



(10) **DE 10 2015 011 844 A1** 2017.03.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 011 844.7**

(22) Anmeldetag: **10.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **16.03.2017**

(51) Int Cl.: **B29C 70/52 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

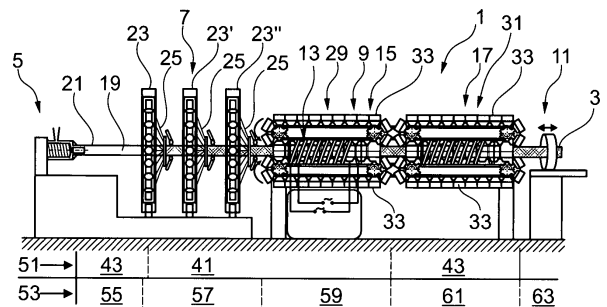
(72) Erfinder:

**Gries, Thomas, Prof. Dr., 52072 Aachen, DE;  
Koch, Michael, 71032 Böblingen, DE; Reese,  
Eckhard, Dipl.-Ing. (FH), 21641 Apensen, DE;  
Schäfer, Jens, 52064 Aachen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anlage zum Herstellen eines FMV-FMV-Hybridbauteils und FMV-FMV-Hybridbauteil**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines FMV-FMV-Hybridbauteils (3) vorgeschlagen, bei dem mittels Flechtpultrusion ein FMV-Hohlprofilgeflecht (25) hergestellt wird, wobei das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) während der Flechtpultrusion auf ein FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) abgelegt wird, sodass das FMV-FMV-Hybridbauteil (3) zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) und zumindest das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) umfasst.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils, eine Anlage zur Durchführung eines derartigen Verfahrens und ein FMV-FMV-Hybridbauteil, hergestellt nach einem derartigen Verfahren.

**[0002]** Bauteile in der Automobilindustrie, wie beispielsweise Lenker der Radaufhängung oder klassische Streben, wie beispielsweise die Tunnelstrebe, also die Verbindung des Cockpitquerträgers mit dem Getriebetunnel, sind heutzutage immer noch aus Stahl, manchmal aus Aluminium oder Magnesium oder deren Legierungen hergestellt. Dabei können Stanzprozesse-, Biegeprozesse, Druckgussprozesse oder Strangpressprozesse zum Einsatz kommen, und zudem müssen in den meisten Fällen die endumgeformten Bauteile noch mit einer Oberflächenbeschichtung versehen werden, wobei manchmal auch die Lagerstellen mit Kunststoff zu umspritzen sind. Dabei können teure Materialien zum Einsatz kommen und die unterschiedlichsten Bauformen auftreten, sodass aufgrund der Fertigungsprozesse ein erhöhtes Abfallaufkommen auftritt, die Bauteile ein hohes Gewicht und zudem die Herstellungskosten derartiger metallischer Bauteile immer noch ein hohes Niveau aufweisen.

**[0003]** Da die Werkstoffkombinationen bezüglich des Kostenpotentials und des Gewichtspotentials nicht optimal sind, wird vermehrt derzeit auf kostengünstigere und gewichtsreduzierte Varianten beispielsweise aus einem Faser-Matrix-Verbund (FMV) ausgewichen. Dabei kann ein endlosfaserverstärktes FMV-Rohr eingesetzt werden, das mittels Innendruckumformung in die gewünschte Form gebracht wird und an das zumindest ein FMV-Funktionselement umspritzt bzw. angespritzt werden kann. Durch das FMV-Rohr mit umgespritztem bzw. angespritztem FMV-Funktionselement wird das FMV-FMV-Hybridbauteil ausgebildet. Dabei können je nach Anforderung und Last verschiedene Querschnitte in dem resultierenden FMV-FMV-Hybridbauteil erreicht werden, sodass auch im Vergleich zu Stahlbauteilen die Gestaltungsvielfalt auch hinsichtlich der gewünschten Belastungsprofile signifikant erhöht ist.

**[0004]** Aus der DE 10 2011 018 420 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines FMV-Hohlprofils bekannt, das beispielsweise als ein derartiges FMV-Rohr eingesetzt werden kann, bei dem mittels Flechtpultrusion ein FMV-Hohlprofilgeflecht auf einem Flechtdorn abgelegt wird. Das FMV-Hohlprofilgeflecht wird dann in einem Konsolidierungswerkzeug erwärmt und wieder abgekühlt und durch eine Abzugsvorrichtung bzw. Fördervorrichtung am Ende der Anlage durch dieselbe durchgezogen. Dabei können beispielsweise bei Hohlprofilen mit großer Wandstärke und trockenen Verstärkungsfasern beim

Einzug in die Konsolidierungsvorrichtung hohe Reibungskräfte auftreten, durch die es zum Faseraufstau am Anfang der Konsolidierungsvorrichtung kommen kann. Dadurch können das FMV-Hohlprofilgeflecht und die darin enthaltenen Fasern geschädigt werden, sodass ein derartiges Verfahren mit einem hohem Ausschuss beaufschlagt ist. Zudem ist für eine großserientechnische Anwendung das in der Druckschrift beschriebene Verfahren aufgrund des Abziehens des FMV-Hohlprofilgeflechts vom insbesondere metallischen Dorn prozessual zu aufwendig.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils, eine Anlage zur Herstellung desselben und ein FMV-FMV-Hybridbauteil zu schaffen, wobei die genannten Nachteile nicht auftreten.

**[0006]** Die Aufgabe wird gelöst, indem die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche geschaffen werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0007]** Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem ein Verfahren zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils geschaffen wird, bei dem mittels Flechtpultrusion ein FMV-Hohlprofilgeflecht hergestellt wird, wobei das FMV-Hohlprofilgeflecht während der Flechtpultrusion auf ein FMV-Hohlprofilhalbzeug abgelegt wird, sodass das FMV-FMV-Hybridbauteil zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug und zumindest das FMV-Hohlprofilgeflecht umfasst.

**[0008]** Vorteilhaft kann das FMV-Hohlprofilgeflecht auf das FMV-Hohlprofilhalbzeug abgelegt werden, wobei es in den nachfolgenden Prozessen auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug verbleiben kann und von diesem nicht mehr abgezogen werden muss. Dadurch können die prozessbedingten Schädigungen des FMV-Hohlprofilgeflechts und seiner Fasern aufgrund des Abziehens verringert bzw. verhindert werden. Dabei verbleibt das FMV-Hohlprofilhalbzeug als integraler Bestandteil des FMV-FMV-Hybridbauteils, sodass das FMV-FMV-Hybridbauteil zumindest aus dem FMV-Hohlprofilhalbzeug und dem darauf abgelegten FMV-Hohlprofilgeflecht ausgebildet ist. Während des Konsolidierungsvorganges kann sich dabei das FMV-Hohlprofilgeflecht mit dem FMV-Hohlprofilhalbzeug verbinden, da der Matrixanteil im FMV-Hohlprofilhalbzeug und/oder im FMV-Hohlprofilgeflecht aufschmilzt und sich zumindest an den Berührungszonen vermischt. Dadurch kann sich eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem FMV-Hohlprofilgeflecht und dem FMV-Hohlprofilhalbzeug ausbilden, sodass zumindest an den Berührungszonen eine Verbindung der Bauteile ausgebildet wird.

