



(10) **DE 10 2011 114 676 A1** 2012.10.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 114 676.1**

(22) Anmeldetag: **30.09.2011**

(43) Offenlegungstag: **25.10.2012**

(51) Int Cl.: **B29C 70/48 (2012.01)**  
**B29C 43/18 (2012.01)**

(71) Anmelder:

**Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

(72) Erfinder:

**Eipper, Konrad, Dipl.-Ing., 72108, Rottenburg, DE**

**DE 10 2009 028 100 A1**

**DE 10 2011 012 900 A1**

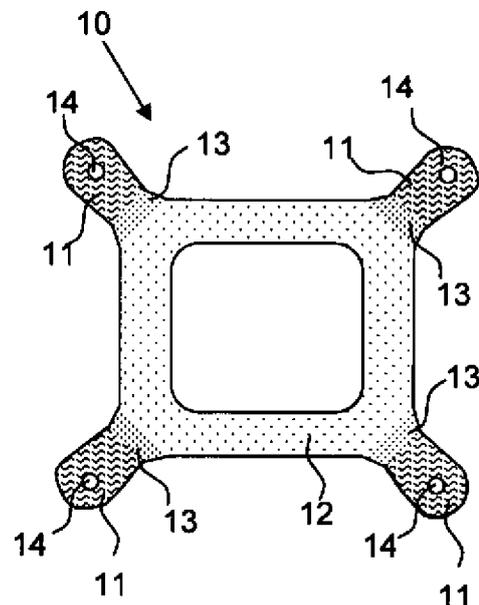
**WO 2010/ 040 359 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **FVK-Bauteil, Faser-Matrix-Halbzeug und Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) bereit, das zumindest eine Faserlage (10') umfasst, die in einem Verbund mit zumindest zwei Matrixmaterialien (7, 8) vorliegt, deren Zusammensetzungen sich unterscheiden und die zumindest zwei Bauteilbereiche (11, 12) mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften bereitstellen, wobei sich die Faserlage (10') über die Bauteilbereiche (11, 12) erstreckt. Dabei stellt eines der im Verbund mit der Faserlage (10') vorliegenden Matrixmaterialien (7, 8) Bauteilbereiche (11) mit im Vergleich zu den anderen Bauteilbereichen (12) erhöhter Flexibilität bereit. Das Matrixmaterial (7), das die flexibleren Bauteilbereiche (11) bereitstellt, weist eine Zusammensetzung mit einem Flexibilisator auf, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (8) unterscheidet, das die anderen Bauteilbereiche (12) ausbildet. Ferner werden Verfahren und ein Faser-Matrix-Halbzeug (5) zum Herstellen des faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils (10) sowie ein Verfahren zum Herstellen des Faser-Matrix-Halbzeugs (5) selbst offenbart.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil und Verfahren zum Herstellen desselben sowie ein Faser-Matrix-Halbzeug und dessen Herstellung.

**[0002]** Im Zuge der Leichtbauweise, insbesondere im Kraftfahrzeugbereich, werden zunehmend Verbundbauteile aus Verstärkungsfasern in polymerer Matrix, auch in Sandwichbauweise mit einem Kernmaterial von geringer Dichte, eingesetzt.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik ist die Herstellung von Verbund-Strukturbauteilen beispielsweise im RTM-Verfahren (Resin Transfer Moulding) bekannt, bei dem Fasern, Faserlagen oder Faserhalbzeuge (sogenannte Prewovens oder Preformen) in einen Formhohlraum des RTM-Werkzeugs eingelegt werden, in die ein aushärtbares polymeres Matrixmaterial eingespritzt wird, bei dem es sich häufig um duroplastische oder elastomere Reaktionsharze handelt, das aber auch eine thermoplastische Kunststoffschmelze sein kann. Dieses Matrixmaterial wird mittels Kolben von einer meist beheizten Vorkammer über Verteilerkanäle in den Formhohlraum eingespritzt, infiltriert das Fasermaterial und härtet je nach Matrixmaterial unter Wärmezufuhr und Druck aus. Um Lufteinschlüsse zu vermeiden kann die Kavität vor dem Einspritzen evakuiert werden.

**[0004]** Alternativ zu dem RTM-Prozess wird für die Herstellung von Verbund-Strukturbauteilen das SMC-Verfahren (Sheet-Moulding-Compound-Verfahren) eingesetzt. Dabei werden die Fertigungskomponenten Verstärkungsfasern und Matrixmaterial, etwa Glasfasern und ein Reaktionsharz, angelegt und in Form, etwa Platten- oder Folienform gebracht, um so ein Faser-Matrix-Halbzeug zu schaffen, das dann beispielsweise nach Zuschnitt durch Fließpressen zum fertigen Bauteil weiterverarbeitet werden kann. Entsprechend ergeben sich die Eigenschaften des fertigen Bauteils aus Matrixmaterial und Verstärkungsfasern, wobei gängige Matrixmaterialien duroplastische Reaktionsharze wie Polyester- oder Vinylesterharze sind, die üblicherweise mit Füllstoffen und Additiven versetzt werden. Zum Fließpressen wird das Faser-Matrix-Halbzeug in ein heizbares Presswerkzeug gegeben, um das Matrixmaterial des Faserhalbzeugs fließfähig zu machen, so dass es das Fasermaterial ideal durchdringen kann; ferner erfolgt im Presswerkzeug die Formgebung des mit dem Matrixmaterial imprägnierten Fasermaterials und das geformte Bauteil kann aus dem Presswerkzeug entformt werden, wenn das Matrixmaterial ausgehärtet ist. Das Faser-Matrix-Halbzeug kann als Additiv etwa ein Trennmittel aufweisen, das dazu vorgesehen ist, bei dem genannten Pressprozess in dem heißen Presswerkzeug an die Oberfläche des Halbzeugs zu

gelangen, um zu verhindern, dass das Matrixmaterial an den Werkzeugoberflächen der Presse anhaftet.

