



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 115 730.5**

(22) Anmeldetag: **11.10.2011**

(43) Offenlegungstag: **11.04.2013**

(51) Int Cl.: **B29C 51/00 (2011.01)**

B29C 51/14 (2011.01)

B29C 70/28 (2011.01)

D04H 13/00 (2011.01)

(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Brymerski, Wojciech, Dipl.-Ing., 22085, Hamburg, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

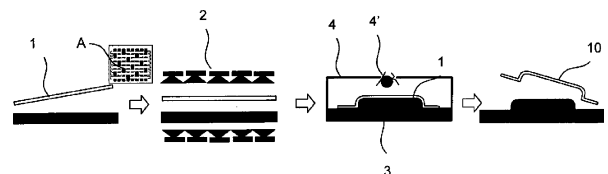
(54) Bezeichnung: **Thermoplastisches dreidimensional geformtes Faser-Halbzeug und Verfahren zur Umformung von thermoplastischen Faserhalbzeugplatten**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Umformung von thermoplastischen Faserhalbzeugplatten (1, 1') mit orientierten Fasern zu dreidimensional geformten thermoplastischen Halbzeugen (10, 10') mit definierten Orientierungsgraden bereit. Das Verfahren umfasst die Schritte:

– Erwärmen einer Faserhalbzeugplatte (1) durch eine Heizvorrichtung (2) auf eine Temperatur unterhalb einer Erweichungstemperatur des Thermoplasten,

– Positionieren der Faserhalbzeugplatte (1) auf einem Formmodul (3), das die dreidimensionale Form abbildet, in einer Formkammer (4) derart, dass die Faserhalbzeugplatte (1) mit ihrer Faserorientierung entsprechend einer für das dreidimensional geformte Halbzeug (10, 10') vorgesehenen Ausrichtung auf dem Formmodul (3) zu liegen kommt,

– Zuführen eines Fluids in die Formkammer (4) und von oben Anströmen der Faserhalbzeugplatten (1, 1') dabei Anpressen der erwärmten Faserhalbzeugplatte (1) an das Formmodul (3) und hierdurch Umformen zu dem dreidimensional geformten thermoplastischen Halbzeug (10). Ferner wird ein dreidimensional geformtes thermoplastisches Halbzeug (10, 10') mit definierten Orientierungsgraden offenbart.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umformung von thermoplastischen Faserhalbzeugplatten zu dreidimensional geformten Faser-Halbzeugen und das Faser-Halbzeug selbst.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind gewebe- oder gelegeverstärkte, thermoplastische Halbzeuge, so genannte Organobleche, bekannt, die vollständig imprägniert und konsolidiert sind und im Vergleich zu anderen faserverstärkten Halbzeugsystemen den höchsten Faser-Orientierungsgrad aufweisen. Dies wirkt sich unmittelbar auf die mechanischen Eigenschaften des daraus geschaffenen Bauteils aus. Der hohe Orientierungsgrad gestattet dabei sehr hohe Faserpackungsdichten, die zur Versteifung des Bauteils beitragen.

[0003] Organobleche können mittels automatisierter Umformverfahren zu Schalen oder Strukturbauteilen umgeformt werden. Gemeinsame Schritte der Umformverfahren sind Aufheizen, Positionieren, Spannen, Umformen, Abkühlen und gegebenenfalls weiterverarbeiten. Die Umformung selbst findet unter Druck und einer werkstoffspezifischen Verarbeitungstemperatur statt, die zwischen einer Glasübergangstemperatur und einer Schmelztemperatur des thermoplastischen Kunststoffes liegt.

[0004] Eine Möglichkeit der Weiterverarbeitung und Verstärkung besteht im Hinter- oder Umspritzen eines Organoblechs mit einem thermoplastischen Material, wobei insbesondere eine stoffschlüssige Verbindung erreicht wird. Ein derartiges Bauteil aus einem hinterspritzten oder umspritzten und gegebenenfalls umgeformten Organoblech ist etwa in der DE 20 2006 019 341 U1 offenbart.

