



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 040 967 A1 2010.02.11**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 040 967.7**

(22) Anmeldetag: **04.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **11.02.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B32B 7/04 (2006.01)**

B32B 27/08 (2006.01)

B32B 15/08 (2006.01)

B32B 21/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
e.V., 01069 Dresden, DE**

(74) Vertreter:

Patentanwälte Rauschenbach, 01187 Dresden

(72) Erfinder:

**Lehmann, Dieter, 01640 Coswig, DE; Hupfer,
Bernd, 01307 Dresden, DE; Gedan-Smolka,
Michaela, 01990 Großmehlen, DE; Bräuer,
Matthias, 01237 Dresden, DE; Nagel, Jürgen,
01277 Dresden, DE; Edelmann, Matthias, 04769
Sorntzig-Ablaß, DE**

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

DE 10 2005 049520 A1

DE 10 2005 032421 A1

DE 10 2006 031442 A1

EP 02 04 348 B1

DE 102 11 512 B4

DE 10 2004 020451 A1

DE 198 10 312 C2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Werkstoff-Kunststoff-Verbunde und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Materialwissenschaften und betrifft Werkstoff-Kunststoff-Verbunde, wie sie beispielsweise als Verbunde in Funktionsteilen angewandt werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Werkstoff-Kunststoff-Verbunde anzugeben, die einen direkten Verbund über adhäsive und vor allem kovalente Bindungen stoffschlüssig realisieren.

Gelöst wird die Aufgabe durch Werkstoff-Kunststoff-Verbunde, bestehend aus mindestens einer Werkstoffkomponente und mindestens einer elastischen Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente kovalente Bindungen ausgebildet haben.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden, bei dem auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)vernetzbaaren Lack aufgebracht wird, nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Gebiete der Materialwissenschaften und der Chemie und betrifft Werkstoff-Kunststoff-Verbunde, wie sie beispielsweise als Verbunde aus lackierten Basismaterialien, wie Blechen, Metallformteilen, Automotivteilen, Behältern, Holzteilen, Kunststoffteilen (aus Thermoplast und Duromer wie z. B. aus Phenolharzen, Epoxidharzen, GMT oder SMC), Funktionsteilen angewandt werden können und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Es sind verschiedene Lösungen zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden und hier speziell von Metall-Kunststoff-Verbunden bekannt. Jedoch sind die Prozesse Schweißen oder Löten analog zu den Metallverbunden zur Herstellung von Metall-Kunststoff-Verbunden nicht anwendbar, da kein gemeinsames Prozessfenster existiert. Dementsprechend werden Verbindungselemente zur Herstellung von Metall-Kunststoff-Verbindungen eingesetzt.

[0003] Die Kombination von Blech- oder Metallformteilen und Kunststoffteilen wird ferner vielfach über die Klebtechnik – durch Einsatz spezieller Haftvermittler/Kleber unter Nutzung von Adhäsionskräften (Kleben) erreicht. Als spezielle Klebstoffe werden lösemittelhaltige Klebstoffsysteme, Dispersionen, Hotmelts und Reaktivkleber, vorzugsweise thermisch aktivierbare Kleber (DE 41 09 397 A1), eingesetzt.

[0004] Als vorteilhaft hat sich in einigen Fällen die Oberflächenmodifizierung oder Oberflächenaktivierung der Kunststoffteile durch Plasmabehandlung und durch Beflammen zur Verbesserung der Verbundhaftung erwiesen.

[0005] Die Haftung wird auch schon ohne Kleber durch Reinigung und Vorbehandlung der Fügeflächen mit Atmosphärenplasma erhöht (G. Krüger et al., Adhäsion – Kleben & Dichten, 42 (1998)). Dabei können niedrige Verbundfestigkeiten durch eine Vergrößerung der Fügeflächen kompensiert werden.

[0006] Eine spezielle Form des Verbundspritzgießens wird von Giese (V. M. Giese, Dissertation 1995, Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Polymerwerkstoffe) beschrieben, indem der Kunststoff mit Verträglichkeitsvermittlern/Haftvermittlern modifiziert wird.