**[0005]** Aus der WO 2010/040359 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Polymerverbundbauteils durch Harzinfiltration bekannt, bei dem die Harzeigenschaften für verschiedene Bauteilbereiche modifiziert werden. Bei dem Bauteil handelt es sich insbesondere um eine Windturbinenschaufel, deren Fußende hinsichtlich seiner mechanischen Eigenschaften wie Bruchzähigkeit, Rissausbreitungsgeschwindigkeit und Steifigkeit optimiert ist. Das Verfahren umfasst die Anordnung eines Verstärkungsmaterials wie Faserlagen in einem Formhohlraum, der Harzeinlässe für zwei unterschiedliche Harze hat, die unterschiedliche mechanische Eigenschaften nach dem Aushärten aufweisen. Das Verfahren umfasst ferner das gleichzeitige Zuführen beider Harze in unterschiedliche Bereiche des Formhohlraums über die jeweiligen Einlässe und das Überführen der Harze in das Verstärkungsmaterial, so dass sich die Harze zumindest teilweise in einem dritten Bereich des Formhohlraums mischen.

**[0006]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil, insbesondere ein faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, das Bereiche mit unterschiedlichen Schwingungseigenschaften zur Verbesserung des NVH-Verhaltens des Bauteils aufweist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Eine weitere Aufgabe besteht darin, die Herstellung eines solchen Kunststoffverbundbauteils zu ermöglichen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

**[0010]** Ferner wird ein Faser-Matrix-Halbzeug zum Herstellen des faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 8, ein Verfahren zur Herstellung des Faser-Matrix-Halbzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und ein Verfahren zur Herstellung des faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 10 offenbart.

**[0011]** Weiterbildungen der Gegenstände und der Verfahren zu deren Herstellung sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

**[0012]** Eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils umfasst eine oder mehrere Faserlagen, die in einem Verbund mit zumindest zwei Matrixmaterial-

lien vorliegen. Diese Matrixmaterialien weisen unterschiedliche Zusammensetzungen auf und bilden zumindest zwei Bauteilbereiche mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften aus, wobei sich die Faserlage kontinuierlich über sämtliche Bauteilbereiche erstreckt. Unterschiedliche NVH-Eigenschaften (Eigenschaften, die „noise“, „vibration“, „harshness“ betreffen) innerhalb des Bauteils werden dadurch geschaffen, dass eines der im Verbund mit der Faserlage vorliegenden Matrixmaterialien Bauteilbereiche mit im Vergleich zu den anderen Bauteilbereichen erhöhter Flexibilität bereitstellt, indem das die flexibleren Bauteilbereiche bereitstellende Matrixmaterial eine Zusammensetzung mit einem Flexibilisator aufweist, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials unterscheidet, das die Bauteilbereiche ausbildet. Durch den Flexibilisator werden auf molekularer Ebene die starren Strukturen der ausgehärteten Matrix aufgelockert, so dass die NVH-Eigenschaften innerhalb des Bauteils gezielt gesteuert werden können. Das NVH-Verhalten bezeichnet sowohl die als Geräusch hörbare als auch die als Vibrationen spürbaren Schwingungen im Kraftfahrzeug. Schwingungen im Kraftfahrzeug entstehen durch lokale Krafteinleitung einer Schwingungsquelle in schwingungsübertragenden Strukturen und Bauteilen. Die erfindungsgemäßen NVH-Bauteilstrukturen dienen im Kraftfahrzeug der Schwingungsdämpfung, etwa zur Reduktion der in die Fahrgastzelle übertragenen Schwingungen.

**[0013]** Die für das Bauteil verwendeten unterschiedlichen Matrixmaterialien ermöglichen also die gezielte Änderung der NVH-Eigenschaften in bestimmten Bauteilbereichen. Generell ist es denkbar, dass beiden Matrixmaterialien eine gemeinsame Zusammensetzung zugrunde liegt, und dem Matrixmaterial für die flexibleren Bauteilbereiche zusätzlich der Flexibilisator zugemischt wurde. Andererseits können auch beide Matrixmaterialien einen Flexibilisator, allerdings in unterschiedlichen Mengenanteilen enthalten, oder die Matrixmaterialien umfassen unterschiedliche Flexibilisatoren. So können sich die Zusammensetzungen der Matrixmaterialien hinsichtlich der Art und/oder der Menge des Flexibilisators unterscheiden.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Flexibilisator ein reaktiver Flexibilisator, der insbesondere ein langkettiges, lineares Epoxidharz aus einer Gruppe ist, die Polypropylenoxid-Diglycidylether oder Polypropylenglycol-Diglycidylether umfasst. Ein üblicherweise zur Herstellung verwendetes Matrixmaterial härtet spröde aus. Der reaktive Flexibilisator wirkt auf molekularer Ebene als Weichmacher und lockert durch seine längeren Ketten die andernfalls starren Matrixstrukturen auf. Der Anteil des Flexibilisators in der Zusammensetzung

des Matrixmaterials kann sehr hoch sein und beispielsweise bis zu 50% betragen.

**[0015]** Selbstverständlich können sich die Zusammensetzungen der Matrixmaterialien auch in anderen Komponenten etwa hinsichtlich der Art und/oder der Menge an Füllstoffen unterscheiden. Auch durch die Art und Menge der den Matrixmaterialien zugesetzten Füllstoffe lässt sich Flexibilität und damit die NVH-Eigenschaften der verschiedenen Bauteile beeinflussen. Die Matrixmaterialien sollen zumindest teilweise miteinander mischbar sein, so dass sich im Übergang zwischen den Bauteilbereichen eine Grenzzone aus einem Gemisch der zumindest zwei Matrixmaterialien bildet, so dass insgesamt eine stetige Matrix im Bauteil ohne scharfe Grenzen zwischen den unterschiedlichen Matrixmaterialien vorliegt.