[0005] Als Umformverfahren für thermoplastische Halbzeuge sind z. B. Metallstempelverfahren, Diaphragmaverfahren, Elastomerblockverfahren, Vakuumformverfahren, Falttechniken, Rollformen, Wickelverfahren und Tapeablegeverfahren bekannt.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Umformverfahren mit kurzen Zykluszeiten für Organobleche zur Erzeugung dreidimensional geformter Faser-Halbzeuge mit gezielten Faser-Orientierungsgraden bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Umformung von thermoplastischen Faserhalbzeugplatten mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

[0008] Ferner ergibt sich die Aufgabe, ein dreidimensional geformtes thermoplastisches Faser-Halbzeug

zu schaffen, das im Vergleich zu bekannten Halbzeugen dieser Art verbesserte Werkstoffeigenschaften aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch das thermoplastische Faser-Halbzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Entsprechende Weiterbildungen des Faser-Halbzeugs werden in den Unteransprüchen dargelegt.

[0010] Nach einem ersten Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Umformung thermoplastischer Faserhalbzeugplatten mit orientierten Fasern zu dreidimensional geformten Halbzeugen mit definierten Faser-Orientierungsgraden wird eine Faserhalbzeugplatte durch eine Heizvorrichtung auf eine Temperatur unterhalb einer Erweichungstemperatur des Thermoplasten erwärmt und dann auf einem Formmodul, das die dreidimensionale Form abbildet, in einer Formkammer derart positioniert, dass die Faserhalbzeugplatte mit ihrer Faserorientierung entsprechend einer für das Halbzeug vorgesehenen Ausrichtung auf dem Formmodul zu liegen kommt. Nun wird ein Fluid in die Formkammer zugeführt und die umzuformende Faserhalbzeugplatte wird von oben angeströmt, so dass dabei Anpressen der erwärmten Faserhalbzeugplatte an das Formmodul erfolgt, wodurch es zum Umformen der Platte zu dem dreidimensional geformten Halbzeug kommt. Ein derartiges Umformen kann in kurzen Zykluszeiten und voll automatisiert durchgeführt werden.

[0011] So wird quasi ein High-Pressure-Forming (HPF), eine Hochdruckverformung vorteilhaft und faserschonend auf die Faserhalbzeugplatten angewendet, wie es auf diesem technischen Gebiet nicht bekannt ist und bislang zur dreidimensionalen Verformung einer bedruckten Folie verwendet wird. Bei dem auf die bekannte Weise für Folien angewendeten HPF-Verfahren wird eine Folie unterhalb der Erweichungstemperatur mit Hilfe von Druckluft verformt. Vorteile des HPF-Verfahrens bei Anwendung für Folien liegen dort in einer hohen Positionsgenauigkeit der aufgedruckten Symbole, da die Verzerrung konstant ist und durch einen Zerrdruck ausgeglichen werden kann. Anders als beim Thermoformen nimmt eine Folientextur beim HPF keinen Schaden.

[0012] Dieser Vorteil kann erfindungsgemäß auch bei den thermoplastischen Faserhalbzeugplatten mit orientierten Fasern, sogenannten Organoblechen, zur Umformung und der Darstellung dreidimensionaler Halbzeuge genutzt werden. Die verzerrungsfrei erhaltenen Halbzeuge mit den definierten Faserorientierungsgraden können dann passgenau ins Spritzgießwerkzeug eingelegt und im Spritzguss weiterverarbeitet werden. Üblicherweise wird HPF bei kleinen Teileformaten eingesetzt, die eine genaue Positioniergenauigkeit beim Verformen erfordern. Weiter ist aus der DE 10 2008 050 564 A1 ein

Werkzeug bekannt, mit dem auch größere Formate mittels Hochdruck umgeformt werden können.

[0013] Das zum Erzielen des Drucks in die Formkammer zugeführte Fluid stellt Hochdruck von 20 bis 300 bar bereit.

