

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Oktober 2010 (21.10.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/119058 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 70/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/054881

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. April 2010 (14.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 017 112.6
15. April 2009 (15.04.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DUBRATZ, Markus** [DE/DE]; Weißdornstraße 16, 52146 Würselen (DE).

(74) Anwalt: **KÖNIG & NAEVEN**; Kackertstraße 10, 52072 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING COMPONENTS CONTAINING PLASTIC AND DEVICE SUITABLE FOR PERFORMING THE METHOD

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KUNSTSTOFF ENTHALTENDEN BAUTEILEN SOWIE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS GEEIGNETE VORRICHTUNG

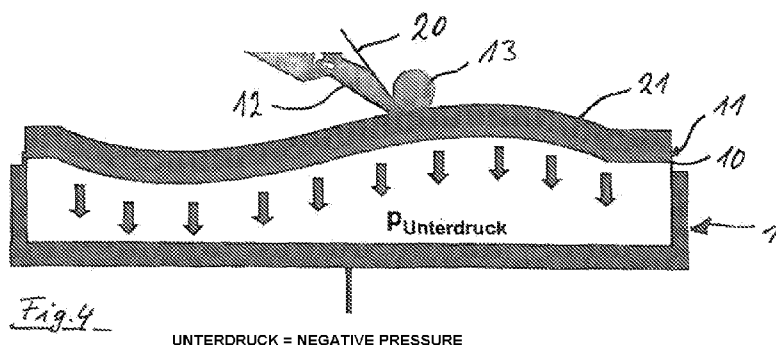


Fig. 4
UNTERDRUCK = NEGATIVE PRESSURE

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for producing components (14) containing plastic. In the method, polymer tapes (20) of a first polymer material are laid on a laying surface (11) of a laying element (10) to form a first layer. The laying surface (11) can be curved three-dimensionally. Further polymer tapes (20) are laid on the first layer to form at least one second layer. The method is characterized in that the laying element (10) is likewise composed of polymer material and remains in the finished component (14). In particular a laying film or a laying plate can be used as the laying element (10), which laying film or laying plate is fixed on the laying surface (11) of the laying element (10) by means of negative pressure. The device suitable for the use of a laying film (10) comprises, in addition to a shaping tool (1) having a shaping surface (2), a pressing surface (7) that is complementary to the shaping surface (2), and a negative pressure chamber (16) in the shaping tool (1) that is filled, for example, with a porous filling material (17), which simultaneously forms the shaping surface (2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Kunststoff enthaltenden Bauteilen (14) vorgeschlagen. Bei dem Verfahren werden Polymerbänder (20) eines ersten Polymermaterials zur Bildung einer Erstlage auf einer Abiagefläche (11) eines Abiagelements (10) abgelegt. Die Abiagefläche (11) kann dreidimensional gekrümmt sein. Auf der Erstlage werden zur Bildung mindestens einer zweiten Lage weitere Polymerbänder (20) abgelegt. Das Verfahren kennzeichnet sich dadurch, dass das Abiagelement (10) ebenfalls aus Polymermaterial besteht und im fertigen Bauteil (14) verbleibt. Als Abiagelement (10) kann insbesondere eine Abiagefolie oder eine Abiageplatte verwendet werden, die mittels Unterdruck auf der Ablageoberfläche (11) des Abiagelements (10) fixiert wird. Die für die Verwendung einer Abiagefolie (10) geeignete Vorrichtung umfasst neben einem eine Formgebungsfläche (2) aufweisenden Formgebungswerkzeug (1) ein Presswerkzeug (6) mit einer zur Formgebungsfläche (2) komplementären Pressfläche (7) sowie einen Unterdruckraum (16) im Formgebungswerkzeug (1), der z.B. mit einem porösen Füllmaterial (17) gefüllt ist, das gleichzeitig die Formgebungsfläche (2) ausbildet.