**[0009]** Ein Faser-Matrix-Verbund (FMV) besteht im Wesentlichen aus zumindest einem 1-/2- oder 3-dimensionalen Fasergebilde, das in eine Matrix einge-

bettet ist. Dabei wird das zumindest eine 1-/2- oder 3-dimensionale Fasergebilde von der Matrix umgeben, die durch Adhäsiv- oder Kohäsivkräfte an das zumindest eine 1-/2- oder 3-dimensionale Fasergebilde gebunden ist. Als Materialien für Fasergebilde können Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern, PBO-Fasern, Polyethylenfasern, Naturfasern, Basaltfasern, Quarzfasern, Aluminiumoxidfasern, Siliziumcarbidfasern oder Mischformen zum Einsatz kommen. Als Materialien für die Matrix können Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere, sowie Füllstoffe, gesättigte oder ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, Vinylesterharze oder Mischformen zum Einsatz kommen.

**[0010]** Unter einem FMV-Halbzeug ist ein 2-/3-dimensionales Fasergebilde zu verstehen, dass als Preform, Vorform, Vorformling, Prepreg oder Mischform für einen Faser-Matrix-Verbund fungiert. Aus dem FMV-Halbzeug wird durch Injektion der Matrix bzw. des Matrixmaterials in das FMV-Halbzeug und durch nachfolgendes Verpressen der Faser-Matrix-Verbund (FMV) hergestellt. Dabei kann das FMV-Halbzeug Kunststoffe aufweisen, die als Binder, Bindemittel, Imprägnierungsmittel, Haftvermittler oder Mischformen wirken. Mittels beispielsweise dieser Kunststoffe kann das FMV-Halbzeug in Form gehalten werden, so dass ein Verschieben der Fasergebilde zueinander beispielsweise bei Transport weitestgehend vermieden werden kann. Es ist auch denkbar, dass das Faser-Halbzeug als (FMV)-Halbzeug schon ausreichend Matrixmaterial aufweist. In diesem Falle ist das 2-/3-dimensionale Fasergebilde mit Matrixmaterial imprägniert und somit als sogenanntes PrePreg ausgebildet, wobei das Matrixmaterial zumindest teilweise polymerisiert ist. Dabei hat das Matrixmaterial in dem FMV-Halbzeug eine fixierende Funktion, so dass ein Verschieben der Fasergebilde bzw. Faserschichten zueinander gegebenenfalls bei der Weiterverarbeitung zumindest verringert ist.

**[0011]** Unter einem 1-dimensionalen Fasergebilde ist ein Fasergebilde zu verstehen, bei dem die Erstreckung des Fasergebildes in Richtung der Breite und der Höhe gegenüber der Erstreckung des Fasergebildes in Richtung der Länge vernachlässigbar ist. In anderen Worten ist die Erstreckung des Fasergebildes in Richtung der Länge vorherrschend und prägend. Dabei können beide Richtungen, Breite oder Höhe, im Wesentlichen eine gleiche Erstreckung aufweisen, oder eine der beiden Richtungen kann in ihrer Erstreckung gegenüber der anderen signifikant vergrößert sein. Von dem Begriff 1-dimensionales Fasergebilde sind Fasern, Endlosfasern, Garne, Faserbündel, Faserstränge, Filamente, Filamentbündel, Rovings oder Mischformen umfasst.

**[0012]** Unter einem 2-dimensionalen Fasergebilde ist ein Fasergebilde zu verstehen, bei dem die Er-

streckung des Fasergebildes in Richtung der Höhe gegenüber der Erstreckung des Fasergebildes in Richtung der Länge und der Breite vernachlässigbar ist. In anderen Worten ist die Erstreckung des Fasergebildes in Richtung der Länge und der Breite vorherrschend und prägend. Dabei können beide Richtungen, Breite oder Länge, im Wesentlichen eine gleiche Erstreckung aufweisen, oder eine der beiden Richtungen kann in ihrer Erstreckung gegenüber der anderen signifikant vergrößert sein. Von dem Begriff 2-dimensionales Fasergebilde sind Gewebe, Gestricke, Gewirke, Vliesstoffe, unidirektional abgelegte Faserschichten, Multiaxial-Gelege, Matten, Maschenwaren, Abstandsgewebe, Geflechschläuche, Stickereien, Nähzeuge, Abreißgewebe oder Mischformen umfasst.

**[0013]** Unter einem 3-dimensionalen Fasergebilde ist ein Fasergebilde zu verstehen, dessen Erstreckung in Richtung der Länge, der Breite und der Höhe gegenüber keiner der Richtungen vorherrschend ist. Dabei können alle Richtungen im Wesentlichen eine gleiche Erstreckung aufweisen, oder eine oder zwei der drei Richtungen kann oder können in ihrer Erstreckung gegenüber den anderen oder der anderen signifikant vergrößert sein. Von dem Begriff 3-dimensionales Fasergebilde sind im Wesentlichen mehrere aufeinander geschichtete 2-dimensionale Fasergebilde zu verstehen. Dabei können die 2-dimensionalen Fasergebilde unterschiedlich ausgebildet sein. So ist es denkbar, dass beispielsweise eine unidirektionale Faserschicht von einem Vliesstoff als nächster Schicht gefolgt wird, während ein Gewebe das 3-dimensionale Fasergebilde abschließen kann. Es können aber auch ausschließlich unidirektionale 2-dimensionale Fasergebilde zum Aufbau eines 3-dimensionalen Fasergebildes verwendet werden. Dabei können die unidirektionalen 2-dimensionalen Fasergebilde gleich orientiert oder unterschiedlich orientiert hinsichtlich ihrer Richtung sein. In letzterem Fall liegt ein Multiaxial-Gelege vor.

**[0014]** Ein 2-/3-dimensionales Fasergebilde kann zumindest eine Schicht aufweisen, die aus zumindest einem 1-dimensionalen Fasergebilde, beispielsweise einer Endlosfaser, aufgebaut ist. Es können auch mehrere 1-dimensionale Fasergebilde zumindest eine Faserschicht des 2-/3-dimensionalen Fasergebildes ausbilden. Dabei können die 1-dimensionalen Fasergebilde in zumindest einen Faserabschnitt unterteilt werden. Somit reihen sich die Faserabschnitte entlang der Länge des 1-dimensionalen Fasergebildes aneinander. Ist die Faserschicht unidirektional ausgebildet, so können die Faserabschnitte im Wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sein. Lediglich in Randbereichen oder in Bereichen von Öffnungen können die Faserabschnitte anderweitig, beispielsweise sich überkreuzend, zueinander ausgerichtet sein. Unter Anderem im Falle der unidirektional Ausrichtung der Faserabschnitte sind die Faserab-

schnitte derart angeordnet, dass sie im Wesentlichen der auszubildenden Kontur in der jeweils gewünschten Richtung folgen, um ein richtungsabhängiges Belastungsprofil zu konstruieren. Es ist aber auch denkbar, dass in zumindest einer Faserschicht die Faserabschnitte in Art einer Wirrlage, eines Gewebes oder einer Mischform zueinander angeordnet sind.