**[0016]** Die durch das Flexibilisator haltige Matrixmaterial gebildeten flexibleren Bereiche können schwingungsgefährdete Bauteilbereiche, die einen Resonanzkörper darstellen, und/oder Anbindungsstellen des Kunststoffverbundbauteils sein, die erhöhter Kraft- und/oder Schwingungseinleitung ausgesetzt sind. Solche Anbindungsstellen können insbesondere auch Öffnungen, Inserts und/oder Faserstrukturen umfassen, die die Anbindung des Bauteils an ein anderes ermöglichen. Dadurch werden ferner die Betriebsfestigkeitseigenschaften des Bauteils verbessert.

**[0017]** Um das erfindungsgemäße faserverstärkte Kunststoffverbundbauteil gemäß einer Verfahrensvariante in einem RTM-Prozess herzustellen, wird ein Formwerkzeug verwendet, das einen der Form des Kunststoffverbundbauteils entsprechenden Formhohlraum aufweist, in den die Faserlage(n) eingelegt wird/werden. In den Formhohlraum wird an zumindest einer Stelle, vorzugsweise jedoch an mehreren Stellen, die in einen Bereich des Formhohlraums münden, der zum Ausbilden eines flexiblen Bauteilbereichs vorgesehen ist, ein ungehärtetes Matrixmaterial, das den Flexibilisator enthält, injiziert, und die Faserlage(n) wird/werden in dem entsprechenden Bauteilbereich imprägniert. An zumindest einer weiteren Stelle, die in einen Bereich des Formhohlraums mündet, der zum Ausbilden eines weniger flexiblen Bauteilbereichs vorgesehen ist, wird das ungehärtete Matrixmaterial, dessen Zusammensetzung sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des ersten Matrixmaterials unterscheidet, injiziert und die Faserlage wiederum in dem entsprechenden Bauteilbereich imprägniert. Mit dem Aushärten Lassen der Matrixmaterialien wird das Kunststoffverbundbauteil, das flexiblere Bauteilbereiche aufweist, erhalten und kann entformt werden, wobei sich die Flexibilität des flexiblen Bauteilbereichs durch das Flexibilisator haltige Matrixmaterial ergibt.

**[0018]** Die an den verschiedenen Stellen zur Ausbildung der unterschiedlichen Bauteilbereiche injizierten Matrixmaterialien durchtränken die Faserlagen und fließen in der Grenzzone zwischen den Bauteilbereichen zu einem Gemisch ineinander, und gestatten somit einen kontinuierlichen Übergang zwischen den flexibleren und den weniger flexiblen Bauteilbereichen.

**[0019]** Ein erfindungsgemäßes Faser-Matrix-Halbzeug, das zum Herstellen eines erfindungsgemäßen faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils verwendet werden kann, besteht aus zumindest einer Faserlage und zumindest einem aushärtbaren Matrixmaterial. Um wenigstens zwei Bauteilbereiche mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften auszubilden, weist das Faser-Matrix-Halbzeug zumindest zwei Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte auf, von denen die Abschnitte, die zur Ausbildung der flexibleren Bereiche vorgesehen sind, ein Matrixmaterial aufweisen, eine Zusammensetzung mit einem Flexibilisator aufweisen, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials unterscheidet, das die anderen Matrix-Halbzeug-Abschnitte mit einer geringeren Flexibilität ausbildet.

**[0020]** Ein solches Halbzeug kann erzeugt werden, indem zunächst zumindest zwei Teige aus Verstärkungsfasern und jeweils einem Matrixmaterial hergestellt werden, wobei sich die zwei Teige hinsichtlich des Flexibilisators unterscheiden. Die Teige werden angrenzend zur Ausbildung der zumindest zwei Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte angeordnet und zu dem Faser-Matrix-Halbzeug pressgeformt. Unter dem Begriff Teig sind auch die üblichen Massen für Bulk Molding Compounds (BMC) oder Sheet Moldind Compounds (SMC) zu verstehen.

**[0021]** Die Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils aus dem Faser-Matrix-Halbzeug umfasst dann das Zuschneiden des Faser-Matrix-Halbzeugs und Einlegen in ein Fließpresswerkzeug, so dass die Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte in den Abschnitten des Fließpresswerkzeugs angeordnet werden, die zur Ausbildung der entsprechenden Bauteilbereiche vorgesehen sind. Sodann kann das Faser-Matrix-Halbzeug in dem Fließpresswerkzeug zu dem Kunststoffverbundbauteil geformt werden, indem die Matrixmaterialien aushärten Gelassen werden, wobei die Bauteilbereiche mit dem ausgehärteten Flexibilisator haltigen Matrixmaterial die flexibleren Bereiche des Kunststoffverbundbauteils bildet.