Verfahren zur Herstellung von Kunststoff enthaltenden Bauteilen sowie zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoff enthaltenden Bauteilen, bei dem Polymerbänder eines ersten Polymermaterials zumindest in einer ersten Polymerbandlage auf einer Ablagefläche eines Ablageelements abgelegt werden. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Kunststoffbauteile können durch schichtweises Ablegen von Polymerbändern erzielt werden. Diese Herstellungsweise eignet sich insbesondere zur Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoffen. So haben sich z. B. in der Luft- und Raumfahrttechnik Hochleistungsfaserverbundbauteile etabliert, die überall dort, wo geringes Gewicht bei gleichzeitig hoher mechanischer Belastbarkeit gefordert wird, besonders geeignet sind. Diese Herstellungstechnologie wird derzeit jedoch wegen der hohen Fertigungskosten eher in geringem Umfange genutzt. Es ist daher das Bestreben, derartige Fertigungsmethoden möglichst automatisierbar zu gestalten. Bei der Herstellung werden die Polymerbänder auf eine Form angedrückt, automatisiert abgelegt und nach der Ablage geschnitten. Zur Herstellung von flächigen Bauteilen werden mehrere Polymerbänder nebeneinander Stoß an Stoß abgelegt. Die Dicke des Bauteils wird durch Ablegen mehrerer Lagen übereinander erzeugt. Auf diese Weise können auch lokale Bauteilverstärkungen erreicht werden, z.B. durch Ausbildung einer Rippenstruktur.

Die automatisierte Herstellung von Verbundbauteilen mit einer unebenen Oberfläche durch Ablage von Polymerbändern ist insbesondere durch die Problematik der Erstlagenfixierung stark gehemmt. Die Form der Bauteile wird in der Regel durch ein

metallisches Formgebungswerkzeug vorgegeben. Da die Polymerbänder insbesondere bei stark gekrümmten Bauteilgeometrien für die Fixierung der ersten Lage auf dem Formgebungswerkzeug nicht hinreichend anhaften, muss für die Fixierung der ersten flächig nebeneinander abgelegten Polymerbänder sowie gegebenenfalls darüber hinaus auch während der Ablage von weiteren Schichten für die Anhaftung des herzustellenden Bauteils an der Werkzeugoberfläche gesorgt werden. Der Anhaftmechanismus muss dabei automatisierbar und reproduzierbar sein.

Insbesondere bei faserverstärkten Polymerbändern treten in Abhängigkeit vom Biegeradius an der Werkzeugoberfläche unterschiedlich hohe Eigenspannungen in Faserrichtung auf. Die Anhaftkraft für die Polymerbänder muss aber in jedem Punkt der Werkzeugoberfläche so groß sein, dass ein selbstständiges Lösen der Polymerbänder von der Werkzeugoberfläche nicht möglich ist. Zu den geometrisch eingebrachten Eigenspannungen der Polymerbänder kommen gegebenenfalls noch Eigenspannungen hinzu, die durch den Herstellungsprozess selber eingebracht werden und ebenfalls ein Ablösen der abgelegten Polymerbänder hervorrufen können. Zur Lösung der Anhaftung der Erstlage sind diverse Ansätze verfolgt worden.

Ein Verfahren der vorgenannten Art zum Ablegen von Thermoplastbändern ist in der DE 101 29 514 A1 offenbart. Dabei ist es vorgesehen, eine Werkzeugplattform auf einen Bereich von 50° C unterhalb bis 40° C oberhalb der Kristallisationstemperatur des zu verarbeitenden Thermoplasts zu temperieren und hierdurch ein Anhaften der abgelegten Thermoplastbänder zu erreichen. Die Anhaftung soll sich beim Abkühlen der Werkzeugplattform reduzieren, wodurch ein leichtes Ablösen der abgelegten Thermoplastbänder ermöglicht werden soll. Je nach gegebener Krümmung der Bauteiloberfläche reicht jedoch die gemäß dem vorgenannten Stand der Technik vorgeschlagene Erwärmung der Werkzeugoberfläche vielfach nicht aus, um dauerhaft sowohl die Erstlage als auch im weiteren Prozessverlauf das zum Teil bereits fertig erstellte Bauteil vollständig am Formgebungswerkzeug festzuhalten. Die Ablösekräfte, die durch die Eigenspannungen des Bauteils hervorgerufen werden, können ohne weiteres größer als die Anhaftkräfte aufgrund der erhitzten Werkzeugoberfläche sein.

