



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 048 290 A1** 2008.04.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 048 290.5**

(22) Anmeldetag: **12.10.2006**

(43) Offenlegungstag: **17.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21D 26/02 (2006.01)**  
**B29C 45/14 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

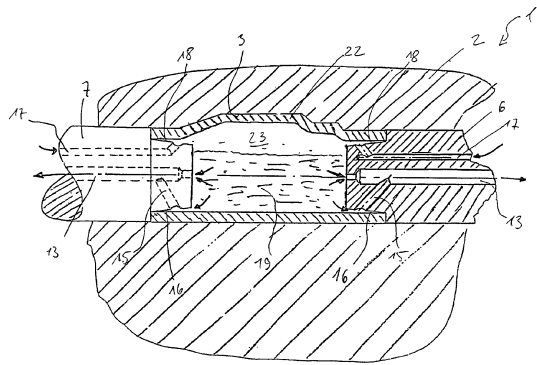
(72) Erfinder:

**Augustin, Helmut, Dipl.-Ing., 21149 Hamburg, DE;**  
**Dudziak, Kai-Uwe, Dr.-Ing., 21435 Stelle, DE; Falke,**  
**Jürgen, Dipl.-Ing., 25462 Rellingen, DE;**  
**Nottbusch, Hans, Dipl.-Ing., 22143 Hamburg, DE;**  
**Schroeder, Matthias, Dipl.-Ing., 21720**  
**Grünendeich, DE; Schult, Jens, Dipl.-Ing., 21435**  
**Stelle, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Verbundbauteils**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (1) zur Herstellung eines Verbundbauteils, wobei ein rohrförmiger Hohlprofilrohling (5) in die Gravur (3) eines aus einem Innenhochdruckumformwerkzeug (2) und einem Spritzgießwerkzeug bestehenden Kombinationswerkzeugs eingebracht, mit einem Fluid so befüllt, dass der Rohling (5) dabei von diesem innen benetzt wird, und mittels zweier Axialstempel (6 und 7) endseitig abgedichtet wird. Danach wird der befüllte und unter Druck gesetzte Rohling (5) aufweitend umgeformt. Anschließend wird das fertig geformte Hohlprofil (22) im selben Werkzeug mit Kunststoff umspritzt. Um in relativ einfacher Weise das Verbundbauteil prozesssicher herzustellen, wird vorgeschlagen, dass das Hohlprofil (22) nach der Umformung im abgedichteten Zustand bis zumindest zur Tropffreiheit entleert wird, wobei das Druckfluid (19) unter Einwirkung eines Druckes aus dem Hohlprofil (22) über zumindest einen im Axialstempel (6 und 7) ausgebildeten Entsorgungskanal ausgetrieben wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung desselben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 6.

**[0002]** Ein gattungsgemäßes Verfahren beziehungsweise eine gattungsgemäße Vorrichtung ist aus der DE 100 14 332 C2 bekannt. Dort ist ein Verfahren beschrieben, das sich eines Kombinationswerkzeugs aus einem Innenhochdruckumformwerkzeug und einem Spritzgießwerkzeug bedient. Zur Herstellung des Verbundbauteils wird ein Hohlprofilrohling in die Gravur des Kombinationswerkzeugs eingelegt, mit einem Druckfluid befüllt, unter Druck gesetzt und abgedichtet. Anschließend wird das Kombinationswerkzeug geschlossen, wodurch sich der Hohlprofilrohling an die Gravur des Kombinationswerkzeugs formgetreu gemäß dem Innenhochdruckumformverfahren anlegen soll. Anschließend wird das fertig geformte Hohlprofil im selben Werkzeug durch Aktivieren des Spritzgießwerkzeugs über einen Einspritzkanal, der in eine in die Gravur eingebundene Kavität einmündet, mit Kunststoff umspritzt. Nach Abkühlen und Erstarren des Kunststoffs findet der Druckabbau im fertig gestellten Verbundbauteil statt. Danach erfolgt die Entleerung des Verbundbauteils von dem Druckfluid, wonach das Kombinationswerkzeug geöffnet wird und das Verbundbauteil diesem entnommen wird. Bei der Befüllung des Hohlprofilrohlings und der Entleerung des Verbundbauteils vom Druckfluid wird jeweils dieses nicht nur innenseitig benetzt, sondern es gelangt auch ein Teil des Druckfluids in die Gravur des Kombinationswerkzeugs hinein. Bei den gebräuchlichen Innenhochdruckumformverfahren und Innenhochdruckumformwerkzeugen ist diese Verschleppung des Druckfluids in die Gravur unkritisch, da sich das Druckfluid im weiteren Prozess selbstständig auf Grund des wirkenden Flächendruckes verdrängen lässt. Beim Umspritzen des Bauteils dann mit Kunststoff in dem anschließenden Spritzgießprozess, der im gleichen Werkzeug abläuft, ist jedoch eine saubere, unbenetzte Oberfläche sowohl am Bauteil als auch in der Werkzeuggravur erforderlich. Anderenfalls werden der Prozess und die zu erzielende Qualität des Verbundbauteils negativ beeinträchtigt, da der Kunststoff zumeist mit dem Druckfluid reagiert. Da dieses bei der auftretenden Kunststoffschmelze in die Dampfphase übergeht, können Gasblasen im Kunststoff entstehen, so dass die gewünschte Steifigkeit nach Aushärtung des Kunststoffes nicht erzielt wird. Zumindest wird es zu Beeinträchtigungen in der Kunststoffoberfläche durch Schlierenbildung kommen. Gegebenenfalls ist der Halt des ausgehärteten Kunststoffelements am Hohlprofil nicht in ausreichendem Maße vorhanden, da sich das Druckfluid, das in die Gravur gelangt ist, zwischen die Kunststoffmasse