[0007] Zur Realisierung von Verbunden kann auch über Kleben Nadelvlies als Haftvermittler zwischen Stahl und Polypropylen oder Polyethylen eingesetzt werden (M. Weiß-Quasdorf et al., Taschenbuch für die Textilindustrie 2000).

[0008] Eine weitere bekannte Variante ist das Ver-

bund-Spritzgießen zur Herstellung von Hybridbauteilen durch eine mechanische Verklammerung. Hierzu werden neben Adhäsionskräften vorrangig mechanische Verzahnungen/Hinterschneidungen zur Verbundbildung genutzt. Diese Verfahren werden in zahlreichen Varianten und Variationen eingesetzt, um eine entsprechend stabile Metall-Kunststoff-Verbindung herzustellen (EP 0 721 090 A1; EP 0721 831 A1; DE 100 29 411 A1; DE 101 49 522 A1; DE 103 17 218 A1; DE 103 29 710 A1). Dabei können Einlege-teile von Kunststoff stoffschlüssig umspritzt werden (23. IKV-Kolloquium Aachen 2006, S. 11 ff.).

[0009] Nach EP 01 699 612 A1 ist ein Kunststoff-Metall-Verbundrohr bekannt, nach dem der Verbund durch formschlüssige Verbindung (Hinterschneidungen im Metallkörper) des Kunststoffes zum Metall realisiert wird; aufwändige Metallbearbeitungsverfahren sind notwendig. Bei inneren Hohlräumen und/oder Durchbrüchen wird die mechanische Verklammerung analog dem Nieten oder sonstiger bekannter Fügeverfahren aus der Metallverbundtechnik genutzt.

[0010] Aus EP 01 086 166 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindung zwischen einem Kunststoffmaterial und einer Metalloberfläche bekannt, bei dem auf die Metalloberfläche ein Pulver aus einer adhäsiven Polymerzusammensetzung aufgebracht, die Metalloberfläche durch Spritzgießen mit einem Kunststoffmaterial umspritzt und der Metalloberfläche Wärme zugeführt wird.

[0011] Nach der WO 00/59990 ist ein ähnliches Verfahren zur Herstellung eines Metall-Kunststoff-Verbundes bekannt, in dem im ersten Schritt auf die Metalloberfläche ein Polymerklebstoffpulver aufgebracht und im zweiten Schritt durch Überspritzen (Overmoulding) der Metalloberfläche der Verbund hergestellt und schließlich eine Temperaturbehandlung über die Metalloberfläche durchgeführt wird.

[0012] Aus der US 6,403,673 C1 ist eine photoreaktive Beschichtung (Kleber) aus der DISPECOLL-Serie (Bayer MaterialScience AG) bekannt, die mit olefinisch ungesättigten Doppelbindungen als thermoaktivierbarer Kleber zum Verkleben von Aluminiumteilen mit Kunststoff eingesetzt wird. Die Klebschicht wird aus wässriger Lösung auf das Aluminiumteil aufgebracht, verfilmt und getrocknet – die Schicht ist lagerstabil. Beim späteren Spritzgießen oder bei der Extrusion wird durch die heiße Kunststoffschmelze des Hybridpartners mit der (Kleb-)Schicht eine radikalische Vernetzungsreaktion aktiviert, die zu einer verbesserten Verbundhaftung führt. Bei diesen flächigen Verklebungen treten jedoch Probleme mit der Schwindung der Kunststoffkomponente beim Abkühlen auf. Unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten beim Einsatz von thermischen Fügeverfahren führen immer wieder zu Material-Spannungspro-

blemen, die die anfängliche Verbundfestigkeit der Verbindung deutlich herabsetzen oder die sich bis zum vollständigen Verbund-Versagen äußern können.

[0013] Eine spezielle Variante des Hinterspritzens von Metallteilen mit der Zielstellung, Oberflächeneffekte an Kunststoffteilen in Form von Echtmetalloberflächen zu erzielen, wurde vom Kunststoff-Institut Lüdenscheid entwickelt (K-Zeitung 5–9. März 2006, Fügetechnik). Die Wirkung unterschiedlicher Haftvermittler steht dabei im Vordergrund. Nach vorheriger Beschichtung des Formteils mit einem speziell auf die Kunststoffkomponente abgestimmten Haftvermittler/Primer wird der Kunststoff aufgespritzt – es werden gute bis sehr gute Haftungen auch noch nach der Klimawechselprüfung beschrieben. Eine dekorative Wirkung wird vordergründig von der jeweiligen Metalloberfläche erzielt. Als problematisch wird bei flächigen Teilen hingegen aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Verzug durch die höhere Schwindung der Kunststoffkomponente angesehen. Besitzt das Metallteil eine entsprechende Steifigkeit, so dass der Spannungsausgleich nicht durch Verformung kompensiert werden kann, kann es zur teilweisen oder vollständigen Delamination kommen.