[0014] Vorteilhaft kann zur Verkürzung der Prozessdauer das Erwärmen der Faserhalbzeugplatte in der Formkammer stattfinden.

[0015] Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Faserhalbzeugplatte kann ein Gewebe umfassen, das Fasern mit Orientierungen aufweist, die jenen für das daraus zu schaffende geformte Halbzeug entsprechen. Die Fasern des Gewebes verlaufen entsprechend seiner Machart in zwei Richtungen und kreuzen sich unter einem bestimmten Winkel. Üblicherweise kann dieser Winkel 90° betragen, es sind aber selbstverständlich auch andere Versatzwinkel zwischen den Fasern des Gewebes möglich.

[0016] Um vorteilhaft ein Schichtverbundhalbzeug zu schaffen, kann das Verfahren derart weitergebildet werden, dass eine zweite Faserhalbzeugplatte nach der ersten – und deren Umformung – durch eine zweite oder dieselbe Heizvorrichtung auf eine Temperatur unterhalb der Erweichungstemperatur des thermoplastischen Kunststoffes erwärmt und dann auf der umgeformten ersten Faserhalbzeugplatte positioniert wird, die noch an dem Formmodul in der Formkammer angeordnet ist. Das Positionieren der zweiten Faserhalbzeugplatte erfolgt hinsichtlich ihrer Faserorientierung entsprechend der für das dreidimensionale Halbzeug vorgesehenen Ausrichtung und unter Berücksichtigung der Faserorientierung der ersten Faserhalbzeugplatte. Sodann wird ebenfalls Fluid zur Druckerzeugung in die Formkammer zugeführt und hierdurch das Anpressen der erwärmten zweiten Faserhalbzeugplatte an die umgeformte erste Faserhalbzeugplatte bewirkt. So wird die zweite Faserhalbzeugplatte umgeformt und zugleich das Laminieren mit der ersten Faserhalbzeugplatte zu dem Halbzeug erreicht. Die umgeformte erste Faserhalbzeugplatte kann dabei zur Unterstützung der Verbundbildung mit der zweiten Faserhalbzeugplatte temperiert sein, d. h. sie kann noch nicht vollständig erkaltet sein und Restwärme aufweisen, gegebenenfalls kann sie aber auch nochmals erwärmt werden.

[0017] Anders als in der DE 10 2008 050 564 A1 für ein dreidimensionales Tiefziehteil aus einem mehrlagigen Schichtstoff beschrieben, erfolgt die Hochdruckumformung zu dem geformten Halbzeug erfindungsgemäß nicht mit einer Mehrlagenanordnung, wodurch die Konsolidierung des Mehrlagenaufbaus negativ beeinflusst werden könnte, sondern es wird sukzessive eine Lage auf der anderen umgeformt und dabei laminiert.

[0018] Vorteilhaft werden gerade für die Laminatfertigung kurze Zykluszeiten beim Umformen erreicht und es können durch den Hochdruckumformprozess beliebig viele Faserhalbzeugplatten bzw. Organoblechlagen mit unterschiedlichen Orientierungsgraden, die die mechanischen Eigenschaften des letztlich daraus geschaffenen Bauteils beeinflussen, aufgebracht werden.

[0019] Um unabhängig von den durch ein Gewebe vorgegebenen Faserorientierungen zu sein, können beim geschichteten Laminataufbau Faserhalbzeugplatten mit unidirektionalen Fasergelegen verwendet werden, mit denen die definierten Faserorientierungen für das zu schaffende Halbzeug gezielt pro Lage positioniert werden können.

[0020] Dazu können die Faserhalbzeugplatten beim Positionieren so aufeinander angeordnet werden, dass die Fasern der unidirektionalen Fasergelege gewinkelt zueinander, insbesondere um 90° zueinander versetzt sind. Selbstverständlich sind auch von 90° abweichende Versätze möglich. Natürlich können auch mehr als zwei Faserhalbzeugplatten laminiert werden. Hier können die Faserhalbzeugplatten dann auch derart aufeinander positioniert werden, dass die Fasern der Faserhalbzeugplatten jeweils unterschiedlich, entsprechend der an dem daraus zu schaffenden Bauteil auftretenden Kraftflüsse, orientiert sind.