und der Oberfläche des Hohlprofils pressen lässt.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein gattungsgemäßes Verfahren dahingehend weiterzubilden, dass in relativ einfacher Weise das Verbundbauteil prozesssicher hergestellt werden kann. Des Weiteren soll eine Vorrichtung zu dessen Ausführung angegeben werden.

**[0004]** Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 6 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

**[0005]** Auf Grund dessen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Entleerungseinrichtung aufweist, mit der das umgeformte Hohlprofil im abgedichteten Zustand zumindest bis zur Tropffreiheit geleert wird, wobei das Druckfluid unter Einwirkung eines Druckes aus dem Hohlprofil über zumindest einen im Axialstempel ausgebildeten Entsorgungskanal ausgetrieben wird, wird erreicht, dass bei der späteren Entnahme des fertig gestellten Verbundbauteils kein Druckfluid in das Kombinationswerkzeug gelangen kann, so dass der sonst im Werkzeug verbleibende Druckfluidanteil nicht mit der Kunststoffmasse in Berührung kommen kann. Hierdurch wird die Prozesssicherheit des Herstellungsverfahrens erheblich verbessert, was zu einem verbesserten Halt des Kunststoffs am Hohlprofil und zur Verhinderung eines sonst anfallenden Steifigkeitsverlustes führt. Vorzugsweise erfolgt die Abführung des Druckfluids bzw. die Entleerung des Bauteils bis zur Tropffreiheit am fertig gestellten Verbundbauteil, da das Druckfluid während des Spritzgießens im umgeformten Hohlprofil verbleiben soll, um dem Spritzgussdruck entgegenzuwirken und damit verbundene Kollapse des Hohlprofils zu verhindern.

**[0006]** Durch die Erfindung spielt die räumliche Anordnung der Vorrichtung zur Herstellung des Verbundbauteils keine Rolle. Hierdurch wird die Aufstellung der Vorrichtung in einer Werkshalle wesentlich flexibler. Die Höhe des zum Austreiben des Druckfluids aufzubringenden Druckes soll im Übrigen derart bemessen sein, dass sich am fertig gestellten Verbundbauteil keinerlei zusätzliche mechanische Verformungen im Bereich der Umspritzung ergeben. Zur Entleerung, die im Idealfall auch bis zur völligen Austrocknung des Hohlprofils des Verbundbauteils führen kann, ist es denkbar, das Druckfluid einer erhöhten Temperatur auszusetzen, so dass dieses als unter Überdruck stehender Dampf aus dem Verbundbauteil herausgeleitet werden kann. Die Durchgangsbohrung wie auch der Entsorgungskanal sind im Axialstempel einfach auszubilden, ohne dessen Festigkeit entscheidend herabzusetzen. Auf Grund der Verwendung eines Kombinationswerkzeugs zur Herstellung des Verbundbauteils, mit dem das Innenhochdruckumformen und das Spritzgießen mit ein und

derselben Gravur erfolgt, ist ein Umsetzen des Hohlprofils für das Umspritzen in eine andere Kavität beziehungsweise in ein anderes Werkzeug nicht erforderlich, wodurch zum einen lagebedingte Umsetzfehler vermieden werden und was zum anderen das Kombinationswerkzeug kompakter werden lässt. Umsetzfehler können ansonsten zu erhöhtem Ausschuss führen, was kostenträchtig ist und die Ressourcen unnötig belastet. Des Weiteren sind qualitätserhaltende Maßnahmen, die Fehlteile erkennen und gegebenenfalls diese in Gutteile umwandeln, nicht notwendig. Weiterhin wird die Herstellungszeit erheblich verkürzt, da durch die Erfindung kein zeitintensives Umsetzen erforderlich ist. Durch die erfindungsgemäß Druckfluidabführung wird bei der Verwendung eines einfachen Stahlwerkstoffes geringerer Qualität für das Hohlprofil im Übrigen auch eine bei diesem und damit des Verbundbauteils sonst bereits einsetzende Korrosion zumindest weitgehend unterbunden.