In der DE 101 29 514 A1 ist zudem als vorhergehender Stand der Technik offenbart, ein doppelseitiges Klebeband einzusetzen, welches auf die Werkzeugoberfläche geklebt als Fixierung für die Polymerbänder dienen soll. Die Anhaftkraft des Klebebandes reicht aus, um auch auf Krümmungen und in Mulden der Werkzeugoberfläche die Polymerbänder zu fixieren. Nachteilig ist, dass bei nicht abwickelbaren Werkzeugformen das Klebeband über die Oberfläche des Werkzeuges drapiert werden muss. Dabei entstehen gegebenenfalls Überlappungen oder Fehlstellen, die für eine maßhaltige Bauteilerzeugung ausgeglichen werden müssen. Außerdem sind die Anhaftkräfte des Klebebandes sehr stark, was die Entformung des Bauteils – insbesondere bei zunehmender Bauteil- und Werkzeugkomplexität – erschwert. Schließlich sind nach der Entformung des Bauteils Rückstände des Klebebandes von dem erstellten Bauteil und der Werkzeugform in einem aufwendigen Prozessschritt zu entfernen, was generell die Automatisierung des Herstellungsverfahrens erschwert.

Des Weiteren ist es aus der vorgenannten Druckschrift bekannt, die in der Erstlage aufgelegten Polymerbänder auf der Werkzeugoberfläche durch Ansaugen mittels Unterdruck zu fixieren. Dabei besteht das Werkzeug aus einer porösen Oberflächenstruktur, durch die ein Luftstrom erzeugt und so ein Unterdruck realisiert werden kann. Durch das Vakuum werden die Polymerbänder auf die Werkzeugform gezogen und fixiert. Nachteilig dabei ist, dass die Werkzeugform in Teilen oder als Ganzes mit Unterdruck versehen werden muss und daher zu Beginn der Polymerbänderablage der Anteil der nicht mit Bändern belegten Werkzeugoberfläche groß ist. Hieraus ergibt sich ein hoher Leakagestrom der zu Beginn der Ablage der Polymerbänder zur Erzeugung eines nur sehr geringen Unterdrucks führt. Dementsprechend ist die Anhaftkraft am Anfang der Bänderablage auf der Werkzeugoberfläche sehr klein. Somit kann durch dieses Verfahren nur eine ungleichmäßig große Anhaftkraft während des Ablegens der Bänder realisiert werden.

Aus der DE 100 12 378 A1 ist ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem die Anhaftung faserverstärkter Thermoplastbänder auf einer Werkzeugoberfläche mittels Aufbau eines elektrostatischen Feldes realisiert wird. Hierfür wird die Werkzeugoberfläche mit einer Isolierschicht beschichtet und eine Gleichspannung

zwischen dem Werkzeug und den in dem abzulegenden Thermoplastband befindlichen Kohlenstofffasern erzeugt. Das hierdurch gegebene elektrostatische Feld begünstigt das Anhaften des Thermoplastbandes auf der Werkzeugoberfläche. Bei diesem System sind die enormen Aufwendungen zur Herstellung des elektrostatischen Feldes nachteilig. Insbesondere bei der Ablage von mehreren Polymerbändern in Verbindung mit einer aufzubringenden Andruckkraft ist sicherzustellen, dass eine hinreichend durchschlagsfeste Isolierschicht eingesetzt wird. Bei kleinen Beschädigungen der Isolierschicht kann es zu Durchschlägen kommen, die zu einem Funktionsausfall führen können.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das unter Vermeidung der vorgenannten Nachteile des Standes der Technik eine zuverlässige Fixierung der Erstlage von Polymerbändern gewährleistet.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, bei einer Vorrichtung der vorgenannten Art durch die Merkmale des Anspruchs 12.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der Vorrichtung sind durch die Unteransprüche gegeben.

Die Verwendung eines im Bauteil verbleibenden Ablageelements aus einem Polymermaterial ermöglicht es auch bei unterschiedlichen Ablageelement-Formen eine zuverlässige Anhaftung der Polymerbänder auf dem Ablageelement zu gewährleisten. Die Anhaftung wird dabei auf jeweils einfache aber effektive Weise bewirkt. Ablöseprozesse von einem Werkzeug sind nicht erforderlich oder einfach zu bewerkstelligen. Die Polymerbänder bilden zunächst eine erste Lage, die zusammen mit dem Ablageelement bereits ein fertiges Bauteil darstellen kann. Zumeist werden jedoch weitere Lagen aufgebracht, die aus demselben Polymermaterial wie die Erstlage oder aus einem anderen Polymermaterial bestehen können.