[0021] In einem weiteren Verfahrensschritt kann das erhaltene Halbzeug weiterverarbeitet, insbesondere um- oder hinterspritzt werden.

[0022] So ist durch das erfindungsgemäße Verfahren durch Umformung thermoplastischer Faserhalbzeugplatten ein dreidimensional geformtes Faser-Halbzeug mit vorbestimmten Orientierungsgraden erhältlich, dessen Fasern in dem dreidimensional geformten Faser-Halbzeug unverzerrt und mit vorbestimmten Orientierungsgraden vorliegen. Vorteilhaft werden so hohe Werkstoffqualitäten insbesondere unter dem Aspekt der mechanischen Beanspruchung erzielt.

[0023] Insbesondere können so günstig und unter Aufwendung kurzer Zykluszeiten schalenförmige Faser-Halbzeuge hergestellt werden; aber auch Schichtverbund-Faser-Halbzeuge aus zwei oder mehr Faserhalbzeugplatten bzw. Organoblechlagen, die eine hohe Stabilität insbesondere dann aufweisen, wenn die Lagen unterschiedliche Faserorientierungen aufweisen.

[0024] 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. Gegenstände oder Teile von Gegenständen, die im Wesentlichen gleich oder ähnlich sind, können mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Figuren sind lediglich eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

[0025] Dabei zeigt:

[0026] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht auf die Prozessschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer Ausführungsform,

[0027] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht auf die Prozessschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0028] Die Erfindung betrifft das Umformen von thermoplastischen gewebe- oder gelegeverstärkten Halbzeugen, die Organobleche automatisiert umzuformen, insbesondere zu Schalenelementen, die danach im Spritzgießprozess insbesondere durch Hinter- oder Umspritzen mit einem thermoplastischen Kunststoff zu hybriden Werkstoffverbunden verarbeitet werden.

[0029] Um ein Organoblech in eine Schalenform zu überführen, wird dieses erwärmt und anschließend umgeformt, indem das Organoblech mittels eines anströmenden Mediums unter Hochdruck an eine Werkzeugkontur gepresst wird, die sich am Organoblech abformt.

[0030] [Fig. 1](#) stellt die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausgehend von einem gewebeverstärkten Organoblech **1** dar. Das Fenster A zeigt die Gewebestruktur des Organoblechs **1**. In der Darstellung wird das Organoblech zunächst positioniert und anschließend in einer Heizvorrichtung **2** mit Ober- und Unterhitze erwärmt. Die Positionierung als erster Schritt kann in einer automatisierten Prozessfolge sinnvoll sein, generell ist die Positionierung entsprechend der Faserorientierungen allerdings erst bei der Anordnung auf dem Formmodul **3** erforderlich, auf dem das Organoblech **1** in [Fig. 1](#) nach der Erwärmung angeordnet wird. Das Formmodul **3** befindet sich in einer Formkammer **4**, die mittels eines über dem Formmodul **3** angeordneten Zuführventils **4'** mit einem Fluid mit Druck beaufschlagt werden kann. Durch das über das Zuführventil **4'** strömende Fluid wird das Organoblech **1** angeströmt, an das Formmodul **3** angepresst und schließlich entsprechend der Formkontur des Moduls **3** abgeformt. Das zugeführte Fluid kann einen Hochdruck von 20 bis 300 bar in der Formkammer **4** bereitstellen. Bei dem Fluid kann es sich beispielsweise um Luft handeln.

[0031] Nach Ablassen des Drucks aus der Formkammer **4** kann das nun zu einer Halbzeugschale **10** geformte Organoblech entnommen und beispielsweise passgenau in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt

und im Spritzguss zu einem Verbundbauteil weiterverarbeitet werden.