**[0007]** In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 wird der Rohling im geschlossenen Kombinationswerkzeug durch Hochdruckbeaufschlagung des Druckfluids aufweitend umgeformt. Hierdurch wird erreicht, dass der Rohling ohne auszuknicken oder Falten zu werfen, wie es in dem genannten Stand der Technik möglich ist, prozesssicher zum Hohlprofil umgeformt wird. Das Rohlingsmaterial befindet sich innerhalb der Gravur, aus der es im geschlossenen Zustand des Kombinationswerkzeugs nicht entweichen kann und sich somit wunschgemäß auf Grund des hochgespannten Druckfluids aufweiten und sich konturgeföhr an die Gravur des Kombinationswerkzeugs anlegen kann.

**[0008]** Entsprechend der bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 7 weisen die Axialstempel jeweils einen Durchgangskanal auf, der einerseits in den Rohling mündet und der andererseits an eine Fluidhochdruckerzeugungsanlage angeschlossen ist. Hierdurch kann das im Rohling eingeschlossene Fluid sehr feinföhlig an den jeweiligen Aufweitungsfortschritt angepasst und mit verschiedenen Druckniveaus beaufschlagt werden, so dass auch komplexer auszuförmende Rohlinge prozesssicher in ihre Endform gebracht werden können, bevor sie dann als fertig umgeformtes Hohlprofil mit Kunststoff umspritzt werden. Durch die damit erworbene Möglichkeit, den Fluiddruck variabel zu steuern, können während des Spritzgießens im Hohlprofil Stützdrücke aufgebracht werden, die erheblich geringer sind als die vorher benötigten Umformdrücke, so dass verhindert wird, dass das ausbildende Verbundbauteil nicht in unerwünschter Weise expandiert und verformt wird.

**[0009]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach An-

spruch 8 weist die erfindungsgemäße Einrichtung zur leakage- und tropffreien Entleerung eine Druckversorgungseinheit auf, mittels derer das Druckfluid zum Austreiben druckbeaufschlagbar ist. Durch die Anordnung der Druckversorgungseinheit wird die leakage- und tropffreie Entleerung des fertig hergestellten Verbundbauteils ganz wesentlich beschleunigt, so dass die Gesamtherstellungszeit nur unerheblich verlängert wird. Die Druckversorgungseinheit ist über die Durchgangsbohrung mit dem Inneren des Hohlprofils verbunden, so dass keine separate Leitung dafür vorgesehen sein muss, welche die Festigkeit des Axialstempels eventuell beeinträchtigen würde.

**[0010]** In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 9 arbeitet die Druckversorgungseinheit mit Unterdruck. Hierdurch wird entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 2 das Druckfluid aus dem Hohlprofil abgesaugt. Hierbei ist es günstig, dass lediglich nur die Durchgangsbohrung zum Absaugen des Druckfluids verwendet wird, so dass ein zusätzlicher Kanal im Axialstempel nicht ausgebildet werden muss. Dies verringert den apparativen Aufwand bei der Ausbildung des Axialstempels bedeutend. Weiterhin ist es denkbar, über die Durchgangsbohrung eine Leitung in Form eines Schlauches oder eines Hohlzylinders in das Hohlprofil einzuföhren, welcher sehr genau an die Innenwandung des Hohlprofils beziehungsweise des Verbundbauteils herangeföhrt werden kann. Dadurch wird auch der bei der Entleerung noch meist anhaftende Feuchtföhlfilm erfasst, was die Effizienz der Trocknung erheblich steigert.

**[0011]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 10 bildet die Druckversorgungseinheit die Fluidhochdruckerzeugungsanlage oder zumindest einen Teil von dieser, welche zum Austreiben des Druckfluids bezüglich der Druckrichtung während der Aufweitphase des Hohlprofilrohlings invertiert arbeitet. Dies stellt eine erhebliche Vereinfachung der gesamten erfindungsgemäßen Vorrichtung dar, da eine separate Unterdruckversorgung entfallen kann. Die Invertierung der Fluidhochdruckerzeugungsanlage ist steuerungstechnisch sehr einfach und bedeutet nur geringen Aufwand. Da die Fluidhochdruckerzeugungsanlage dafür ausgelegt ist, für die Aufweitphase des Hohlprofilrohlings extrem hohe Überdrücke bereitzustellen, gilt dies in der invertierten Arbeitsphase entsprechend auch für die Erzeugung von Unterdruck. Dies föhrt dazu, dass das Druckfluid besonders schnell aus dem Hohlprofil beziehungsweise dem Verbundbauteil entfernt und dadurch der der tropffreie Zustand sehr schnell vollständig erreicht wird. Die Wirkrichtungsänderung der Anlage erfolgt natürlich erst nach dem Umspritzen des fertig ausgeformten Hohlprofils oder im zeitlichen Überlapp noch teilweise während des Umspritzvorgangs, wenn nur