Bei Bauteilen, bei denen das Ablageelement nach Fertigstellung eine Funktionsfläche bildet, können durch geeignete Wahl des Materials des Ablageelements zudem die gewünschten Eigenschaften der Bauteiloberfläche beeinflusst und gegebenenfalls nachträglich optimiert werden.

Einstellbare Eigenschaften sind z. B. optische und haptische Oberflächeneigenschaften, der Schutz der erstellten Struktur vor Umgebungs- oder Umwelteinflüssen, die nachträgliche Aufbringung einer Lackschicht oder deren Vorbereitung als optische Maßnahme oder zum Schutz der Struktur sowie die Magnetisierbarkeit. Des Weiteren wäre es denkbar, nach dem Ablösen des Bauteils vom Formgebungswerkzeug die dann freie Oberfläche an der Unterseite des Ablageelements wiederum mit Polymerbändern zu belegen. Hierzu kann das halbseitig belegte Bauteil auf eine geeignete Unterlage aufgelegt und z.B. mit Unterdruck fixiert oder in eine Halterung eingespannt werden.

Das vorzugsweise thermoplastische Ablageelement kann z.B. folienartig oder plattenförmig sein und vor dem Ablegen der Erstlage eine flexible oder starre Struktur aufweisen.

Bei Verwendung eines ursprünglich folienartigen oder plattenförmigen Ablageelements kann dieses zunächst an eine Formgebungsfläche eines Formgebungswerkzeugs angeformt werden. Bei ebenen Werkzeugformen oder solchen, die allein in einer Dimension eine Krümmung aufweisen, kann dies bei einem folienartigen Ablageelement möglicherweise durch einfaches Auflegen erfolgen. Insbesondere bei Formgebungsflächen, die in zwei Dimensionen gekrümmt sind, kann die Anformung bei folienartigen oder plattenförmigen Ablageelemente durch Erwärmung, z. B. mittels im Formgebungswerkzeug angeordneter Heizelemente, sowie einem Pressvorgang mittels eines Presswerkzeuges, das eine zur Formgebungsfläche komplementäre Pressfläche aufweist, erfolgen. Das Presswerkzeug kann ebenfalls Heizelemente zur Erwärmung des Ablageelements abweisen. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass das Ablageelement im gesamten für die Fertigstellung des Bauteils benötigten Teil eine definierte, z. B. gleichmäßige, Schichtdicke aufweist. Alternativ zu den beispielsweise elektrisch betriebenen Heizelementen können zur Wärmezufuhr beim Drapieren des

Ablageelements auf das Formgebungswerkzeug z. B. Laserenergie, Heizgas, Infrarot- oder UV-Strahlung oder eine offene Flamme verwendet werden.

Bei Verwendung eines plattenförmigen Ablageelements aus einem thermoplastischen Material kann die Formgebung auch mittels des bekannten Sheet-Moulding Compound Verfahrens (SMC-Verfahren) erfolgen.

Nach dem Pressvorgang wird das Presswerkzeug entfernt. Weist das Ablageelement eine geeignete Rigidität auf, kann es zum Aufbringen der Polymerbänder in eine Haltevorrichtung eingespannt werden.

Das Ablageelement kann aber auch für die Erstlagenfixierung und ggf. auch für das Aufbringen weiterer Schichten auf dem Formgebungswerkzeug verbleiben und auf diesem z. B. mittels Unterdruck fixiert werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei folienartigen Ablageelementen mit geringen Dicken von z.B. 0,2 – 0,4 μm , die auch nach der Anformung noch eine Flexibilität aufweisen können. Aber auch bei an sich bereits formstabilen Ablageelementen mit einer größeren Dicke von z.B. 1mm oder mehr kann ein Ansaugen sinnvoll sein, z.B. zur Vermeidung von Querbewegungen des gesamten Ablageelements während der Polymerbandfixierung.

Im Falle der Fixierung mittels Unterdrucks weist das Formgebungswerkzeug einen Unterdruckraum auf, und die Formgebungsfläche ist zumindest bereichsweise als luftdurchlässige Ansaugfläche ausgebildet. Die Ansaugfläche kann zum Beispiel Perforationen aufweisen und eine Unterdruckkammer begrenzen. Alternativ kann das Formgebungswerkzeug auch durch poröses Material gebildet sein, das abgesehen von der Formgebungsfläche und einer Absaugöffnung allseitig abgedichtet ist, z.B. durch Wandelemente. Der Unterdruckraum ist in diesem Fall zumindest im Wesentlichen durch das poröse Material gefüllt.

