichtenstapels (11).

17. Verfahren nach Anspruch 14 **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels (11) in die Arbeitskammer (14),
- Evakuieren der ersten Druckkammer (18), der zweiten Druckkammer (19) und des Produktraums (20),
- Belüften der zweiten Druckkammer (19) und Ablegen der Membran (17) auf dem Schichtenstapel (11),
- Belüften der ersten Druckkammer (18) und Ablegen der bewegbaren Druckplatte (15) auf der Membran (17) und dem darunter liegenden Schichtenstapel (11), wobei der Druck in der ersten Druckkammer (18) größer als der Druck in der zweiten Druckkammer (19) ist,
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums zur Entnahme des laminierten Schichtenstapels (11).

18. Verfahren nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels (11) in die Arbeitskammer (14),
- Evakuieren der ersten Druckkammer (18), der zweiten Druckkammer (19) und des Produktraums (20),
- Belüften der ersten Druckkammer (18) und Ablegen der bewegbaren Druckplatte (15) und der Membran (17) gemeinsam auf dem Schichtenstapel (11),
- Belüften der zweiten Druckkammer (19) und Bewegen der bewegbaren Druckplatte weg von der Membran (17),

- bedarfsweise wenigstens ein weiteres Mal Absenken der bewegbaren Druckplatte (15) auf den Schichtenstapel (11) und die Membran (17) und anschließendes Anheben der bewegbaren Druckplatte (15),
- Belüften der Druckkammern und des Produktraums (20) zur Entnahme des Schichtenstapels (11).

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **gekennzeichnet durch** die Schritte
- Einbringen eines Schichtenstapels (11) in die Arbeitskammer (14),
- Aufbringen eines Drucks, der größer als Atmosphärendruck ist, in der ersten Druckkammer (18),
- Ablegen der bewegbaren Druckplatte (15) und, falls vorhanden, der Membran (17), auf dem Schichtenstapel (11),
- Einbringen von Wärme, insbesondere derselben Wärmemenge, von der bewegbaren, bedarfsweise beheizbaren Druckplatte (15) und vom Unterteil (12) in den Schichtenstapel (11),
- Absenken des Drucks in der ersten Druckkammer (18) und Abheben der bewegbaren Druckplatte (15),
- Betreiben der Vorrichtung als Flach- und/oder Membranpresse,
- Entnehmen des laminierten Schichtenstapels (11).

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Entlüften der ersten Druckkammer (18) und/oder der zweiten Druckkammer (19) in der ersten Druckkammer (18) und/oder der zweiten Druckkammer (19) ein Druck aufgebaut wird, der höher als Atmosphärendruck ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck im Produktraum (20) nicht, insbesondere nicht unter Atmosphärendruck abgesenkt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