noch niedrige oder keine Stützdrücke aufgebracht werden müssen. Die Durchgangsbohrung bildet dabei den Durchgangskanal und/oder den Entsorgungskanal. Auch hier wird in vorrichtungsvereinfachender Form darauf geachtet, dass nur die zwingend benötigten Kanäle für das Austreiben des Druckfluids verwendet werden. Hierdurch erhalten die Kanäle in verfahrensökonomisch günstiger Weise Doppel- oder Mehrfachfunktionen über die Dauer des gesamten Herstellungsvorgangs des Verbundbauteils hinweg, wobei beispielsweise der Durchgangskanal während der Aufweitphase des Hohlprofilrohrlings für die Hochdruckerzeugung und in der Entleerungsphase für das Entfernen des Druckfluids verwendet wird.

**[0012]** In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 erfolgt das Austreiben des Druckfluids durch Beaufschlagung des Hohlprofilinneren mittels Pressluft, die über einen im Axialstempel ausgebildeten separat zum Entsorgungskanal angeordneten Druckzufuhrkanal in das Hohlprofilinnere eingeleitet wird. Hierzu wird gemäß der bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 11 die Druckerzeugungseinheit verwandt. Zwar ist hier ein zusätzlicher Kanal im Axialstempel von Nöten, jedoch wird das Druckfluid besonders schnell aus dem Hohlprofil beziehungsweise dem Verbundbauteil entfernt, wobei das Druckfluid über den Entsorgungskanal nach außen verdrängt wird. Die Druckluft nimmt des Weiteren im Hohlprofil verbliebene Druckfluidfeuchtigkeit in sich auf und führt diese ebenfalls über den Entsorgungskanal ab, so dass eine schnelle Entleerung des Hohlprofilinneren gewährleistet ist. Hierbei braucht auch nicht die Pressluft direkt auf die feuchten Stellen im Hohlprofilinneren gerichtet werden, da die Pressluft im Hohlprofil verwirbelt, dort die Feuchtigkeit aufnimmt, so dass diese Feuchtigkeit vom Pressluftstrom nach außen abgeführt wird.

**[0013]** In einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 12 ist der Entsorgungskanal an der geodätisch tiefsten Stelle des Axialstempels angeordnet. Da sich das Druckfluid beziehungsweise die von diesem verbliebene Feuchtigkeit im Wesentlichen an der geodätisch tiefsten Stelle auf Grund der Schwerkraft absetzt, kann das Druckfluid und die Feuchtigkeit besonders effektiv über den Entsorgungskanal aus dem Hohlprofilinneren herausgetrieben werden. Konstruktive Hindernisse bei in der Innenhochdruckumformtechnik gebräuchlichen Axialstempeln, deren zentrale Durchgangskanäle eine relativ hohe Ausmündung besitzen und damit das vollständige Abführen des Druckfluids beziehungsweise der Feuchtigkeit erschweren oder gar verhindern, sind durch diese vorteilhafte Anordnung des Entsorgungskanals ausgeräumt.

**[0014]** In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung

der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 13 ist der Entsorgungskanal durch den Durchgangskanal gebildet. Hierdurch wird die Ausbildung des Axialstempels vereinfacht, wobei wiederum vorteilhafter Weise der Durchgangskanal eine Doppelfunktion erhält. Alternativ kann der Durchgangskanal auch zentral im Axialstempel verlaufen, wobei dann der Entsorgungskanal in diesen einmündet, so dass der Durchgangskanal bei geschickter Auslegung des Verlaufs des Entsorgungskanals bereits kurz vor dem Austritt in das Hohlprofilinnere die Aufgabe des Entsorgungskanals übernimmt. Im Gegenzug kann der Entsorgungskanal zum Druckaufbau während der Aufweitphase des Hohlprofilrohrlings mittels fluidischen Innenhochdrucks behilflich sein, indem über den Entsorgungskanal auch ein Teilstrom des Druckfluids in das Hohlprofilinnere geleitet wird, wonach über die Fluidhochdruckerzeugungsanlage durch die gemeinsame fluidische Verbindung zwischen dem Durchgangs- und Entsorgungskanal auf beiden Wegen mit gleichem Druck das Druckfluid druckbeaufschlagt werden kann.