[0014] In der WO2005/061203 wird ein Metall-Kunststoff-Verbund beschrieben, in dem zwischen der Kunststoffschicht und dem metallischen Bereich eine aus einem thermischen dem metallischen Bereich und der Kunststoffschicht eine kraftschlüssige Verbindung vorliegt. Die Haftvermittlerschicht ist mit einer derartigen Elastizität ausgeführt, dass unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten des metallischen Bereichs und der Kunststoffschicht über die Haftvermittlerschicht weitgehend ausgleichbar sind.

[0015] In der DE 10 2005 032 421 A1 werden ebenfalls Kunststoff-Metall-Verbundkörper und ein Verfahren zur Herstellung durch Metallhinterspritzung, in dem das Metallteil mit Haftvermittlern modifiziert ist, beschrieben. Das Metall-Blechteil ist aus Aluminium und/oder einer Aluminiumlegierung gebildet. Dessen Innenseite ist mit dem Kunststoff-Trägerteil verbunden. Das Kunststoffteil besteht aus einem wärmebeständigen Kunststoff und es besteht eine alterungsbeständige stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Metall-Blechteil und dem Kunststoff. Die Verbundbildung wird durch Aktivierung eines wärme- und chemikalienbeständigen Haftvermittlers, der vor dem Hinterspritzen auf das Metallteil aufgebracht wurde, bewirkt.

[0016] Aufgrund der wachsenden Bedeutung der Verbundwerkstoffe sowie von Verbundelementen in der Technik werden unterschiedliche Verfahren zu deren Herstellung eingesetzt.

[0017] Die Zielstellung bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen oder Verbundelementen ist die kostengünstige Kombination von unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften in einem Bauelement. Die spezifischen Eigenschaften des jeweiligen (Funktions-)Werkstoffes können somit optimal genutzt werden. Diese Nutzung ist dabei wesentlich abhängig von der Qualität des Verbundes. Die unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften auch hinsichtlich der Wärmeausdehnungskoeffizienten ergeben bei der Kombination der Werkstoffe oftmals nur ungenügende Verbundfestigkeiten. Der Einsatz aufwändiger Füge- und Klebprozesse ist die Folge.

[0018] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Werkstoff-Kunststoff-Verbunde anzugeben, die einen direkten Verbund über adhäsive und vor allem kovalente Bindungen stoffschlüssig zwischen einer Werkstoffkomponente und einer Kunststoffkomponente realisiert, die bisher nur über mechanische Verankerungen, nachträgliche Verklebungen oder über Haftvermittler, die vor dem Spritzgießprozess auf die Werkstoffteile appliziert wurden, möglich waren und ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0019] Die Erfindung wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0020] Die erfindungsgemäßen Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehen aus mindestens einer Werkstoffkomponente und mindestens einer elastischen Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente kovalente Bindungen ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

[0021] Die erfindungsgemäßen Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehen weiterhin aus mindestens einer Werkstoffkomponente, mindestens einer elastischen und mindestens einer thermoplastischen, harten Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoff-

komponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren und die thermoplastische, harte Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf der elastischen Kunststoffkomponente durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist oder die elastische und die thermoplastische, harte Kunststoffkomponenten im Sandwich-(Spritzgieß-)Verfahren mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht sind und die elastische Kunststoffkomponente die Verbindung zwischen der Lackschicht und der thermoplastischen, harten Kunststoffkomponente bildet, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

[0022] Und die erfindungsgemäßen Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehen auch aus mindestens einer Werkstoffkomponente, mindestens einer elastischen und einer duromeren Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren und die duromere Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf der elastischen Kunststoffkomponente durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

[0023] Vorteilhafterweise besteht die Werkstoffkomponente aus Metall und dessen Modifikationen, Holz und dessen Modifikationen, Kunststoff und dessen Modifikationen, Keramik und dessen Modifikationen oder deren Werkstoffkombinationen.