Da somit das Ablageelement die komplette oder zumindest nahezu die gesamte Ansaugfläche abdeckt, kann ohne oder nahezu ohne Leckagestrom gearbeitet werden, so dass die Fixierung des Ablageelements entsprechend stabil ist und so auch

größeren Eigenspannungen der später abgelegten Polymerbänder widerstehen kann. Auf eine dem Formwerkzeug abgewandte Ablagefläche des so fixierten Ablageelements können die Polymerbänder in der Erstlage und in weiteren Lagen abgelegt werden.

Nach dem Aufbringen der Polymerbänder wird der Unterdruck abgebaut und das Bauteil kann vom Formgebungswerkzeug abgehoben werden, wobei im Idealfall keinerlei Rückstände auf dem Formgebungswerkzeug zurückbleiben. Gegebenenfalls beschränkt sich die Nacharbeitung lediglich auf die Randbereiche des Bauteils.

Als Ablageelement kann auch ein rohrförmiger Ablagekern mit rundem oder unrundem Querschnitt verwendet werden. Der Querschnitt des Ablagekerns kann in axialer Richtung konstant sein oder auch variieren. Ein solcher Ablagekern kann z. B. in einem Drehfutter eingespannt werden. Während einer Rotationsbewegung des Drehfutters kann der Polymerkern dann in einem Wickelprozess mit Polymerbändern umwickelt werden. Insbesondere für die Ablage der Erstlage der Polymerbänder kann der Polymerkern dabei von innen z.B. durch entsprechende Medienzuführung, wie Heißgas oder Öl, oder auch durch Zufuhr elektrischer Energie aufgeheizt werden. Alternativ oder zusätzlich können aber das jeweilige Polymerband und der polymere Ablagekern z.B. mittels Laserstrahlung lokal und unmittelbar vor dem Ablegen aufgeschmolzen werden.

Das Ablageelement kann unabhängig von seiner Form aus einem faserverstärkten oder nicht faserverstärkten Polymermaterial bestehen.

Die abzulegenden Polymerbänder weisen bevorzugt eine Faserverstärkung auf. Das erfindungsgemäße Verfahren kann aber auch mit Polymerbändern ohne Faserverstärkung durchgeführt werden.

Weiter bevorzugt ist das Ablegen thermoplastischer Polymerbänder. Zum Ablegen der Erstlage kann dabei vorgesehen werden, sowohl das Ablageelement als auch das jeweilige Polymerband lokal unmittelbar vor der Kontaktbildung zu erhitzen, gegebenenfalls auch aufzuschmelzen, und anschließend das Polymerband, z. B. mit

mindestens einer Abdruckrolle, auf das Ablageelement aufzupressen. Genauso wird mit der zweiten Lage verfahren, wobei dann lokal das jeweilige abzulegende Polymerband und die Erstlage lokal aufgeschmolzen und das Polymerband auf die Erstlage aufgepresst wird. In entsprechender Weise werden die Folgelagen aufgebracht. Das lokale Erhitzen des Ablageelements sowie des Polymerbandes bei dessen Ablage kann z.B. mittels Laserstrahlung, Heißgas, Infrarot- oder Ultraviolettstrahlung oder Mikrowellen erfolgen.

Bei der Ablage duroplastischer Polymerbänder kann auf ein lokales Aufschmelzen verzichtet werden. Duroplastische Polymerbänder haften bei entsprechend realisierter Haftfähigkeit durch ihre Klebeeigenschaft auf dem Ablageelement.

Bauteile, die in der beschriebenen Weise aus thermoplastischen Polymerbändern hergestellt wurden, können nach dem Ablegen anschließend direkt einer Nachbearbeitung, z. B. im Randbereich, unterzogen werden. Bauteile aus duroplastischen Polymerbändern hingegen müssen zunächst unter Wärme in einem zwischengelagerten Prozessschritt ausgehärtet werden.