**[0015]** Gemäß der bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 4 und der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 14 wird der Hohlprofilrohling vor dem Befüllen mittels der Axialstempel abgedichtet, wonach das Hohlprofil befüllt wird, in dem das Druckfluid über zumindest eine im Axialstempel ausgebildete Zulaufbohrung in das Hohlprofil eingeleitet wird. Gleichzeitig wird die im Hohlprofilrohling eingeschlossene Luft aus diesem über einen zur Zulaufbohrung separaten Entlüftungskanal zumindest einer der Axialstempel herausgeleitet. Hierdurch wird erreicht, dass auch beim Befüllen des Hohlprofilrohrlings keinerlei Druckfluid am Hohlprofilrohling vorbei in die Gravr des Kombinationswerkzeugs dringen kann und dort die eingangs erwähnten Probleme auslöst. Durch die Verhinderung dieses eventuellen Eindringens des Druckfluids in die Gravr des Kombinationswerkzeugs wird die Prozesssicherheit über den gesamten Herstellungsablauf hinweg gewährleistet. Bei der Befüllung wird das Hohlprofilinnere durch das Druckfluid vollständig ausgefüllt und die Innenwandung des Hohlprofilrohrlings durchgängig benetzt. Über den Entlüftungskanal entweicht bei der Befüllung die eingeschlossene Luft, wobei idealerweise nach erfolgter Befüllung keinerlei Luft mehr im Hohlprofilrohling vorhanden ist. Die Befüllung kann vorteilhafterweise im geschlossenen Zustand des Kombinationswerkzeugs erfolgen, wodurch unmittelbar im Anschluss an die Befüllung die Umformung des Hohlprofilrohrlings mittels fluidischen Innenhochdrucks folgen kann. Das Schließen des Kombinationswerkzeugs und das Befüllen des Hohlprofilrohrlings können auch – um die Herstellungszeit weiter zu verkürzen – gleichzeitig abfolgen.

**[0016]** In einer besonders bevorzugten Weiterbildung

derung der Erfindung nach Anspruch 15 sind der Entlüftungskanal mit dem Druckzufuhrkanal und die Zulaufbohrung mit dem Entsorgungskanal und/oder der im Axialstempel verlaufenden Durchgangsbohrung identisch. Auf Grund der Multifunktionsübernahme der einzelnen Kanäle sind in den Axialstempeln allenfalls drei Kanäle auszubilden, was einen geringen apparativen Aufwand bedeutet und die Festigkeit des Axialstempels nicht angreift.

**[0017]** Die Kanäle und Bohrungen in den Axialstempeln können mit Ventilen ausgerüstet sein, die entsprechend der jeweiligen Phase der Herstellung des Verbundbauteils auf- oder zugesteuert werden, so dass die jeweilige Funktion der Kanäle klar definiert ist und somit die Axialstempel den unterschiedlichen Anforderungen im gesamten Herstellungsprozess des Verbundbauteils unter Aufnahme der jeweiligen Funktion optimal genügen können.

**[0018]** Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0019]** Dabei zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) in einem seitlichen Längsschnitt eine erfindungsgemäße Vorrichtung beim Befüllen eines Hohlprofilrohrlings in geschlossenem Zustand des erfindungsgemäßen Kombinationswerkzeugs,

**[0021]** [Fig. 2](#) in einem seitlichen Längsschnitt die erfindungsgemäße Vorrichtung aus [Fig. 1](#) beim Entleeren des fertig gestellten Verbundbauteils.

**[0022]** In [Fig. 1](#) ist eine Vorrichtung 1 zur Herstellung eines Verbundbauteils dargestellt, welche ein Kombinationswerkzeug, das sich aus einem Innenhochdruckumformwerkzeug 2 und einem hier nicht weiter gezeigten Spritzgießwerkzeug zusammensetzt, dargestellt. Das Innenhochdruckumformwerkzeug 2 weist eine Gravur 3 auf, die mit der des Kombinationswerkzeugs identisch ist und einen Formraum 4 begrenzt, in dem ein Hohlprofilrohling 5 aufgenommen ist. Das Spritzgießwerkzeug ist im Innenhochdruckumformwerkzeug 2 integriert und über einen Einspritzkanal an eine in die Gravur 3 eingebundene Kavität angeschlossen.