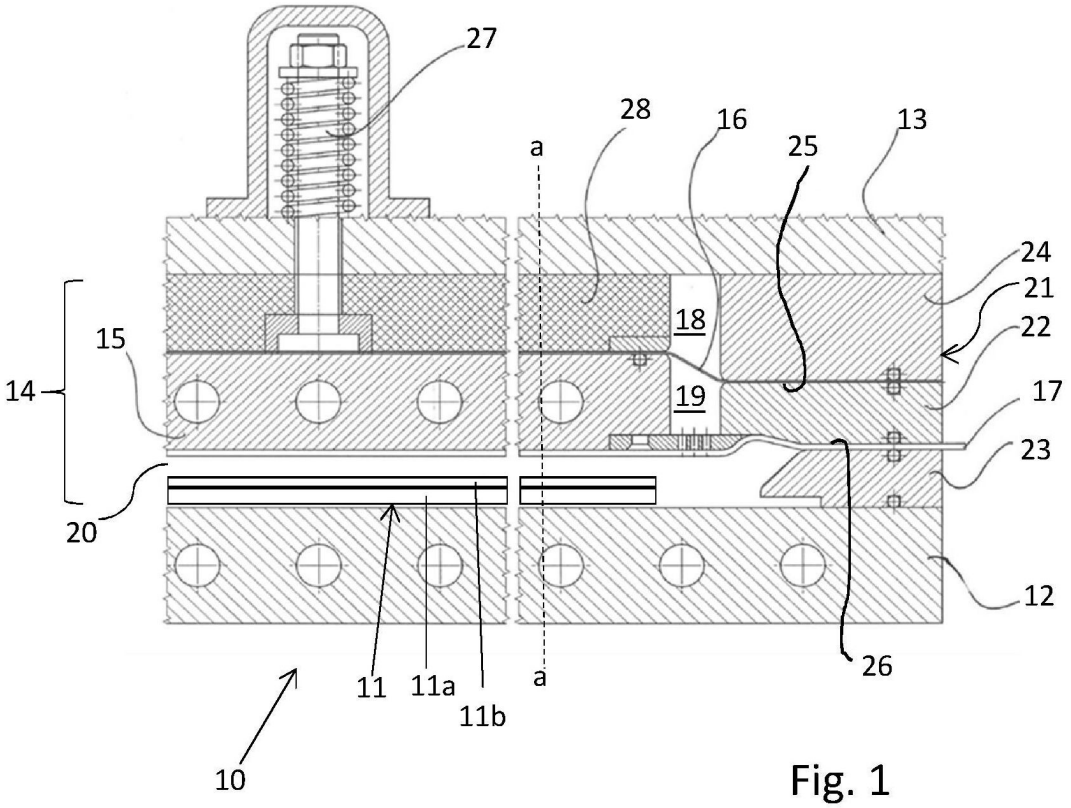


Fig. 1

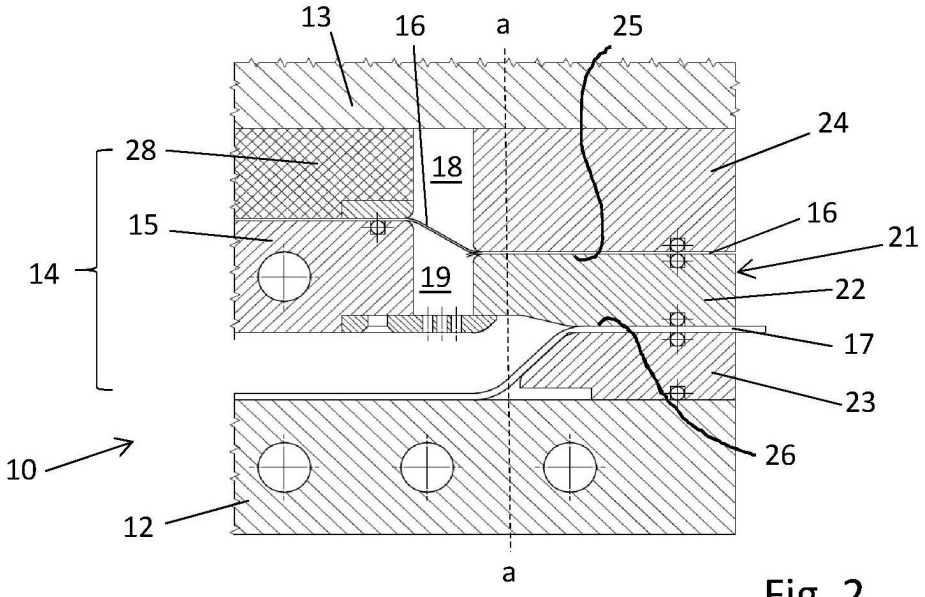


Fig. 2

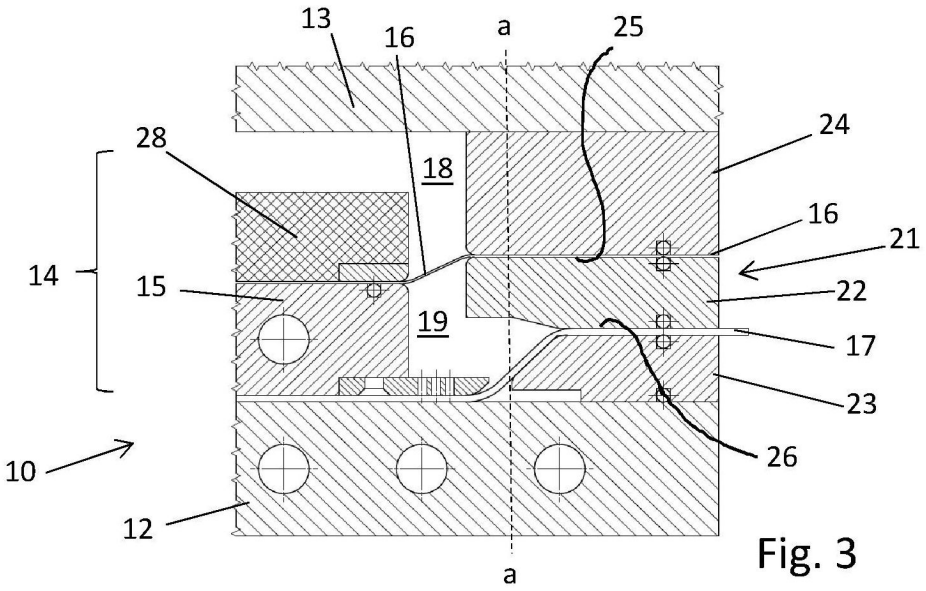