[0032] In der in [Fig. 1](#) dargestellten Verfahrensvariante sind die in der Halbzeugschale **10** erzielbaren Faserorientierungen durch das verwendete Organoblech bzw. dessen Gewebestruktur A vorgegeben und können nur durch entsprechende Positionierung in gewissem Umfang variiert werden.

[0033] Daher können in einer bevorzugten Variante, die in [Fig. 2](#) skizziert ist, Organobleche **1**, **1'** eingesetzt werden, die unidirektionale Fasergelege aufweisen. Bei der Positionierung können die Organobleche **1**, **1'** mit den unidirektionale Fasergelegen entsprechend der für das Schalenelement gewünschten Faserorientierungen angeordnet werden. In [Fig. 2](#) wird das erste Organoblech **1** derart positioniert, das die Fasern in einer 0°-Richtung (Fenster B_{0°) verlaufen, während das zweite Organoblech **1'** mit Fasern in 90°-Richtung (Fenster B_{90°) positioniert wird. Beide Organobleche **1**, **1'** werden erwärmt, entweder zeitgleich, zeitversetzt oder nacheinander in verschiedenen Heizeinrichtungen **2** oder mit einer Heizeinrichtung **2**, vorteilhaft derart getaktet, dass das nachfolgende sukzessive Umformen in der Formkammer **4** optimal ablaufen kann. Dort wird zunächst das erste Organoblech **1** entsprechend der Variante aus [Fig. 1](#) auf dem Formmodul **3** durch das zugeführte Fluid unter Hochdruck umgeformt. Allerdings verbleibt nun das umgeformte Organoblech **1** zunächst auf dem Formmodul **3** und das zweite, erwärmte Organoblech **1'** wird darauf angeordnet und dann entsprechend durch Zufuhr des Fluids bis zu einem Druck von 20 bis 300 bar an das umgeformte Organoblech **1** angepresst und entsprechend umgeformt und mittels dieses Hochdruckumformens auflaminiert. Es wird eine Halbzeugschale **10'** erhalten, die durch die Faserhalbzeuglagen **11**, **11'** aus den gelegeverstärkten Organoblechen gezielt gerichtete Fasern aufweist. So können aus diesen Halbzeugen Verbundbauteile mit bedarfsgerechten mechanischen Eigenschaften aufgrund der unterschiedlich ausgerichteten gelegeverstärkten Organobleche hergestellt werden. Die Konsolidierung des Mehrlagenaufbaus findet bei dem Prozessschritt des Hochdruckumformens statt.

[0034] Abweichend von der Darstellung ist ferner auch denkbar, die Erwärmung in der Formkammer **4** stattfinden zu lassen. Dazu kann eine Heizvorrichtung in die Kammer verfahren werden, die Kammer kann aber auch selbst mit Heizmitteln ausgestattet sein.

[0035] Ferner können bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens Organobleche eingesetzt werden, deren Faserverstärkung als multidirektionales Gelege oder auch als Gestrick vorliegt. Dafür eignet sich dann die im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) beschriebene Verfahrensvariante.

[0036] Generell können nicht nur Organobleche mit unidirektionalen Gelegen zu einem Mehrschichtverbund laminiert werden, auch Organobleche mit Geweben etc. können zur Bildung eines laminierten Faser-Halbzeugs herangezogen werden.

[0037] So liegen die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht nur in den kurzen Zykluszeiten beim Umformen sondern auch in der Möglichkeit, beliebig viele Organoblechlagen mit unterschiedlichen Orientierungsgraden (und damit auch Eigenschaften) im Hochdruckumformprozess aufzubringen und zu konsolidieren.