**[0023]** Nach Einlegen des Hohlprofilrohrlings 5 in die Gravur 3 des Kombinationswerkzeugs wird dieses geschlossen. Den geschlossenen Zustand des Kombinationswerkzeugs geben die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wieder. Während des Schließvorgangs oder im Anschluss daran werden zwei Axialstempel 6 und 7 in die Rohlingsenden 8 eingeschoben, wobei sich eine fluidhochdruckdichte Abdichtung einstellt. Hierzu weisen die Axialstempel 6 und 7 einen radial nach innen stehenden umlaufenden Absatz 9 auf, der am Ende des Axialstempels 6 und 7 ausgebildet ist und

an der Abschlusskante 20 des rohrförmigen Hohlprofilrohrlings 5 anschlägt. Das Ende 10 der Axialstempel 6 und 7 setzt sich in einem an den Absatz 9 anschließenden, zentral angeordneten, konisch verjüngten Kopf 11 fort, der in das Hohlprofilinnere 12 eintaucht.

**[0024]** Nach erfolgter Abdichtung des Hohlprofilrohrlings 5 wird dieser nun mit einem Druckfluid 19 ([Fig. 2](#)) befüllt. Hierzu weist die Vorrichtung 1 eine Befülleinrichtung auf, die einen Tank beinhaltet, aus dem das Druckfluid 19 in das Innere 12 des Hohlprofilrohrlings 5 eingeleitet wird. Hierzu besitzen die Axialstempel 6 und 7 zentrale Zulaufbohrungen 13, die an der Stirnseite 14 des Kopfes 11 der Axialstempel 6 und 7 ausmünden und zur anderen Seite hin über eine Pumpe an den Tank angeschlossen sind. Zur beschleunigten Befüllung weist die zentrale Zulaufbohrung 13 eine Verzweigung 15 auf, die an einer unteren Flanke 16 des Kopfes 11 an der geodätisch tiefsten Stelle des Axialstempels 6 und 7 ausmündet. Der Hohlprofilrohling 5 wird vollständig befüllt, wobei seine Innenseite 21 vom Druckfluid 19 benetzt wird. Die im Hohlprofilrohling 5 eingeschlossene Luft entweicht über einen im Axialstempel 6 und 7 verlaufenden Entlüftungskanal 17, der an einer oberen Flanke 18 des Kopfes 11 des jeweiligen Axialstempels 6 und 7 in den Hohlprofilrohling 5 ausmündet. Durch die Verdrängung mittels des Druckfluids 19 wird jegliche Luft aus dem Inneren 12 des Hohlprofilrohrlings 5 nach außen abgeführt. Der Entlüftungskanal 17 verläuft separat zur zentralen Zulaufbohrung 13 und der Verzweigung 15 in den Axialstempeln 6 und 7.

**[0025]** Nach der Befüllung wird eine Fluidhochdruckherzeugungsanlage an einen Durchgangskanal der Axialstempel 6 und 7 angeschlossen, der in das Innere 12 des Hohlprofilrohrlings 5 einmündet. Der Durchgangskanal ist hier identisch mit der zentralen Zulaufbohrung 13 und deren Verzweigung 15. Der Durchgangskanal kann jedoch auch separat zur Zulaufbohrung 13 im Axialstempel 6 und 7 angeordnet sein. Es ist im Übrigen denkbar, dass die Fluidhochdruckherzeugungsanlage in den Befüllkreislauf integriert ist und die Förderpumpe beinhaltet, die das Druckfluid 19 aus dem Tank in den Hohlprofilrohling 5 zuführt. Zur Erzeugung eines Fluidhochdrucks innerhalb des Hohlprofilrohrlings 5 wird der Druckübersetzer der Fluidhochdruckherzeugungsanlage eingekoppelt, wodurch das Druckfluid 19 hochgespannt wird. Unter dem Einfluss dieses hochgespannten Druckfluids 19 weitet sich der Hohlprofilrohling 5 auf und legt sich konturgetreu an die Gravur 3 des Kombinationswerkzeugs an. In diesem Zustand ist der Hohlprofilrohling 5 zum gewünschten Hohlprofil 22 ausgeformt. Im Anschluss an die Umformung wird das Hohlprofil 22 durch das in das Innenhochdruckumformwerkzeug integrierte Spritzgießwerkzeug mit Kunststoff umspritzt, wobei das Spritzgießwerkzeug an ein in die Gravur 3 des Kombinationswerkzeugs eingebundene Kavität über einen Einspritzkanal angeschlossen ist.

Die Umspritzung kann an der Stelle der vorangegangenen Ausformung des Hohlprofils **22** erfolgen, wodurch das Spritzgussmaterial mit der Ausformung des Hohlprofils **22** einen Formschluss eingeht, was den Halt des Kunststoffmaterials am Hohlprofil **22** weiter verbessert und damit die Haltbarkeit des Verbundbauteils steigert. Es ist jedoch auch möglich, das Hohlprofil **22** an anderer Stelle zu umspritzen, wenn dies die an das Verbundbauteil gerichteten Anforderungen vorschreiben.