Fig. 3

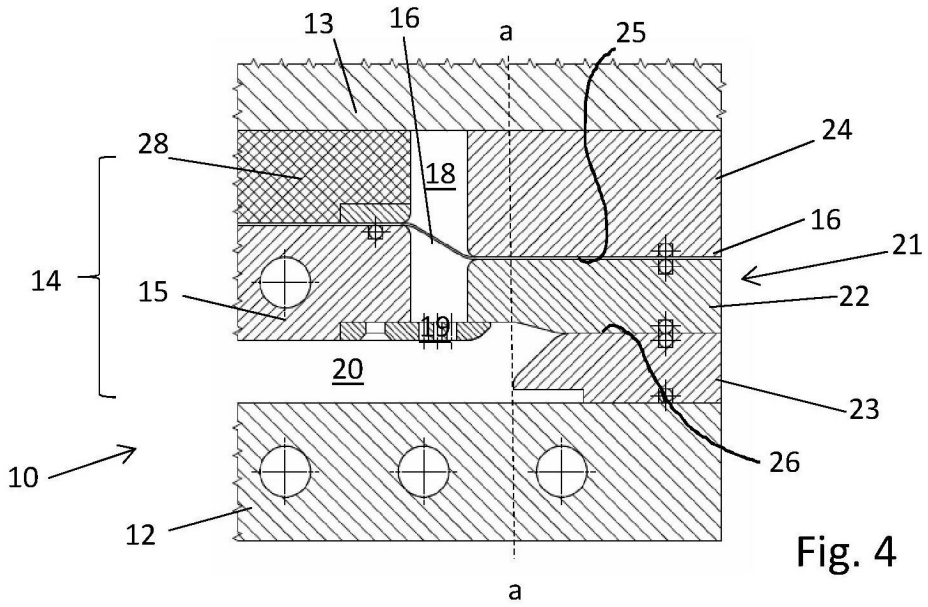


Fig. 4

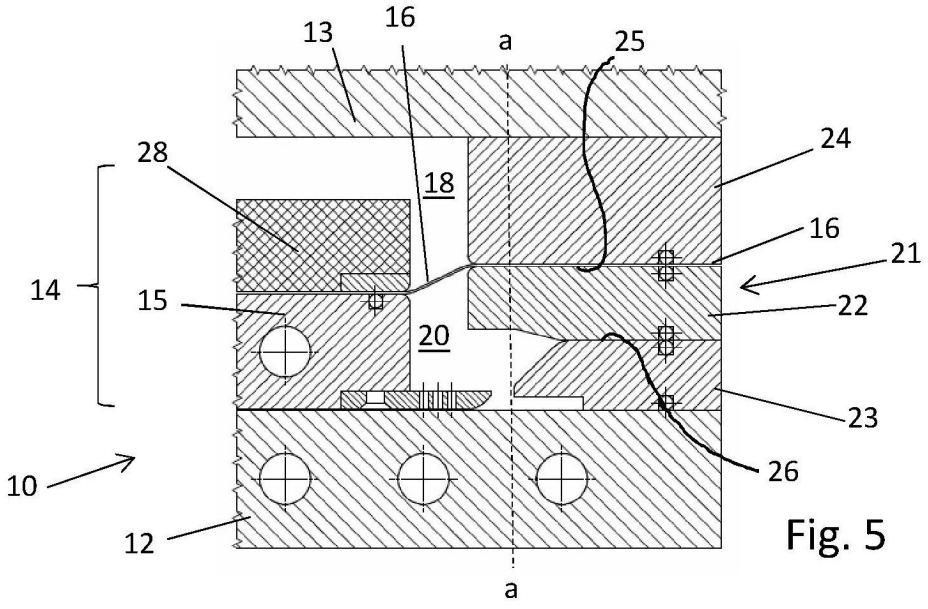


Fig. 5