**[0015]** Unter einer Schicht bzw. Faserschicht ist eine Schicht des 2-/3-dimensionalen Fasergebildes zu verstehen, die von ihrer Umgebung abgegrenzt werden kann. So ist es beispielsweise denkbar, dass das 2-/3-dimensionale Fasergebilde mehrere Schichten aufweist, wobei beispielsweise eine Schicht unidirektional ausgebildet ist, während eine andere Schicht ein Gewebe oder Gestrück darstellt. Es ist auch denkbar, dass mehrere unidirektionale Faserschichten vorgesehen sind, die ein Multiaxial-Gelege ausbilden. In diesem Fall sind die einzelnen Schichten des Multiaxial-Geleges durch ihre Hauptrichtungen voneinander abgrenzbar.

**[0016]** Unter einem FMV-Hohlprofilgeflecht versteht man ein Geflecht von zumindest Fasern, das ein Hohlprofil, wie beispielsweise ein Rundrohr, ein Kantrohr oder dergleichen mit den unterschiedlichsten Querschnitten, aber hohl ausgebildet, aufweist. Dabei wird im Wesentlichen bei der Ausbildung des FMV-Hohlprofilgeflechtes das Hohlprofil des FMV-Hohlprofilhalbzeugs übernommen.

**[0017]** Unter einem FMV-Hohlprofilhalbzeug ist ein Halbzeug zu verstehen, das als Faser-Matrix-Verbund (FMV) ausgebildet ist und das ein Hohlprofil, wie beispielsweise ein Rundrohr, ein Kantrohr oder dergleichen aufweist. Dabei kann das Halbzeug schon als Prepreg, Organoblech oder dergleichen ausgebildet sein und somit in vorkonsolidierter Form vorliegen, wobei das FMV-Hohlprofilhalbzeug auch die notwendige Stabilität aufweisen kann, um dem nachfolgenden Flechtdruck bei der Flechtpultrusion zumindest teilweise standhalten zu können.

**[0018]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das FMV-Hohlprofilhalbzeug kurzfaserige Fasern aufweist. Vorteilhaft kann durch den Einsatz von kurzfaserigen Fasern das FMV-Material mit den üblichen Verfahren, wie beispielsweise Spritzguss oder Extrusion, einfach und prozesssicher verarbeitet werden, ohne dass die kurzfaserigen Fasern eine signifikante Beeinträchtigung des Verfahrens verursachen.

**[0019]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das FMV-Hohlprofilhalbzeug thermoplastisches Matrixmaterial aufweist. Vorteilhaft kann durch den Einsatz von thermoplastischem Matrixmaterial der Matrixanteil beispielsweise während der Konsolidierung des FMV-FMV-Hybridbauteils zumindest abschnittsweise oder zonen-

weise aufgeschmolzen werden, sodass eine ausreichende Benetzung und Imprägnierung der Fasern des FMV-Hohlprofilhalbzeugs eintritt. Zudem kann bei dem Aufschmelzen des thermoplastischen Matrixmaterials dasselbe zumindest teilweise in das FMV-Hohlprofilgeflecht einwandern und sich mit demselben verbinden, sodass die stoffschlüssige Verbindung zwischen FMV-Hohlprofilgeflecht und FMV-Halbzeug ausgebildet wird.

**[0020]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das FMV-Hohlprofilhalbzeug mittels Extrusion hergestellt wird. Vorteilhaft kann durch eine derartige Herstellungsweise das FMV-Hohlprofilhalbzeug als ein Endlosstrang oder zumindest in sehr langen Strängen hergestellt werden, der/die dann mittels Flechtpultrusion weiterverarbeitet werden können. Zudem lassen sich mittels der Extrusion die unterschiedlichsten Hohlprofile herstellen, sodass das FMV-FMV-Hybridbauteil die unterschiedlichsten Belastungsprofile und Querschnittsprofile aufweisen kann. Demzufolge ist durch die Verwendung der Extrusion bei der Herstellung des FMV-Hohlprofilhalbzeugs eine hohe Gestaltungsvielfalt gegeben, sodass das Verfahren eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Formgebung und der damit einhergehenden Belastungsprofile aufweist.

**[0021]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das FMV-Hohlprofilhalbzeug eine dünnwandige Ausbildung aufweist. Vorteilhaft kann durch die Verwendung eines dünnwandigen FMV-Hohlprofilhalbzeugs Gewicht eingespart werden und das Aufschmelzen beim Konsolidierungsvorgang ist aufgrund der Dünnwandigkeit beschleunigt, sodass ein geringerer Energieeintrag notwendig ist. Zudem gelingt durch das schnellere Aufschmelzen auch eine Beschleunigung des stoffschlüssigen Verbindens mit dem FMV-Hohlprofilgeflecht. Dadurch kann insgesamt die Herstellungsgeschwindigkeit erhöht werden.

**[0022]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher während der Flechtpultrusion zur Ausbildung des FMV-Hohlprofilgeflechtes Hybridrovings eingesetzt werden, die thermoplastische Fasern und/oder mit Thermoplastpulver beschichtete Fasern aufweisen. Vorteilhaft kann bei der Verwendung von thermoplastischen Fasern und/oder mit Thermoplastpulver beschichteten Fasern Fasermaterial eingesetzt werden, bei dem eine zusätzliche Zufuhr von Matrixmaterial nicht mehr erforderlich ist. Zudem durchsetzt beim Aufschmelzen des Hybridrovings die flüssige, thermoplastische Matrix des Hybridrovings die Verstärkungsfasern, sodass eine homogene und vollständige Imprägnierung erzielt werden kann, was nach der Konsolidierung zu einem FMV-FMV-Hybridbauteil führt, das homogene, mechanische Eigenschaften aufweist. Da bei dem Aufschmelzen in der Konsolidierungsvorrichtung zu-

mindest auch ein Teil des FMV-Hohlprofilhalbzeugs aufgeschmolzen wird, kann sich eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem thermoplastischen Matrixmaterial des Hybridrovings und des FMV-Hohlprofilhalbzeugs ausbilden.

**[0023]** Des Weiteren können beispielsweise gespreizte Heavy-Tows als Hybridrovings eingesetzt werden, die eine hohe Tex-Zahl aufweisen. Dadurch können infolge eines geringeren Preises die Herstellungskosten verringert werden und die Produktionsgeschwindigkeit infolge eines größeren Querschnitts der Fasern gesteigert werden. Es ist aber auch denkbar, dass Spread-Tows eingesetzt werden, wobei als Fasermaterial Glasfasern, Carbonfasern, polymere Fasern, mineralische Fasern oder metallische Fasern zum Einsatz kommen können. Dabei können die Fasern im FMV-Hohlprofilgeflecht entweder überkreuz, in einem definierten Winkel zur Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung vorliegen, oder es werden durch unidirektionales Flechten im FMV-Hohlprofilgeflecht vorbestimmte Faserschichten entweder als Umfangwicklung oder als UD-Schicht längs zur Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung hergestellt. Somit können mehrere Faserschichten auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug abgelegt werden, wobei die einzelnen Faserschichten eine unterschiedliche Faserstruktur und Flechtstruktur aufweisen können, sowie auch unterschiedliche Fasermaterialien zum Einsatz kommen können.