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand von Figuren dargestellt. Es zeigt schematisch:

- Fig. 1 ein Formgebungswerkzeug mit einem komplementären Presswerkzeug und Vakuumpumpe,
- Fig. 2 die Werkzeugkombination gemäß Fig. 1 mit Ablagefolie,
- Fig. 3 die Kombination gemäß Fig. 2 mit geschlossener Werkzeugkombination,
- Fig. 4 das Formgebungswerkzeug mit aufliegendem teilfertigem Bauteil und
- Fig. 5 das vom Formgebungswerkzeug abgehobene Bauteil.

Figur 1 zeigt ein Formgebungswerkzeug 1 mit einer geschwungenen Formgebungsfläche 2 schematisch in einer Seitenansicht. Im Inneren des Formgebungswerkzeugs 1 befinden sich Heizelemente 3. Das Formgebungswerkzeug 1 umschließt einen Unterdruckraum 16, der mit einem porösen Füllmaterial 17 gefüllt und über eine Vakuumleitung 4 mit einer Vakuumpumpe 5 verbunden ist. Zu den Seiten ist das Formgebungswerkzeug 1 mit Wänden 18 und der Formgebungsfläche gegenüberliegend mit einem Bodenelement 19 abgedichtet. Die Formgebungsfläche 2 bildet aufgrund der Porosität des Füllmaterials 17 gleichzeitig eine Ansaugfläche.

Oberhalb des Formgebungswerkzeugs 1 ist ein Presswerkzeug 6 dargestellt, das eine zur Formgebungsfläche 2 komplementäre Pressfläche 7 aufweist. Im Presswerkzeug 6 sind ebenfalls Heizelemente 8 vorgesehen. Das Presswerkzeug 6 ist entlang von Führungen 9 relativ zum Formgebungswerkzeug 1 verfahrbar.

Figur 2 zeigt das Formgebungswerkzeug 1 und das Presswerkzeug 6 und dazwischen schematisch eine polymere thermoplastische Ablagefolie 10, die anschließend auf die Formgebungsfläche 2 des Formgebungswerkzeugs 1 aufgelegt wird. Das Presswerkzeug 6 wird in Richtung auf das Formgebungswerkzeug 1 verfahren und mit einer Presskraft F auf das Formgebungswerkzeug 1 gepresst. Diese Situation ist in Figur 3 dargestellt, wobei nunmehr die Heizelemente 3 und 8 nicht mehr eingezeichnet sind. Mit Hilfe der Heizelemente 3 und 8 werden die Formgebungsfläche 2 sowie die Pressfläche 7 erhitzt, wodurch gleichzeitig auch die Ablagefolie 10 erwärmt wird. In Folge der Presskraft F und der durch die Heizelemente 3 erzeugten Wärme formt sich die Ablagefolie 10 an die Formgebungsfläche 2 an.

Anschließend kühlen Presswerkzeug 6 und Formgebungswerkzeug 1 ab. Vor dem Abheben des Presswerkzeugs 6 wird mit Hilfe der in Figur 3 nicht dargestellten Vakuumpumpe 5 im Formgebungswerkzeug 1 ein Unterdruck erzeugt. Über die als Ansaugfläche fungierende Formgebungsfläche 2 wird somit die Ablagefolie 10 auf der Formgebungsfläche 2 fixiert. Der Unterdruck ist in Figur 3 mit den Unterhalb der Formgebungsfläche 2 angeordneten Pfeilen symbolisiert.

Nach dem Abheben des Presswerkzeugs 6 vom Formgebungswerkzeug 1 kann die dem Formwerkzeug 1 abgewandte Ablagefläche 11 der Ablagefolie 10 mit faserverstärkten Polymerbändern 20 belegt werden. Fig. 4 zeigt einen Zustand, zu dem die Ablagefolie bereits mit einer Schicht 21 aus mehreren Lagen von Polymerbändern 20 belegt ist und gerade ein weiteres Polymerband 20 aufgebracht wird. Hierzu werden das Polymerband 20 sowie die Schicht 21 bereits abgelegter Bänder im Bereich der Kontaktbildung mit Laserstrahlung 12 bestrahlt und lokal aufgeschmolzen. Beim Ablegen wird das Polymerband 20 mittels einer Andruckrolle 13 auf die Schicht 21 aufgedrückt.