**[0022]** Diese und weitere Vorteile werden durch die nachfolgende Beschreibung unter Bezug auf die begleitenden Figuren dargelegt. Der Bezug auf die Figuren in der Beschreibung dient der Unterstützung der Beschreibung und dem erleichterten Verständnis des

Gegenstands. Die Figuren sind lediglich eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0023]** Dabei zeigt:

**[0024]** [Fig. 1](#) eine schematische Seitenschnittansicht eines RTM-Werkzeugs zur Herstellung des erfindungsgemäßen faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils,

**[0025]** [Fig. 2](#) eine schematische Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil,

**[0026]** [Fig. 3](#) eine schematische Draufsicht auf ein weiteres erfindungsgemäßes faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil,

**[0027]** [Fig. 4](#) eine schematische Seitenschnittansicht auf ein weiteres erfindungsgemäßes faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil,

**[0028]** [Fig. 5](#) eine schematische Draufsicht auf ein Faser-Matrix-Halbzeug mit unterschiedlichen Abschnitten.

**[0029]** Bei dem erfindungsgemäßen faserverstärkten Kunststoffverbundbauteil sind die Bauteileigenschaften in verschiedenen Bauteilbereichen innerhalb des Kunststoffverbundbauteils gezielt modifiziert, so dass das Bauteil bedarfsgerecht und Lastfall orientiert ausgelegt ist. Um gezielt unterschiedliche Eigenschaften innerhalb des Bauteils zu erhalten, kann beispielsweise ein Injektionsverfahren mit mehreren Angüssen verwendet werden, in welche unterschiedliche Matrixwerkstoffe injiziert werden, die so ausgelegt sind, dass sie sich im Zusammenfluss über einen gewissen Bereich vermischen können und sich verbinden.

**[0030]** Ein erfindungsgemäßes Kunststoffverbundbauteil **10**, wie in [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) dargestellt, zeichnet sich durch zumindest zwei Bauteilbereiche **11**, **12** mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften aus, wobei sich eine oder mehrere Faserlagen **10'** (als Fasereinleger **10'** in [Fig. 1](#) zu sehen) über sämtliche Bauteilbereiche **11**, **12** erstrecken. Die Faserlage **10'** liegt im fertigen Kunststoffverbundbauteil im Verbund mit den Matrixmaterialien **7**, **8** vor. Das Kunststoffverbundbauteil **10** hat mehrere Bauteilbereiche **11** (in [Fig. 2](#) sind zwei Bauteilbereiche **11** zu sehen, in [Fig. 3](#) sind es vier Bauteilbereiche **11**), die dadurch, dass dort ein Flexibilisator haltiges Matrixmaterial **7** vorliegt, einen im Vergleich zu anderen Bauteilbereichen **12** flexibleren Bauteilbereich **11** bilden, wodurch das NVH-Verhalten des Kunststoffverbundbauteils **10** gezielt gesteuert und verbessert werden kann, und damit auch die Betriebsfestigkeit des Bauteils **10**.

**[0031]** Die flexibleren Bereiche **11** werden innerhalb des Bauteils **10** insbesondere dort erzeugt, wo Kraft- bzw. Schwingungseinleitungen bestehen, wie an den Verbindungs- bzw. Anbindungsstellen **14** zu anderen Bauteilen. Alternativ oder zusätzlich können Bauteilbereiche, die schwingungsgefährdet sind und beispielsweise einen Resonanzkörper darstellen, durch den Einsatz des Flexibilisator haltigen Matrixmaterials **7** flexibler ausgebildet werden.

**[0032]** Im erfindungsgemäßen Kunststoffverbundbauteil **10** erstreckt sich die Faserverstärkung über das gesamte Bauteil **10**, sowohl in den flexibleren Bereichen **11** als auch in den übrigen Bauteilbereichen **12**. Die dargestellten flexibleren Bauteilbereiche **11** sind um die Anbindungsstellen **14** des Bauteils **10** lokalisiert, die beispielsweise der Verbindung des Bauteils mit einer Fahrzeugkarosserie dienen.

**[0033]** Als Faserlage(n) **10'** kommen Faseranordnungen wie Fasermatten, Gewebe, Geflechte, Gestricke oder Vliese, die aus Einzelfasern, Rovings oder Faserbändern bestehen, in Frage. Dabei kann es sich auch um Hybridfasern oder Hybridfaseranordnungen aus verschiedenen Fasermaterialien handeln. Bei den Fasermaterialien kann es sich um die üblichen Verstärkungsfasern aus Glas, Carbon und Polymer, beispielsweise Thermoplasten wie Polyamid, insbesondere Aramid handeln, aber auch Basalt-, Keramik-, Metall- oder Naturfasern kommen in Frage. Die Fasern können beispielsweise unidirektional oder wechselseitig gewinkelt angeordnet sein.

**[0034]** Zur Ausbildung der Matrix in dem Bauteil **10** können für die Bauteilbereiche **11**, **12** Matrixmaterialien eingesetzt werden, die sich lediglich hinsichtlich Art und/oder Menge des Flexibilisators oder aber auch hinsichtlich weiterer Komponenten unterscheiden und die den gebildeten Bereichen **11**, **12** die unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften verleihen. Vor allem, wenn sich die Matrixmaterialien nicht nur in Bezug auf den Flexibilisator unterscheiden, ist auf eine gewisse Mischbarkeit der unterschiedlichen Matrixmaterialien zu achten, so dass sich die unterschiedlichen Matrixmaterialien in den Grenzonen **13** zwischen den Bauteilbereichen **11**, **12** miteinander vermischen und einen stetigen Übergang der Matrix und damit der Eigenschaften zwischen den Bauteilbereichen **11**, **12** zu gestatten.

**[0035]** Bevorzugt wird als Flexibilisator ein reaktiver Flexibilisator eingesetzt, der insbesondere ein langkettiges, lineares Epoxidharz wie ein Polypropylenoxid-Diglycidylether oder Polypropylenglycol-Diglycidylether ist. Ferner kann die Flexibilität durch die Art und/oder Menge eines zugesetzten Füllstoffs variiert werden.