**[0024]** Dabei kann als Thermoplastmaterial, insbesondere bevorzugt beim FMV-Hohlprofilhalbzeug, PA6, PPA, PI oder dergleichen zum Einsatz kommen.

**[0025]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher zumindest das FMV-Hohlprofilgeflecht oder zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug zumindest schichtweise und/oder abschnittsweise induktiv aufheizbar ausgebildet ist, wobei die induktive Aufheizbarkeit durch Verwendung zumindest eines Materials ausgewählt aus folgender Gruppe erreicht wird: durch magnetische, insbesondere ferromagnetische, Nanopartikel, durch elektrisch leitfähige Fasern, durch Carbonfasern, durch metallische Fasern, sodass während der Konsolidierung das Erwärmen des FMV-FMV-Hybridbauteils mittels induktiver Aufheizung durchgeführt wird, wobei bei Verwendung von mehreren Materialien zumindest zwei Materialien eine unterschiedlich Curie-Temperatur aufweisen können.

**[0026]** Vorteilhaft kann durch Verwendung von induktiv aufheizbaren Materialien in dem FMV-Hohlprofilgeflecht und/oder in dem FMV-Hohlprofilhalbzeug durch induktive Aufheizung ein Erwärmen des FMV-Hohlprofilgeflechts und/oder des FMV-Hohlprofilhalbzeugs vorgenommen werden. Dadurch kann selbst ein gezieltes Erwärmen von vorbestimmten

Schichten sowohl des FMV-Hohlprofilgeflechts, als auch des FMV-Hohlprofilhalbzeugs erreicht werden.

**[0027]** So ist es beispielsweise denkbar, dass ein FMV-Hohlprofilhalbzeug extrudiert wird, das aus in radialer Richtung verlaufenden, unterschiedlichen Schichten aufgebaut ist, die unterschiedlich induktiv aufgeheizt werden können. Dies ist auch denkbar bei dem FMV-Hohlprofilgeflecht, sodass verschiedene Faserschichten des FMV-Hohlprofilgeflechts eine unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Demzufolge können unterschiedliche Faserschichten ein unterschiedliches induktives Aufheizverhalten aufweisen ist.

**[0028]** Dieses unterschiedliche induktive Aufheizverhalten unterschiedlicher Schichten des FMV-Hohlprofilgeflechts und/oder des FMV-Hohlprofilhalbzeugs kann beispielsweise durch die Verwendung oder Nichtverwendung von induktiv aufheizbaren Materialien oder durch eine unterschiedliche Konzentration an induktiv aufheizbaren Materialien in den einzelnen Schichten erreicht werden. Es ist aber auch denkbar, dass induktiv aufheizbare Materialien mit einer unterschiedlichen Curie-Temperatur eingesetzt werden, sodass das Aufheizverhalten der einzelnen Schichten nicht nur über die Konzentration, sondern auch über die Materialeigenschaften der elektrisch leitfähigen Materialien gesteuert werden kann. So ist es beispielsweise denkbar, dass die äußerste Schicht des FMV-Hohlprofilhalbzeugs eine induktive Aufheizfähigkeit besitzt, sodass während der induktiven Aufheizung der innere Bereich des FMV-Hohlprofilhalbzeugs im Wesentlichen formstabil bleibt, während die äußere Schicht des FMV-Hohlprofilhalbzeugs aufschmilzt und sich mit dem abgelegten FMV-Hohlprofilgeflecht verbinden kann.

**[0029]** Werden bevorzugt magnetische, insbesondere ferromagnetische Nanopartikel verwendet, so können derartige Nanopartikel prozesstechnisch einfach dem Material beigefügt werden, aus dem das FMV-Hohlprofilhalbzeug beispielsweise extrudiert wird. Werden elektrisch leitfähige Fasern, metallische Fasern, Carbonfasern oder dergleichen verwendet, so können diese in die unterschiedlichen Schichten des FMV-Hohlprofilgeflechts miteinander geflochten werden, sodass eine gezielte und wie gewünschte induktive Aufheizung des FMV-FMV-Hybridbauteils ermöglicht ist.

**[0030]** Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das FMV-Hohlprofilhalbzeug während der Herstellung zumindest abschnittsweise auf Luftlagern gelagert wird. Vorteilhaft kann durch den Einsatz von Luftlagern zur Lagerung des FMV-Hohlprofilhalbzeugs die Reibung verringert werden, sodass eine Schädigung des FMV-FMV-Hybridbauteils während dem Durchziehen durch die Anlage verringert bzw. verhindert werden kann. Zu-

dem kann durch Verwenden von Luftlagern auf einen Einsatz von Schmiermitteln zur Verringerung der Reibung weitestgehend verzichtet werden, da schon durch das Luftlager allein die Reibung signifikant reduziert ist und dies beispielsweise im Vergleich zu der Reibung bei dem Kontakt des FMV-Hohlprofilgeflechts mit dem metallischen Dorn bei der bekannten Flechtpultrusion.

**[0031]** Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils gemäß einem Verfahren, wie zuvor beschrieben, geschaffen wird. Dadurch können die zuvor beschriebenen Vorteile erreicht werden.

**[0032]** Es wird eine Ausführungsform der Anlage bevorzugt, bei welcher die Anlage zumindest eine Vorrichtung ausgewählt aus folgender Gruppe aufweist: eine Extrusionsvorrichtung, mit der das FMV-Hohlprofilhalbzeug hergestellt wird, eine Flechtvorrichtung, mittels der das FMV-Hohlprofilgeflecht auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug abgelegt wird, eine, insbesondere mitlaufende, Schnittvorrichtung, die als rotierendes Messer ausgebildet sein kann, mit dem das FMV-FMV-Hybridbauteil abgelängt wird, eine Konsolidierungsvorrichtung, umfassend eine, zumindest zwei angetriebene Raupenbänder aufweisende Fördervorrichtung und eine induktive Heizvorrichtung, mit der das FMV-FMV-Hybridbauteil in zumindest einem Teilabschnitt der Fördervorrichtung aufgeheizt wird.

**[0033]** Vorteilhaft kann durch eine integrale Anordnung der Extrusionsvorrichtung in der Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils die Ausbildung des FMV-Hohlprofilhalbzeugs und das Ablegen des FMV-Hohlprofilgeflechts auf demselben in einer Anlage durchgeführt werden. Dadurch kann das FMV-FMV-Hybridbauteil als endlos ausgebildetes Bauteil hergestellt werden, und zudem sind die Anfahr- und Abfahrprozesse der Anlage vorteilhaft reduziert, was zu einem geringeren Ausschuss und zu einem höheren Auslastungsgrad der Anlage führt. Zudem müssen unterschiedliche Anlagen nicht aufeinander abgestimmt werden, da in einer Produktionsanlage die Extrusionsvorrichtung mit den anderen Vorrichtungen aufeinander abgestimmt werden können. Ebenfalls kann auf einen Transport von FMV-Hohlprofilhalbzeugen zur Anlage verzichtet werden, sodass der logistische Aufwand und die Abstimmung des Ausstoßes mehrerer Anlagen untereinander nicht mehr notwendig ist.