Während dieses Prozesses besteht im Formgebungswerkzeug 1 weiterhin der durch die hier nicht dargestellte Vakuumpumpe 5 (siehe Fig. 1) erzeugte Unterdruck. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Ablagefolie 10 auf der Formgebungsfläche 2 auch während der Bearbeitung und der Ablage der Erstlagenschicht sowie der Folgeschichten verbleibt. Die dabei erzeugte Haftkraft ist ausreichend, um den Eigenspannungen der abgelegten Polymerbänder 20 entgegenzuwirken.

Nachdem auf diese Weise mehrere Lagen der Polymerbänder 20 aufgetragen wurden und das fertige Bauteil 14 die gewünschte Dicke hat, wird der Unterdruck im Formgebungswerkzeug 1 abgebaut und das Bauteil 14, das nunmehr aus der Polymerbandschicht 21 sowie der Ablagefolie 10 besteht, abgehoben.

Anschließend kann das Bauteil 14 einer Endbearbeitung zugeführt werden. Die Ablagefolie 10 und die darauf abgelegten Polymerbänder 20 können aus dem gleichen Polymer bestehen oder aber auch aus unterschiedlichen Materialien. Des Weiteren ist es möglich, auf der Ablagefolie 10 Schichten aus unterschiedlichen Polymermaterialien aufzubringen.

Bezugszeichenliste

1	Formgebungswerkzeug
2	Formgebungsfläche
3	Heizelemente
4	Vakuumleitung
5	Vakuumpumpe
6	Presswerkzeug
7	Pressfläche
8	Heizelement
9	Führung
10	Ablagefolie
11	Ablagefläche
12	Laserstrahlung
13	Andruckrolle
14	Bauteil
16	Unterdruckraum
17	Füllmaterial
18	Wand
19	Bodenelement
20	Polymerband
21	abgelegte Polymerbandschicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kunststoff enthaltenden Bauteilen, bei dem Polymerbänder (20) eines ersten Polymermaterials zumindest in einer ersten Polymerbandlage auf einer Ablagefläche (11) eines Ablageelements abgelegt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ablageelement aus dem ersten oder einem zweiten Polymermaterial besteht und im Bauteil (14) verbleibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablageelement (10) erwärmt und an einer Formgebungsfläche (2) eines Formgebungswerkzeugs (1) angeformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablageelement (10) während des Ablegens der Polymerbänder (20) mittels Unterdruck an mindestens einer luftdurchlässigen Ansaugfläche des Formgebungswerkzeuges (1) fixiert wird, wobei das Ablageelement (10) die mindestens eine Ansaugfläche vollständig oder nahezu vollständig abdeckt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablageelement (10) zum Anformen mittels zumindest auch im Formgebungswerkzeug (1) angeordneter Heizelemente (8) erwärmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das erwärmte Ablageelement (10) auf das Formgebungswerkzeug (1) aufgepresst wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Ablageelement (10) ein rohrförmiger Ablagekern mit rundem oder unrundem Querschnitt verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablagekern zur Ablage der Polymerbänder (20) gedreht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablagekern zumindest während des Ablegens der Erstlage beheizt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein faserverstärktes Ablageelement (10) verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die die Erstlage bildenden Polymerbänder (20) bei der Ablage mit dem Ablageelement (10) verschweißt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Versschweißung des jeweiligen Polymerbandes (20) mit dem Ablageelement (10) ein noch nicht abgelegtes Polymerbandstück sowie ein entsprechender Bereich des Ablageelements (10) unmittelbar vor der Kontaktbildung lokal aufgeschmolzen werden.
12. Zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 5 geeignete Vorrichtung, umfassend
ein Formgebungswerkzeug (1) mit einer Formgebungsfläche (2), wobei die Formgebungsfläche zumindest bereichsweise als luftdurchlässige Ansaugfläche ausgebildet ist,
Mittel (4, 5) zur Erzeugung eines Unterdrucks in einem von der Ansaugfläche begrenzten Unterdruckraum,
ein Presswerkzeug (6) mit einer zur Formgebungsfläche (2) komplementären Pressoberfläche (7), und
Mittel (9) zur gesteuerten Bewegung des Presswerkzeugs (6) relativ zum Formgebungswerkzeug (1).

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Formgebungswerkzeug (1) und/oder im Presswerkzeug (6) Heizmittel (3, 8) vorgesehen sind.