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 202006019341 U1 [[0004](#)]
- DE 102008050564 A1 [[0012](#), [0017](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umformung von thermoplastischen Faserhalbzeugplatten (**1, 1'**) mit orientierten Fasern zu dreidimensional geformten thermoplastischen Halbzeugen (**10, 10'**) mit definierten Orientierungsgraden,

umfassend die Schritte:

- Erwärmen einer Faserhalbzeugplatte (**1**) durch eine Heizvorrichtung (**2**) auf eine Temperatur unterhalb einer Erweichungstemperatur des Thermoplasten,
- Positionieren der Faserhalbzeugplatte (**1**) auf einem Formmodul (**3**), das die dreidimensionale Form abbildet, in einer Formkammer (**4**) derart, dass die Faserhalbzeugplatte (**1**) mit ihrer Faserorientierung entsprechend einer für das dreidimensional geformte Halbzeug (**10, 10'**) vorgesehenen Ausrichtung auf dem Formmodul (**3**) zu liegen kommt,
- Zuführen eines Fluids in die Formkammer (**4**) und von oben Anströmen der Faserhalbzeugplatten (**1, 1'**) dabei Anpressen der erwärmten Faserhalbzeugplatte (**1**) an das Formmodul (**3**) und hierdurch Umformen zu dem dreidimensional geformten thermoplastischen Halbzeug (**10**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei durch das Zuführen des Fluids ein Hochdruck von 20 bis 300 bar erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Erwärmen in der Formkammer (**4**) stattfindet.

4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Faserhalbzeugplatte (**1**) ein Gewebe umfasst, dessen Fasern in zumindest zwei Orientierungen vorliegen, die insbesondere um 90° ausgerichtet sind (aber auch andere Winkel denkbar).

5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3,

umfassend die Schritte:

- Erwärmen einer zweiten Faserhalbzeugplatte (**1'**) durch eine zweite oder die Heizvorrichtung (**2**) auf eine Temperatur unterhalb einer Erweichungstemperatur des thermoplastischen Kunststoffes,
- Positionieren der zweiten Faserhalbzeugplatte (**1'**) auf der umgeformten erwärmten ersten Faserhalbzeugplatte (**1**), die an dem Formmodul (**3**) in der Formkammer (**4**) angeordnet ist, mit ihrer Faserorientierung entsprechend der für das Halbzeug (**10'**) vorgesehenen Ausrichtung und in Bezug zu der Faserorientierung der ersten Faserhalbzeugplatte (**1**),
- Zuführen eines Fluids in die Formkammer (**4**) und von oben Anströmen der erwärmten zweiten Faserhalbzeugplatte (**1'**) dabei Anpressen an die umgeformte erwärmte erste Faserhalbzeugplatte (**1**) und hierdurch Umformen der zweiten Faserhalbzeugplatte (**1'**) und Laminieren mit der ersten Faserhalbzeugplatte (**1**) zu dem dreidimensional geformten Halbzeug (**10'**).

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die erste und die zweite Faserhalbzeugplatte (**1, 1'**) unidirektionale Fasergelege umfassen, die beim Positionieren gewinkelt zueinander, insbesondere um 90° zueinander angeordnet sind.

7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Halbzeug (**10, 10'**) weiterverarbeitet, insbesondere um- oder hinterspritzt wird.

8. Dreidimensional geformtes thermoplastisches Faser-Halbzeug (**10, 10'**) mit vorbestimmten Orientierungsgraden, herstellbar durch ein Verfahren zur Umformung thermoplastischer Faserhalbzeugplatten (**1, 1'**) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern in dem dreidimensional geformten Faser-Halbzeug (**10, 10'**) unverzerrt und mit vorbestimmten Orientierungsgraden vorliegen.

9. Dreidimensional geformtes Faser-Halbzeug (**10, 10'**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das dreidimensional geformte Faser-Halbzeug (**10, 10'**) eine Schalenform aufweist.

10. Dreidimensional geformtes Faser-Halbzeug (**10, 10'**), dadurch gekennzeichnet, dass das Faser-Halbzeug (**10, 10'**) ein Schichtverbund-Faser-Halbzeug (**10, 10'**) aus zumindest zwei Faserhalbzeuglagen (**11, 11'**) ist, bevorzugt aus zumindest zwei Faserhalbzeuglagen (**11, 11'**) mit unterschiedlicher Faserorientierung.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