**[0034]** Ist eine Schnittvorrichtung, die mitlaufend ausgebildet sein kann, in der Anlage vorgesehen, so können vorteilhaft die FMV-FMV-Hybridbauteile auf die gewünschte Länge während des Herstellungsprozesses abgelängt werden, wobei aufgrund der mitlaufenden und gegebenenfalls rotierenden Ausbildung

der Schnittvorrichtung die Anlage kontinuierlich ohne Unterbrechung weiterproduzieren kann.

**[0035]** Weist die Konsolidierungsvorrichtung eine Fördervorrichtung und eine induktive Heizvorrichtung auf, die integral zueinander ausgebildet sind, so kann das FMV-FMV-Hybridbauteil durch die integrale Konsolidierungsvorrichtung sowohl aufgeheizt, als auch gefördert werden. Dabei kann die induktive Heizvorrichtung nur in einem Teilabschnitt der Fördervorrichtung angeordnet sein, wobei im Abschnitt der induktiven Heizvorrichtung das FMV-FMV-Hybridbauteil aufgeheizt wird, während es in dem Teilabschnitt abgekühlt werden kann, in dem die induktive Heizvorrichtung nicht mehr angeordnet ist.

**[0036]** Vorteilhaft ist dabei der Einsatz einer induktiven Heizvorrichtung, mittels der durch dementsprechender Materialauswahl bei der Fördervorrichtung verhindert werden kann, dass sich die Fördervorrichtung wesentlich aufheizt, sodass durch die induktive Heizvorrichtung im Wesentlichen nur das FMV-FMV-Hybridbauteil aufgeheizt wird. Bei der Verwendung von üblichen Aufheizmethoden durch thermische Aufheizung würde bei einer Kombination bzw. integralen Ausbildung der Heizvorrichtung mit der Fördervorrichtung auch die Fördervorrichtung in nicht unwesentlichem Maße aufgeheizt werden, sodass zum einen der Energiebedarf erhöht wäre und zum anderen die Fördervorrichtung aufgrund der Aufheizung störungsanfälliger wäre. Zudem ist es konstruktiv aufwendig, eine Fördervorrichtung einzusetzen, die einem Aufheizen durch die Heizvorrichtung standhält und die zudem mit den großen Temperaturunterschieden zurechtkommt.

**[0037]** Dabei kann die Fördervorrichtung zumindest zwei angetriebene Raupenbänder aufweisen, mit denen der Vorschub des FMV-FMV-Hybridbauteils innerhalb der Fördervorrichtung sichergestellt wird. Damit die Raupenbänder durch die induktive Heizvorrichtung nur unwesentlich aufgeheizt werden, können die Greifelemente des Raupenbandes, also seine modularen Glieder, aus einem nichtmagnetischen Material, beispielsweise einer Aluminiumlegierung, ausgebildet sein, um zudem eine gute Wärmeabführung in der Kühlstrecke zu garantieren und die induktive Aufheizung der Elemente zu minimieren. Dabei können die Greifelemente mit einer PTFE-basierter Antihafbeschichtung versehen sein.

**[0038]** Dabei ist es denkbar, dass die Fördervorrichtung aus zwei Teilabschnitten besteht, die jeweils eigene Raupenbänder aufweisen. Dabei können in dem Teilabschnitt, in dem auch die induktive Heizvorrichtung angeordnet ist, die Greifelemente der Raupenbänder aus glasfaserverstärktem Duroplast bzw. hochtemperaturbeständigem Thermoplast, wie beispielsweise PEEK, ausgebildet sein, um durch sehr ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten die Maß-

haltigkeit im Aufheizprozess sicherzustellen. In dem nachfolgenden Teilabschnitt der Fördervorrichtung, der bevorzugt keine Heizvorrichtung, aber separate Raupenbänder aufweist, kann wiederum ein gut wärmeleitendes Material, wie beispielsweise eine Aluminiumlegierung mit einer PTFE-basierten Antihafbeschichtung, eingesetzt werden, damit der Abkühlvorgang schneller vonstattengehen kann.

**[0039]** Es ist auch denkbar, dass die Fördervorrichtung aus einem Raupenabzug mit separater Abkühlvorrichtung besteht, wobei in den Raupenabzug eine Induktionsvorrichtung integriert ist, und wobei die Greifelemente der Raupenbänder aus einer Aluminium-Legierung gefertigt sind. Diese sind mit einer PTFE-basierten Antihafbeschichtung versehen und können für eine bessere Prozessstabilität temperiert werden. Die Abkühlung und Formgebung erfolgt mittels eines konisch zulaufenden Wasserkühlkanals, welchem ein weiteres Führungselement, beispielsweise ein Bandabzug, nachgeschaltet sein kann.

**[0040]** Dabei können in der induktiven Heizvorrichtung eine oder mehrere Induktionsspulen vorgesehen sein. Bei mehreren separaten Induktionsspulen können diese mit unterschiedlichen Frequenzen eines elektromagnetischen Wechselfeldes betrieben werden. Eine jeweilige Induktionsspule kann mit mehreren Spannungsquellen/Umrichtern ausgestattet sein, welche in zeitlicher Reihenfolge geschaltet werden können. Es ist auch denkbar, dass eine jeweilige Induktionsspule von einer Spannungsquelle/einem Umrichter gespeist wird, der zumindest zwei verschiedene Frequenzen überlagern kann.

**[0041]** Mittels der Flechtvorrichtung kann das FMV-Hohlprofilgeflecht auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug abgelegt werden. Dabei kann die Flechtvorrichtung ein oder mehrere Rundflechträder aufweisen, wobei mittels zumindest eines Flechtrades auch Stehfäden bzw. eine Stehfadenschicht ausgebildet werden kann. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, bei einem notwendigen Austausch der Spulen, auf den die Rovings aufgewickelt sind, eine vollautomatische induktive Aufschweißung des Rovings auf der neuen Spule durchzuführen. Alternativ wäre es denkbar, dass die Faserbündel miteinander verschweißt werden und dann das extrudierte Rohr durchgeführt wird. Dabei kann die Notwendigkeit des Spulenwechsels über ein im Klöppel integriertes Zustandsüberwachungssystem rechtzeitig angekündigt werden. Der Spulenwechsel erfolgt vollautomatisch über eine an der Flechtmaschine installierte Vorrichtung. Die Anbindung des neuen Fadens kann dann, wie zuvor beschrieben, oder über ein mechanisches Spleißen der Fäden erfolgen. Durch eine derartige Vereinfachung entfallen komplizierte Fixierungsvarianten, was die Handhabbarkeit verbessert und die Prozesssicherheit aufgrund der Teilautomatisierung erhöht.

**[0042]** Es wird eine Ausführungsform der Anlage bevorzugt, bei der ein in dem FMV-Hohlprofilhalbzeug angeordnetes Distanzrohr vorgesehen ist, wobei das Distanzrohr zumindest ein Fluidauslasselement für ein vorzugsweise gasförmiges Fluid aufweist, mit dem während der Herstellung des FMV-FMV-Hybridbauteils ein das FMV-Hohlprofilhalbzeug lagerndes aerostatisches Gleitlager oder Luftlager erzeugt wird.