**[0036]** Schließlich können grundsätzlich auch mehr als zwei Matrixmaterialien zur Ausbildung von zu-

mindest drei Bauteilbereichen mit unterschiedlichen NVH-Eigenschaften eingesetzt werden. Werden drei oder mehr verschiedene Matrixmaterialien eingesetzt, ist dann auch eine Grenzzone denkbar, die nicht zwischen zwei Bereichen liegt, sondern auch an dem Zusammentreffen dreier Bereiche entstehen kann. Hier weist dann die Grenzzone ein Gemisch aller drei Matrixmaterialien auf.

**[0037]** Die Herstellung eines solchen Bauteils **10** lässt sich mit einem RTM-Werkzeug **20** mit mehreren Angüssen realisieren, wie es in [Fig. 1](#) skizziert ist. In den zwischen der schließseitigen und angussseitigen Werkzeughälfte **21**, **22** vorliegenden Formhohlraum **24** münden daher die Injektionsvorrichtungen **23** für die unterschiedlichen Matrixmaterialien **7**, **8** an den Stellen **23a**, **23b**. Die Injektionsstellen **23a**, **23b** liegen jeweils innerhalb eines Abschnitts des Formhohlraums **24**, der jeweils zur Ausbildung der entsprechenden Bauteilbereiche **11**, **12** vorgesehen ist. Nachdem der Fasereinleger **10'** in den Formhohlraum **24** des RTM-Werkzeugs **20** eingelegt wurde, wird dann das Flexibilisator haltige Matrixmaterial **7**, das zur Ausbildung der Bauteilbereiche **11** ausgewählt ist, von den Injektionsvorrichtungen **23** an den bestimmten Stellen **23a** in den Formhohlraum **24** eingespritzt und gleichzeitig wird das sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von dem Matrixmaterial **7** unterscheidende Matrixmaterial **8**, das zur Ausbildung des Bauteilbereichs **12** mit geringerer Flexibilität ausgewählt ist, von der Injektionsvorrichtung **23** an der bestimmten Stelle **23b** injiziert. Der Fasereinleger **10'** wird in den Bauteilbereichen **11**, **12** mit dem jeweiligen Matrixmaterial **7**, **8** imprägniert, wobei die Matrixmaterialien **7**, **8** in den Grenzonen **13** zwischen den Bauteilbereichen **11**, **12** zusammenfließen, sich mischen und miteinander verbinden.

**[0038]** Nach dem Aushärten der Matrixmaterialien **7**, **8** ist das einstückige Verbundbauteil **10** mit den flexibleren Bauteilbereichen **11** und dem weniger flexiblen Bauteilbereich **12** fertig gestellt. Natürlich können auf die genannte Weise einstückige Bauteile mit noch mehr Bauteilbereichen geschaffen werden.

**[0039]** Werden als Matrixmaterialien Harzsysteme verwendet, so wird zum Aushärten die Temperatur in dem Formhohlraum **24** erhöht, wozu das Werkzeug **20** eine Heizeinrichtung **26** aufweisen kann, und Druck auf die imprägnierte Faseranordnung **10'** ausübt, indem entsprechende, Pressdruck erzeugende, Mittel der schließseitigen Werkzeughälfte **21** aktiviert werden.

**[0040]** Generell kann zur Verminderung von ungewollten Luft einschüssen, auch abhängig von der gewählten Injektionsart, der Formhohlraum **24** nach dem Einlegen der Faseranordnung **10'** und Schließen der Werkzeughälften **21**, **22** vor der Injektion der Matrixmaterialien **7**, **8** evakuiert werden. Dazu weist

das Werkzeug **20** einen Entlüftungskanal **25** aus dem Formhohlraum **24** auf, der zu einer Vakuumpumpe **25a** verläuft.

**[0041]** Die Matrixmaterialien können neben dem Flexibilisator und einem vernetzungsfähigen Harz weitere Weichmacher, Füllstoffe, insbesondere mineralische Füllstoffe sowie Reaktionsmittel, Vernetzungsmittel, Additive zur Schwundreduktion, Inhibitoren, inerte Trennmittel, Farbstoffe, Flammschutzmittel, leitende Zusatzstoffe und Stabilisatoren umfassen.

**[0042]** Generell werden in RTM-Verfahren Harze bzw. Harzsysteme als zu injizierende Matrixmaterialien verwendet, die eine niedrige Viskosität besitzen, um den Strömungswiderstand beim Durchströmen der Form und der Faseranordnung gering zu halten, so dass kleinere Druckdifferenzen zum Füllen erforderlich sind. Üblicherweise bestehen Reaktionsharze für RTM-Verfahren, die als spezielle Injektionsharze angeboten werden, aus einer Harz- und Härterkomponente. Harzsysteme mit geringer Reaktivität können bereits vor der Injektion gemischt werden.

**[0043]** Zwar werden RTM-Verfahren üblicherweise mit Harzen als Matrixmaterialien durchgeführt, im Sinne der Erfindung sind aber auch thermoplastische Kunststoffe als Matrixmaterialien denkbar, die dann in geschmolzener Form mittels einer Extrudier Vorrichtung in die Kavität mit dem Fasereinleger eingespritzt werden. Die Thermoplastschmelze, die die Matrix **7** in den zur Ausbildung der flexibleren Bereiche **11** vorgesehenen Abschnitten bildet, umfasst dann einen entsprechend geeigneten Flexibilisator. Das Werkzeug kann für einen definierten Erstarrungsvorgang neben Heizeinrichtungen auch Kühleinrichtungen aufweisen. Generell können aber auch Werkzeuge zur Harzinjektion mit Kühleinrichtungen ausgestattet sein.