**[0026]** Nach Aushärtung des spritzgegossenen Kunststoffs wird das Hohlprofil **22** beziehungsweise das Verbundbauteil entleert. Hierzu wird der Fluidhochdruck entspannt und das Hohlprofilinnere **23** mit einer Entleerungseinrichtung über eine im Axialstempel **6** und **7** ausgebildete Durchgangsbohrung verbunden. Die Entleerungseinrichtung weist dabei eine Druckversorgungseinheit auf, mittels derer das Druckfluid **19** zum Austreiben aus dem Hohlprofilinneren **23** druckbeaufschlagbar ist. Die Druckversorgungseinheit kann mit Unterdruck arbeiten und mit der Fluidhochdruckerzeugungsanlage identisch oder ein Teil von dieser sein, wobei zum Austreiben des Druckfluids **19** die Fluidhochdruckerzeugungsanlage in Bezug auf ihre Druckrichtung entgegen der Richtung während der Aufweitphase des Hohlprofilrohrlings **5** invertiert arbeitet. Die Durchgangsbohrung bildet dabei den Durchgangskanal und damit die Zulaufbohrung **13**. Des Weiteren erstreckt sich im Axialstempel **6** und **7** ein Entsorgungskanal, der mit der Verzweigung **15** identisch ist und der einen Teil der Durchgangsbohrung bildet. Das Druckfluid **19** wird dann mittels der Fluidhochdruckerzeugungsanlage über die Zulaufbohrung **13** und die Verzweigung **15** aus dem Hohlprofilinneren **23** abgesaugt. Gleichzeitig füllt sich das Hohlprofil **22** mit Luft, die über den Entlüftungskanal **17** in das Hohlprofilinnere **23** einströmt.

**[0027]** In dem gemäß [Fig. 2](#) vorliegenden Ausführungsbeispiel jedoch arbeitet die Druckerzeugungseinheit mit Pressluft. Diese wird über einen im Axialstempel **6** und **7** verlaufenden Druckzufuhrkanal, der hier durch die Entlüftungsleitung **17** gebildet wird, in das Hohlprofilinnere **23** eingeleitet. Pressluftbeaufschlagt wird nun das Druckfluid **19** aus dem Hohlprofilinneren **23** über den Entsorgungskanal und die Durchgangsbohrung nach außen in den Tank getrieben. Gleichzeitig trocknet der Pressluftstrom das Hohlprofilinnere **23**. Die Mündung des Entsorgungskanals beziehungsweise der Verzweigung **15** ist an der geodätisch tiefsten Stelle des Axialstempels **6** und **7** angeordnet, so dass auch Druckfluid **19** nach außen geführt werden kann, wenn dessen Pegel unterhalb der Durchgangsbohrung steht. Damit ist es möglich, das gesamte Druckfluid **19** aus dem Hohlprofilinneren **23** nach außen zu führen. Obwohl im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Entlüftungskanal **17** mit dem Druckzufuhrkanal, über den die

Pressluft eingeleitet wird, identisch ist, können diese Kanäle auch separat voneinander in den Axialstempeln **6** und **7** verlaufen. Gleiches gilt für die Durchgangsbohrung, die hier mit dem Durchgangskanal, über den der Fluidhochdruck aufgebaut wird, und der Zulaufbohrung gleichgesetzt ist. Ebenso gilt dies für den Entsorgungskanal, der hier mit dem Durchgangskanal beziehungsweise einem Teil des Durchgangskanals und der Verzweigung **15** der Zulaufbohrung **13** entspricht.

**[0028]** Nach Entleerung des Hohlprofilinneren **23**, das nun zumindest den Zustand der Tropffreiheit erreicht hat, werden die Axialstempel **6** und **7** aus dem Hohlprofilinneren **23** zurückgezogen, so dass das Hohlprofil **22** frei in der Gravur **3** des Kombinationswerkzeugs liegt. Anschließend wird dieses geöffnet und das fertig gestellte Verbundbauteil der Gravur **3** entnommen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundbauteils, wobei ein rohrförmiger Hohlprofilrohling in die Gravur eines aus einem Innenhochdruckumformwerkzeug und einem Spritzgießwerkzeug bestehenden Kombinationswerkzeugs eingebracht, mit einem Druckfluid so befüllt, dass der Rohling dabei von diesem innen benetzt wird, und mittels zweier Axialstempel endseitig abgedichtet wird, wonach der befüllte und unter Druck gesetzte Rohling aufweitend umgeformt wird, wobei anschließend das fertigeformte Hohlprofil im selben Werkzeug mit Kunststoff umspritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hohlprofil (**22**) nach der Umformung im abgedichteten Zustand zumindest bis zur Tropffreiheit entleert wird, wobei das Druckfluid (**19**) unter Einwirkung eines Druckes aus dem Hohlprofil (**22**) über zumindest einen im Axialstempel (**6**, **7**) ausgebildeten Entsorgungskanal ausgetrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckfluid (**19**) aus dem Hohlprofil (**22**) abgesaugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Austreiben des Druckfluides (**19**) durch Beaufschlagung des Hohlprofilinneren (**23**) mittels Pressluft erfolgt, die über einen im Axialstempel (**6**, **7**) ausgebildeten separat zum Entsorgungskanal angeordneten Druckzufuhrkanal in das Hohlprofilinnere (**23**) eingeleitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlprofilrohling (**5**) vor dem Befüllen mittels der Axialstempel (**6**, **7**) abgedichtet wird, wonach der Hohlprofilrohling (**5**) befüllt wird, indem das Druckfluid (**19**) über zumindest eine im Axialstempel (**6**, **7**) ausgebildete Zulaufbohrung (**13**) in den Hohlprofilrohling (**5**) eingeleitet