**[0043]** Vorteilhaft kann mittels eines derartigen Distanzrohres ein das FMV-Hohlprofilhalbzeug lagerndes Luftlager erzeugt werden, mittels dem die Reibung signifikant verringert werden kann.

**[0044]** Dabei kann das Distanzrohr antihafbeschichtet ausgebildet sein und so dimensioniert werden, dass ein Spaltmaß zwischen dem FMV-Hohlprofilhalbzeug und dem Distanzrohr sowie ein Druckgradient am jeweiligen Luftlager eine turbulente Strömung des Fluides erzwingt. Zudem kann die turbulente Strömung durch die Oberflächenbeschaffenheit des Distanzrohres günstig beeinflusst werden. Dabei kann das Distanzrohr in mehrere Zonen unterteilt werden. In einer Kühlzone führt das zwischen dem Distanzrohr und dem FMV-Hohlprofilhalbzeug geleitete und bevorzugt durch Düsen oder Ventile entspannte Fluid, das bevorzugt im Gegenstromprinzip geleitet wird, zu einer Abkühlung des FMV-Hohlprofilhalbzeugs bzw. des FMV-FMV-Hybridbauteils. Bevorzugt wird eine derartige Kühlzone kurz nach der Extrusionsvorrichtung angeordnet, damit das aus der Extrusionsvorrichtung austretende FMV-Hohlprofilhalbzeug abgekühlt und versteift werden kann. Somit kann insbesondere ein unerwünschtes Aufblasen des FMV-Hohlprofilhalbzeugs verhindert werden.

**[0045]** Des Weiteren kann zumindest eine Druckzone ausgebildet sein, die beispielsweise durch zwei in Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung beabstandete Fluidauslasselemente begrenzt werden kann, sodass zwischen den beiden Fluidauslasselementen ein Bereich entsteht, in dem das zwischen dem FMV-Hohlprofilhalbzeug und dem Distanzrohr angeordnete Fluid unter erhöhtem Druck steht. Vorteilhaft kann durch einen derartigen erhöhten Innendruck beispielsweise der Flechtdruck kompensiert werden, sodass eine nachteilige Verformung des FMV-Hohlprofilhalbzeugs bei dem Ablegen der Fasern des FMV-Hohlprofilgeflechts verringert bzw. verhindert werden kann. Dabei können in einer derartigen Druckzone auch weitere Auslassöffnungen in dem Distanzrohr angeordnet sein, mittels derer ebenfalls der Druckerhalt in der Druckzone sichergestellt werden kann.

**[0046]** Ein derartiges Fluidauslasselement kann beispielsweise als Düse oder Ventil ausgebildet sein, sodass damit eine Art Druckvorhang ausgebildet werden kann, der zumindest teilweise einem unkontrol-

lierten Abfließen des Fluides entgegenwirkt, so dass der Druckaufbau ermöglicht ist. Des Weiteren kann ein derartiges Fluidauslasselement auch Kanäle aufweisen, über die das Fluid kontrolliert aus der Druckzone abgeführt werden kann. Zudem ist es denkbar, dass das Fluidauslasselement mit einem antihafbeschichteten Bereich ausgestattet ist.

**[0047]** Die Aufgabe wird schließlich auch gelöst, indem ein FMV-FMV-Hybridbauteil geschaffen wird, das gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren und insbesondere mit einer wie zuvor beschriebenen Anlage hergestellt wird. Dadurch können die zuvor beschriebenen Vorteile erreicht werden.

**[0048]** Es wird eine Ausführungsform des FMV-FMV-Hybridbauteils bevorzugt, bei welcher das, insbesondere nach einer Innenhochdruckumformung endgeformte, FMV-FMV-Hybridbauteil zumindest ein durch Umspritzung ausgebildetes FMV-Funktionselement aufweist. Vorteilhaft können durch die Verwendung von wie zuvor beschriebenen FMV-FMV-Hybridbauteilen durch Innendruckhochdruckumformung und nachträgliches Anspritzen bzw. Umspritzen weitere Funktionselemente zu dem FMV-FMV-Hybridbauteil hinzugefügt werden, sodass ein FMV-FMV-Multihybridbauteil mit den unterschiedlichsten Funktionselementen ausgebildet werden kann.

**[0049]** Das FMV-FMV-Hybridbauteil ist vorzugsweise als Strebe, als Lenker oder als Spriegel, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, ausgebildet. Denkbar ist aber auch ein FMV-FMV-Hybridbauteil, welches als Großbauteil, beispielsweise als Quer- und/oder Längsträger, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, ausgebildet ist.

**[0050]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen, jeweils schematisch:

**[0051]** Fig. 1 eine Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils,

**[0052]** Fig. 2 ein in einem FMV-Hohlprofilhalbzeug angeordnetes Distanzrohr,

**[0053]** Fig. 3A, B das Distanzrohr mit zumindest einem Fluidauslasselement,

**[0054]** Fig. 4 ein FMV-FMV-Hybridbauteil.

**[0055]** In Fig. 1 ist eine Anlage 1 zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils 3 dargestellt, die eine Extrusionsvorrichtung 5, eine Flechtvorrichtung 7, eine Konsolidierungsvorrichtung 9 und eine Schneidvorrichtung 11 aufweist. Dabei weist die Konsolidierungsvorrichtung 9 eine Heizvorrichtung 13 auf, die zumindest in einem Teilabschnitt 15 einer Förderanlage 17 integral mit derselben ausgebildet ist.

**[0056]** Mittels der Extrusionsvorrichtung 5 wird auf ein Distanzrohr 19 ein FMV-Hohlprofilhalbzeug 21 ausgepresst und mittels des Distanzrohres 19 zumindest abschnittsweise durch die Anlage 1 geführt.

**[0057]** Die Flechtvorrichtung 7 kann mehrere Rundflechträder 23, 23', 23" aufweisen, mittels denen das FMV-Hohlprofilgeflecht 25 auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug 21 abgelegt wird. Dabei kann eines der Rundflechträder 23, bevorzugt das in Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung 27 als erstes angeordnete, derart ausgebildet sein, dass mit diesem Rundflechtrad 23 Stehfäden auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug 21 abgelegt werden können. Diese Stehfäden können dabei unidirektional angeordnet sein.

**[0058]** Wie in Fig. 1 gezeigt, ist die Förderanlage 17 zweiteilig ausgebildet, wobei ein erster Teilabschnitt 29 integral mit der Heizvorrichtung 13 angeordnet ist. In diesem ersten Teilabschnitt 29 wird das FMV-FMV-Hybridbauteil aufgeheizt, sodass sich eine ausreichende Imprägnierung des Fasermaterials einstellen kann. In einem in Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung 27 nachfolgenden, zweiten Teilabschnitt 31, der als separate Teilfördevorrichtung ausgebildet ist, ist aufgrund des Fehlens der Heizvorrichtung 13 eine Abkühlung und ein nachträgliches Konsolidieren des FMV-FMV-Hybridbauteils 3 durchführbar, sodass am Ende der Fördervorrichtung 17 das fertigkonsolidierte FMV-FMV-Hybridbauteil 3 aus der Anlage 1 austritt und durch die Schneidvorrichtung 11 auf eine gewünschte Länge abgelängt werden kann.