**[0044]** Die [Fig. 5](#) zeigt ein Faser-Matrix-Halbzeug **5**, das aus einer Lage Verstärkungsfasern **10'** in aushärtbaren Matrixmaterialien **7, 8** besteht. Bei derartigen als Sheet Molding Compounds (SMC) bezeichneten Faser-Matrix-Halbzeugen **5** handelt es sich um plattenförmige teigartige Pressmassen in Folienform, in denen die mit dem ungehärteten Matrixmaterial vermischten Verstärkungsfasern beispielsweise mittels Heißpressen verarbeitungsfertig vorliegen. Die Verstärkungsfasern liegen hier meist in Matten-, seltener in Gewebeform mit typischen Faserlängen zwischen 25 und 50 mm vor. Beim Pressen des SMCs zu dem fertigen Bauteil können auch Befestigungselemente in die Pressform eingelegt werden, wodurch SMCs besonders wirtschaftlich sind. Füllstoffe in den Matrixmaterialien dienen der Kosten- und der weiteren Gewichtsreduktion.

**[0045]** Die unterschiedlichen ungehärteten Matrixmaterialien **7, 8** bilden im gezeigten Fall die Faser-

Matrix-Halbzeug-Abschnitte **1, 2** aus. An den Grenzen zwischen den Abschnitten **1, 2** wird durch die Gemische **4** der mischbaren Matrixmaterialien **7, 8** jeweils die Grenz- bzw. Übergangzone **13** ausgebildet. Die Abschnitte **1** des Faser-Matrix-Halbzeugs **5**, die die flexibleren Bereiche **11** des aus dem Halbzeug **5** zu fertigenden Bauteils **10** bilden sollen, weist das Matrixmaterial **7** mit der Flexibilisator haltigen Zusammensetzung auf. Wie bereits erwähnt, kann das Matrixmaterial **8** der weniger flexiblen Abschnitte **2** bis auf den Flexibilisator dem Matrixmaterial **7** entsprechen, so dass eine gute Mischbarkeit in der Übergangzone **13** gewährleistet ist.

**[0046]** Ein aus dem Faser-Matrix-Halbzeug **5** beispielsweise in einem Fließpresswerkzeug erzeugtes Bauteil **10** kann so mit dem oder den flexibleren Bereichen **11** und den festeren Bereichen **12** bedarfsangepasst gestaltet werden. Auch im fertigen Bauteil **10** liegen dann in den Übergangszonen **13** Gemische **4** aus den Matrixmaterialien **7, 8** in aneinander angrenzenden Bauteilbereichen vor, die den Abschnitten **1, 2** des Faser-Matrix-Halbzeugs **5** entsprechen.

**[0047]** Es sind auch hier Bauteile denkbar, die aus dem Halbzeug geschaffen werden, bei denen drei oder mehr Bauteilbereiche mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften vorliegen. Dazu können dann auch entsprechend drei verschiedene Matrixharze eingesetzt werden. Auch hier kann dann eine Grenzzone bei dem Zusammentreffen dreier Bereiche entstehen, so dass in dieser Grenzzone ein Gemisch aller drei Matrixharze vorliegt.

**[0048]** Um das erfindungsgemäße Faser-Matrix-Halbzeug **5**, das in den Abschnitten **1, 2** Matrixmaterialien **7, 8** vorsieht, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators unterscheiden, herzustellen, werden zwei (oder gegebenenfalls auch mehr) Teige aus Verstärkungsfasern **10'** und jeweils einem der Matrixmaterialien **7, 8** hergestellt, so dass sich die zwei Teige zumindest hinsichtlich der Art und/oder Menge des Flexibilisators, den das Matrixmaterial **7** enthält, unterscheiden. Um das Faser-Matrix-Halbzeug **5** als plattenförmige Pressmasse in Folienform zu erhalten, werden die Teige aneinandergrenzend angeordnet. Die entsprechend der gewünschten Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte **1, 2** angeordneten Teige werden dann zur Ausbildung des Faser-Matrix-Halbzeugs **5** meist in Folienform gepresst. Denkbar ist hier aber auch das Formpressen in eine andere bauteilnahe, beispielsweise profilierte Form.

**[0049]** Zur Herstellung des faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils **10** aus dem Faser-Matrix-Halbzeug **5** wird dieses zunächst entsprechend zugeschnitten und in ein Fließpresswerkzeug eingelegt, so dass die Abschnitte **1** des Halbzeugs mit dem Flexibilisator haltigen Matrixmaterial **7** in den Abschnitten des Fließpresswerkzeugs zu liegen kommen, die

zur Ausbildung der flexibleren Bauteilbereiche **11** vorgesehen sind. Dort findet dann unter Temperaturebeaufschlagung, um das Matrixmaterial fließfähig zu machen, die Formgebung zum Bauteil und das Aushärten zu dem fertigen faserverstärkten Kunststoffverbundbauteil **10** statt. Der oder die Abschnitte **1** des Halbzeugs **5**, die das Matrixmaterial **7** mit dem Flexibilisator aufweisen, werden so zu dem oder den flexibleren Bauteilbereichen **11** des Bauteils **10** ausgebildet.

**[0050]** Das in beiden Herstellungsvarianten nach dem Aushärten Lassen des oder der Matrixmaterialien **7, 8** erhaltene Kunststoffverbundbauteil **10**, das neben den flexibleren Bauteilbereichen **11** einen oder mehrere Bauteilbereiche **12** mit geringerer Flexibilität aufweist, hat ein gezielt eingestelltes NVH-Verhalten. Anbindungsstellen und schwingungsgefährdete Stellen eines Bauteils können damit sowohl hinsichtlich der Betriebsfestigkeit als auch hinsichtlich der hör- und/oder fühlbaren Schwingungsübertragung optimiert werden.