wird, und dass gleichzeitig die im Hohlprofilrohling (5) eingeschlossene Luft aus diesem über einen zur Zulaufbohrung (13) separaten Entlüftungskanal (17) zumindest eines der Axialstempel (6, 7) herausgeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling (5) im geschlossenen Kombinationswerkzeug durch Hochdruckbeaufschlagung des Druckfluids (19) aufweitend umgeformt wird.

6. Vorrichtung zur Herstellung eines Verbundbauteils, mit einem Kombinationswerkzeug, das sich aus einem Innenhochdruckumformwerkzeug und einem Spritzgießwerkzeug zusammensetzt, wobei in der Gravur des Kombinationswerkzeugs ein rohrförmiger Hohlprofilrohling aufnehmbar ist, mit zwei Axialstempeln, die die Rohlingsenden abdichten, und mit einer Befülleinrichtung zum Einleiten eines Druckfluids in das Innere des Hohlprofilrohlings, welches diesen innenseitig benetzt, wobei das Spritzgießwerkzeug über einen Einspritzkanal an eine in die Gravur eingebundene Kavität angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) eine Entleerungseinrichtung beinhaltet, die nach der Umformung des zum Hohlprofil (22) umgeformten Hohlprofilrohlings (5) im abgedichteten Zustand des Hohlprofils (22) an den Axialstempel (6, 7) angeschlossen und über eine im Axialstempel (6, 7) ausgebildete Durchgangsbohrung mit dem Inneren (23) des Hohlprofils (22) verbunden ist, und dass der Axialstempel (6, 7) einen Entsorgungskanal aufweist, über den das Druckfluid (19) austreibbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialstempel (6, 7) jeweils einen Durchgangskanal aufweisen, der einerseits in den Rohling (5) mündet und der andererseits an eine Fluidhochdruckerzeugungsanlage angeschlossen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerungseinrichtung eine Druckversorgungseinheit aufweist, mittels derer das Druckfluid (19) zum Austreiben druckbeaufschlagbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckversorgungseinheit eine Vakuumpumpe ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckversorgungseinheit die Fluidhochdruckerzeugungsanlage oder ein Teil von dieser ist, welche zum Austreiben des Druckfluids (19) bezüglich der Druckrichtung während der Aufweitphase des Hohlprofilrohlings (5) invertiert arbeitet, wobei die Durchgangsbohrung den Durchgangskanal und/oder den Entsorgungskanal

bildet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckerzeugungseinheit mit Pressluft arbeitet, und dass im Axialstempel (6, 7) ein separat zum Entsorgungskanal angeordneter, die Durchgangsbohrung bildender Druckzufuhrkanal ausgebildet ist, über den die Pressluft in das Hohlprofilinnere (23) einleitbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Entsorgungskanal an der geodätisch tiefsten Stelle des Axialstempels (6, 7) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Entsorgungskanal durch den Durchgangskanal gebildet ist oder dass dieser zentral im Axialstempel (6, 7) verläuft, in welchen der Entsorgungskanal einmündet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialstempel (6, 7) eine zur Befüllung des Hohlprofilrohlings (5) dienende Zulaufbohrung (13) und einen zu dieser separaten zum Herausleiten von im Hohlprofilrohling (5) eingeschlossener Luft aus dem Hohlprofilrohling (5) dienenden Entlüftungskanal (17) aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Entlüftungskanal (17) mit dem Druckzufuhrkanal und die Zulaufbohrung (13) mit dem Entsorgungskanal und/oder der im Axialstempel (6, 7) verlaufenden Durchgangsbohrung und dem Durchgangskanal identisch ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