**[0059]** Sowohl der erste Teilabschnitt 29, als auch der zweite Teilabschnitt 31 der Fördervorrichtung 17 weist zumindest zwei angetriebene Raupenbänder 33 auf, mittels denen das FMV-FMV-Hybridbauteil 3 durch die Anlage 1 gezogen wird.

**[0060]** In einer anderen, nicht gezeigten Ausführungsform sind der erste Teilabschnitt 29 und der zweite Teilabschnitt 31 integral ausgebildet, sodass sich über die gesamte Fördervorrichtung 17 erstreckende Raupenbänder 33 eingesetzt werden, wobei in diesem Fall die Heizvorrichtung 13 ebenfalls nur in einem in Abzugsrichtung 27 vorderen Teilabschnitt angeordnet ist, sodass in dem nachfolgenden Teilabschnitt der Fördervorrichtung 17 eine Abkühlung und Konsolidierung des FMV-FMV-Hybridbauteils durchgeführt werden kann.

**[0061]** Wie in Fig. 2 gezeigt, ist das Distanzrohr 19 im Inneren des FMV-Hohlprofilhalbzeugs 21 angeordnet. Mittels der Flechtvorrichtung 7 können ein oder mehrere Faserschichten 35 des FMV-Hohlprofilgeflechts 25 auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug 21 abgelegt werden. Damit das FMV-Hohlprofilhalbzeug 21 im Wesentlichen berührungsfrei geführt werden kann, sind an dem Distanzrohr 19 mehrere Fluidauslasselemente 37 angeordnet, mithilfe derer Luftlager



**39** ausgebildet werden können. Dabei können die Fluidauslasselemente **37** als Düsen oder Ventile ausgebildet sein, die in Umfangsrichtung des Distanzrohres **19** angeordnet sein können. Dabei können die in Umfangsrichtung angeordneten Fluidauslasselemente **37** ein gemeinsames Luftlager **39** ausbilden. Zwischen zwei solchen in Abzugsrichtung bzw. Maschinenrichtung **27** beabstandeten Fluidauslasselementen **37** bzw. Luftlagern **39** kann eine Druckzone **41** ausgebildet werden, die das FMV-Hohlprofilhalbzeug **21** gegen äußere Druckeinwirkung stützt. Andere Bereiche, die nicht zwischen zwei Fluidauslasselementen **37** eingeschlossen sind, können derart ausgebildet sein, dass das aus den Fluidauslasselementen **37** ausströmende Fluid abgeführt werden kann. Dabei kann durch das abgeführte Fluid zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug gekühlt werden, sodass in diesem Fall eine Kühlzone **43** ausgebildet ist. Zwischen zwei Fluidauslasselementen **37** bzw. Luftlagern **39** und in einer Druckzone **41** können noch mehrere Auslassöffnungen **45** angeordnet sein, mit denen der Druck in der Druckzone **41** aufrechterhalten werden kann. Des Weiteren ist es denkbar, dass in einer Kühlzone **43** Eintrittsöffnungen **47** ausgebildet sind, mittels denen das Fluid aus dem Kühlzonenbereich **43** abgeführt werden kann.

**[0062]** Ebenso ist es denkbar, dass im Bereich der Extrusionsvorrichtung **5** über Öffnungen **49** das Fluid abgeführt werden kann.

**[0063]** Demzufolge kann, wie in **Fig. 1** gezeigt, die Anlage **1** hinsichtlich der Distanzrohrfunktion **51** in die gezeigten Druckzonen **41** und Kühlzonen **43** eingeteilt werden. Hinsichtlich der Vorrichtungsfunktionen **53** kann die Anlage **1** in einen Bereich einer Extrusion **55**, eines Flechtens **57**, eines Erwärmens **59**, eines Abkühlens **61** und eines Trennens **63** unterteilt werden.

**[0064]** In den **Fig. 3A** und **B** ist ein derartiges Fluidauslasselement **37**, das auf dem Distanzrohr **19** angeordnet ist und ein Luftpolster **39** ausbildet, dargestellt. Dabei können in Umfangsrichtung des Distanzrohres **19** mehrere der Fluidauslasselemente **37** angeordnet sein, sodass sich in Umfangsrichtung des Distanzrohres **19** ein symmetrisch ausgebildetes Luftlager **39** ausbildet. Wie in **Fig. 3B** gezeigt, kann das Fluidauslasselement **37** als Düse oder Ventil **65** ausgebildet sein, wobei im Bereich einer Öffnung **67** des Fluidauslasselementes **37** eine Antihafbeschichtung **69** angeordnet sein kann.

**[0065]** In **Fig. 4** ist ein FMV-FMV-Hybridbauteil **3** dargestellt, das ein angespritztes bzw. umgespritztes Funktionselement **71** aufweist. Ein derartiges FMV-FMV-Hybridbauteil **3** kann auch als FMV-FMV-Multihybridbauteil bezeichnet werden, da es sowohl hybridisch hinsichtlich seines Hohlprofilanteiles als auch hybridisch hinsichtlich des zusätzlich umspritz-

ten bzw. angespritzten FMV-Funktionselementes **71** ausgebildet ist.

**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 102011018420 A1 [0004]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines FMV-FMV-Hybridbauteils (3), bei dem mittels Flechtpultrusion ein FMV-Hohlprofilgeflecht (25) hergestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) während der Flechtpultrusion auf ein FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) abgelegt wird, sodass das FMV-FMV-Hybridbauteil (3) zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) und zumindest das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) zumindest eine Eigenschaft ausgewählt aus folgender Gruppe aufweist:

kurzfaserige Fasern aufweisend, thermoplastisches Matrixmaterial aufweisend, mittels Extrusion hergestellt, eine dünnwandige Ausbildung.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Flechtpultrusion zur Ausbildung des FMV-Hohlprofilgeflecht (25) Hybridrovings eingesetzt werden, die thermoplastische Fasern und/oder mit Thermoplastpulver beschichtete Fasern aufweisen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) oder zumindest das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) zumindest schichtweise und/oder abschnittsweise induktiv aufheizbar ausgebildet ist, wobei die induktive Aufheizbarkeit durch Verwendung zumindest eines Materials ausgewählt aus folgender Gruppe erreicht wird: durch magnetische, insbesondere ferromagnetische Nanopartikel, durch elektrisch leitfähige Fasern, durch Carbonfasern, durch metallische Fasern; wobei während der Konsolidierung das Erwärmen des FMV-FMV-Hybridbauteils (3) mittels induktiver Aufheizung durchgeführt wird, wobei vorzugsweise bei Verwendung von mehreren Materialien zumindest zwei Materialien eine unterschiedliche Curie-Temperatur aufweisen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) während der Herstellung zumindest abschnittsweise auf Luftlagern (39) gelagert wird.

6. Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils (3) gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils (3) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anlage zumindest eine Vorrichtung ausgewählt aus folgender Gruppe aufweist:

eine Extrusionsvorrichtung (5), mit der das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) hergestellt wird, eine Flechtvorrichtung (7), mittels der das FMV-Hohlprofilgeflecht (25) auf dem FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) abgelegt wird,

eine, insbesondere mitlaufende, Schneidvorrichtung (11), die als rotierendes Messer ausgebildet sein kann, mit dem das FMV-FMV-Hybridbauteil (3) abgelängt wird,

eine Konsolidierungsvorrichtung (9), vorzugsweise umfassend eine, zumindest zwei angetriebene Raupenbänder (33) aufweisende, Fördervorrichtung (17), und eine induktive Heizvorrichtung (13), mit der das FMV-FMV-Hybridbauteils (3) in zumindest einem Teilabschnitt (29) der Fördervorrichtung (17) erwärmt wird.

8. Anlage zur Herstellung eines FMV-FMV-Hybridbauteils (3), nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein in dem FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) angeordnetes Distanzrohr (19) vorgesehen ist, wobei das Distanzrohr (19) zumindest ein Fluidauslasselement (37) aufweist, mit dem während der Herstellung des FMV-FMV-Hybridbauteils (3) ein das FMV-Hohlprofilhalbzeug (21) lagerndes Luftlager (39) erzeugt wird.

9. FMV-FMV-Hybridbauteil hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und insbesondere mit einer Anlage (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8.

10. FMV-FMV-Hybridbauteil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das, insbesondere nach einer Innenhochdruckumformung endgeformte, FMV-FMV-Hybridbauteil (3) zumindest ein durch Umspritzung ausgebildetes FMV-Funktionselement (71) aufweist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

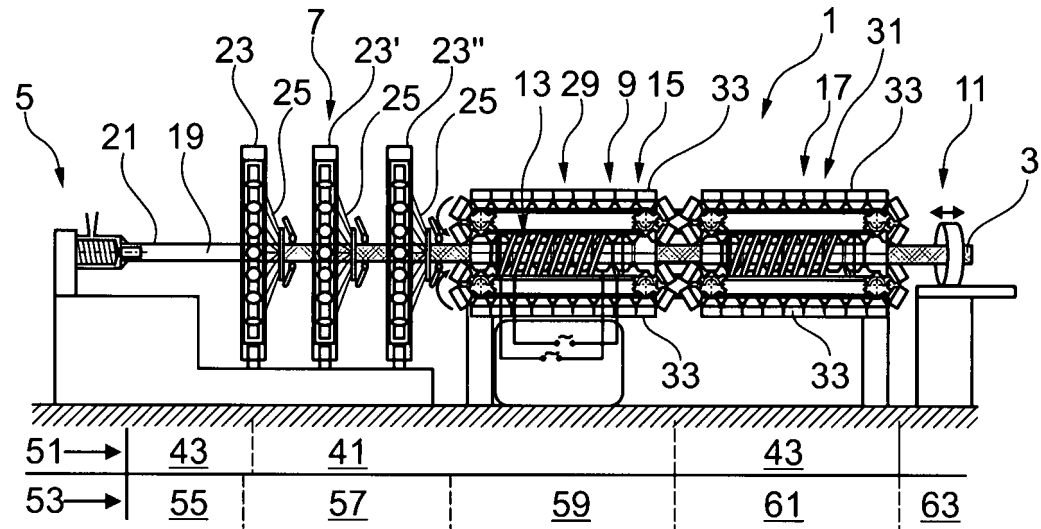


Fig. 1

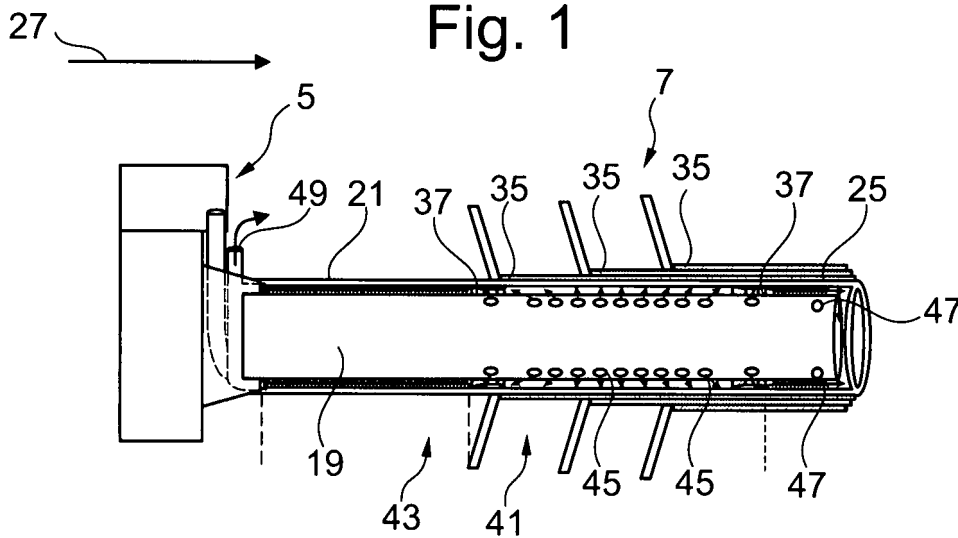


Fig. 2

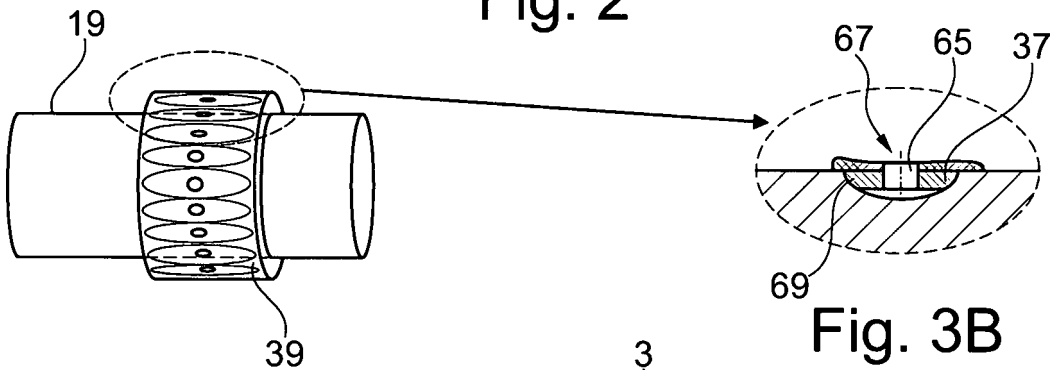


Fig. 3A

Fig. 3B

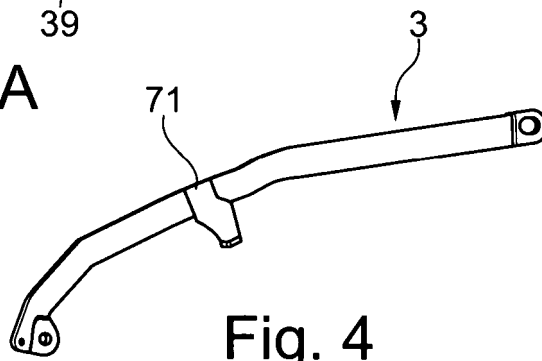


Fig. 4