**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**

- WO 2010/040359 A1 [\[0005\]](#)

## Patentansprüche

1. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10), das zumindest eine Faserlage (10') umfasst, die in einem Verbund mit zumindest zwei Matrixmaterialien (7, 8) vorliegt, deren Zusammensetzungen sich unterscheiden und die zumindest zwei Bauteilbereiche (11, 12) mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften bereitstellen, wobei sich die zumindest eine Faserlage (10') kontinuierlich über die Bauteilbereiche (11, 12) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines der im Verbund mit der Faserlage (10') vorliegenden Matrixmaterialien (7, 8) Bauteilbereiche (11) mit im Vergleich zu den anderen Bauteilbereichen (12) erhöhter Flexibilität bereitstellt, und wobei das Matrixmaterial (7), das die flexibleren Bauteilbereiche (11) bereitstellt, eine Zusammensetzung mit einem Flexibilisator aufweist, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (8) unterscheidet, das die anderen Bauteilbereiche (12) ausbildet.

2. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Zusammensetzung des Matrixmaterials (7) hinsichtlich der Art und/oder der Menge des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (8) unterscheidet.

3. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Flexibilisator ein reaktiver Flexibilisator ist, der insbesondere ein langkettiges, lineares Epoxidharz aus einer Gruppe umfassend Polypropylenoxid-Diglycidylether oder Polypropylen glycol-Diglycidylether ist.

4. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung des Matrixmaterials (7) sich hinsichtlich der Art und/oder der Menge an Füllstoffen von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (8) unterscheidet.

5. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die flexiblen Bereiche (11) schwingungsgefährdete Bauteilbereiche sind und/oder Anbindungsstellen (14) des Kunststoffverbundbauteils (10) mit erhöhter Kraft- und/oder Schwingungseinleitung umfassen, wobei die Anbindungsstellen (14) Öffnungen, Inserts und/oder Faserstrukturen umfassen.

6. Faserverstärktes Kunststoffverbundbauteil (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen Matrixmaterialien (7, 8) zumindest teilweise miteinander vermischt in einer Grenzzone (13) zwischen den Bauteilbereichen (11, 12) vorliegen.

7. Verfahren zum Herstellen eines faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen eines Formwerkzeugs (20) mit einem Formhohlraum (24) entsprechend einer Form des Kunststoffverbundbauteils (10) und Einlegen der zumindest einen Faserlage (10') in den Formhohlraum (24),
- Injizieren des Flexibilisator haltigen Matrixmaterials (7) an zumindest einer Stelle (23a), die in einen Bereich des Formhohlraums (24) mündet, der zum Ausbilden eines flexiblen Bauteilbereichs (11) vorgesehen ist, und Imprägnieren der Faserlage (10') in dem Bauteilbereich (11) mit dem Flexibilisator haltigen Matrixmaterial (7),
- Injizieren eines zweiten Matrixmaterials (8), dessen Zusammensetzung sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (7) unterscheidet, an zumindest einer zweiten Stelle (23b), die in einen Bereich des Formhohlraums (24) mündet, der zum Ausbilden eines Bauteilbereichs (12) vorgesehen ist, und Imprägnieren der Faserlage (10') in dem Bauteilbereich (12) mit dem zweiten Matrixmaterial (8),
- aushärten Lassen der Matrixmaterialien (7, 8) und Erhalten des Kunststoffverbundbauteils (10), wobei die Flexibilität des flexiblen Bauteilbereichs (11) durch das Flexibilisator haltige Matrixmaterial (8) bereitgestellt wird.

8. Faser-Matrix-Halbzeug (5) zum Herstellen eines faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Faser-Matrix-Halbzeug (5) aus zumindest einer Faserlage (10') und zumindest zwei unterschiedlichen aushärtbaren Matrixmaterialien (7, 8) besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das Faser-Matrix-Halbzeug (5) zur Ausbildung der Bauteilbereiche (11, 12) mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften zumindest zwei Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte (1, 2) aufweist, von denen erste Abschnitte (1), die zur Ausbildung der flexibleren Bereiche (11) vorgesehen sind, ein Matrixmaterial (7) aufweisen, das eine Zusammensetzung mit einem Flexibilisator aufweist, die sich zumindest hinsichtlich des Flexibilisators von der Zusammensetzung des Matrixmaterials (8) unterscheidet, das die anderen Matrix-Halbzeug-Abschnitte (2) ausbildet.

9. Verfahren zum Herstellen eines Faser-Matrix-Halbzeugs (5) nach Anspruch 8, umfassend die Schritte:

- Herstellen von zumindest zwei Teigen aus Verstärkungsfasern (10') und jeweils einem Matrixmaterial (7, 8), wobei sich die zwei Teige hinsichtlich des Flexibilisators unterscheiden,
- Anordnen der zumindest zwei Teige aneinander angrenzend zur Ausbildung der zumindest zwei Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitte (1, 2) und Pressformen

der angrenzend angeordneten Teige zu dem Faser-Matrix-Halbzeug (5).

10. Verfahren zum Herstellen eines faserverstärkten Kunststoffverbundbauteils (10) unter Verwendung des Faser-Matrix-Halbzeugs (5) nach Anspruch 8,

umfassend die Schritte:

- Zuschneiden des Faser-Matrix-Halbzeugs (5) und Einlegen in ein Fliesspresswerkzeug mit den Faser-Matrix-Halbzeug-Abschnitten (1, 2) in entsprechenden zum Ausbilden der Bauteilbereiche (11, 12) vorgesehenen Abschnitten des Fliesspresswerkzeugs,
- Formen des Faser-Matrix-Halbzeugs (5) in dem Fliesspresswerkzeug zu dem Kunststoffverbundbauteil (10), dabei
- aushärten Lassen der Matrixmaterialien (7, 8), wobei der Bauteilbereich (11, 12) mit dem ausgehärteten Flexibilisator haltigen Matrixmaterial (7) die flexibleren Bereiche (11) des Kunststoffverbundbauteils (10) bildet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

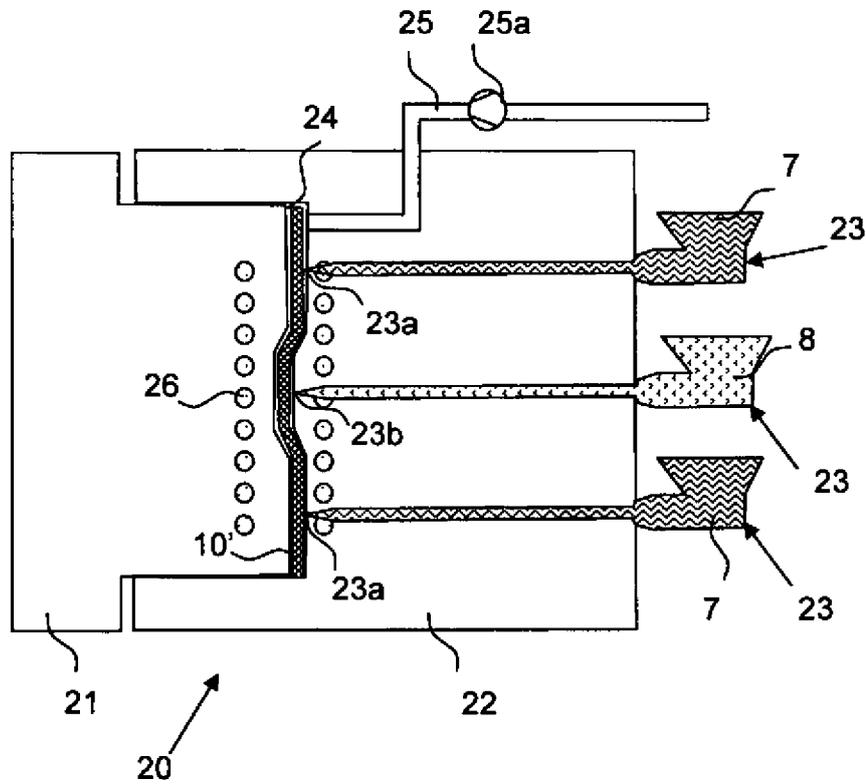


Fig. 2

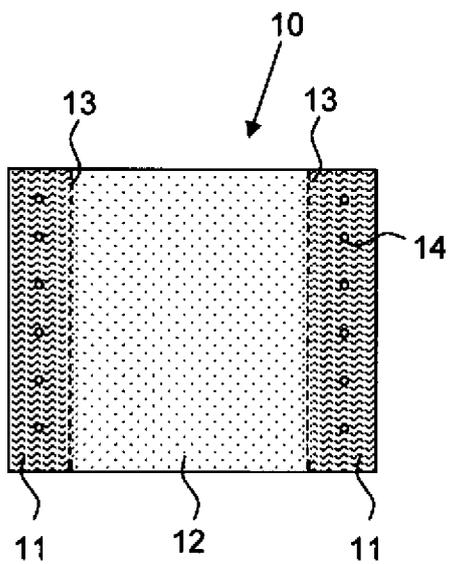


Fig. 3

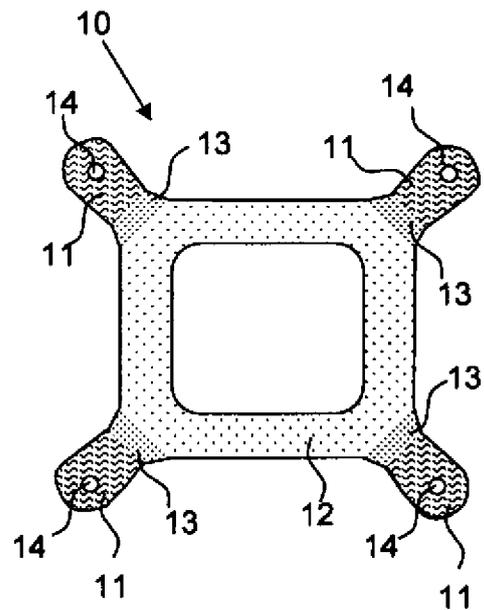


Fig. 4

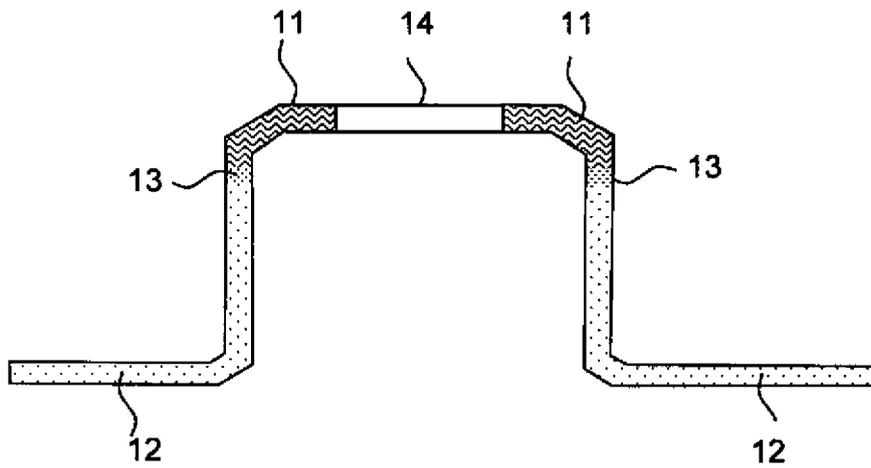


Fig. 5