[0024] Weiterhin vorteilhafterweise besteht die elastische Kunststoffkomponente aus thermoplastisch verarbeitbaren Elastomeren/thermoplastischen Elastomeren (TPE), insbesondere aus Polyurethan, das funktionelle Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch

und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der Lackschicht besitzt oder das (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit funktionellen Gruppen der Lackschicht besitzt.

[0025] Ebenfalls vorteilhafterweise ist als (teil-)vernetzer Lack eine Lackschicht mit kovalent gebundenen Uretidion- und/oder Allophanatgruppen und/oder blockierten und/oder freien Isocyanatgruppen und/oder Epoxygruppen vorhanden.

[0026] Und auch vorteilhafterweise ist die elastische Kunststoffkomponente durch Spritzgießen oder Schäumen (Dolphin-Verfahren) aufgebracht.

[0027] Von Vorteil ist es auch, wenn die elastische Kunststoffkomponente durch Mehrkomponentenspritzgießen oder im Sandwich-(spritzgieß-)verfahren aufgebracht ist.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden wird auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)vernetzbaaren Lack aufgebracht, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen aufweist, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen wird.

[0029] Weiterhin wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)vernetzbaaren Lack aufgebracht, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die elastische Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen aufweist und mindestens eine thermoplastische harte Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die elastomere Kunststoffkomponente im Mehrkomponentenverfahren aufgebracht wird, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen

wird.

[0030] Und ebenfalls wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)vernetzbaaren Lack aufgebracht, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die elastische Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist und mindestens eine duomere Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die elastomere Kunststoffkomponente im Mehrkomponentenverfahren aufgebracht wird, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen wird.

[0031] Vorteilhafterweise werden als Werkstoffkomponenten Metall und dessen Modifikationen, Holz und dessen Modifikationen, Kunststoff und dessen Modifikationen, Keramik und dessen Modifikationen oder deren Werkstoffkombinationen eingesetzt.

[0032] Ebenfalls vorteilhafterweise werden als elastische Kunststoffkomponente thermoplastisch verarbeitbare Elastomere/thermo-plastische Elastomere (TPE), insbesondere Polyurethan, das (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit funktionellen Gruppen der Lackschicht besitzt oder das funktionelle Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der Lackschicht besitzt, eingesetzt.

[0033] Weiterhin vorteilhafterweise wird als (teil-)vernetzbarer Lack eine Lackschicht mit kovalent gebundenen Uretidiongruppen und/oder Allophanatgruppen und/oder blockierten und/oder freien Isocyanatgruppen und/oder Epoxygruppen und/oder mit Gruppen, die während der thermischen Auftragsverfahren der Kunststoffkomponente zu Allophanatgruppen und/oder Epoxygruppen umgewandelt werden, eingesetzt.

[0034] Vorteilhafterweise ist es auch, wenn die elastische Kunststoffkomponente durch (Mehrkomponenten-)Spritzgießen oder Sandwich-(Spritzgieß-)Verfahren oder Schäumen (Dolphin-Verfahren) aufgebracht wird.

[0035] Weiterhin vorteilhafterweise ist es, wenn die elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht mit

einer Dicke von 0,1 bis 10 mm und vorzugsweise von 0,5 bis 2 mm oder als Funktionsschicht aufgebracht wird.

[0036] Ebenfalls vorteilhafterweise ist es, wenn die elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht oder als Funktionsschicht modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

[0037] Und auch vorteilhafterweise ist es, wenn die thermoplastische harte Kunststoffkomponente modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

[0038] Von Vorteil ist es auch, wenn die duomere Kunststoffkomponente modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

[0039] Und auch von Vorteil ist es, wenn die Lackschicht aus einer Lösung oder Dispersion oder als Pulver oder als Schmelze oder als flüssiges 100%-System aufgebracht wird.

[0040] Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird es erstmals möglich, neben den in jedem Falle vorliegenden adhäsiven Bindungskräften zwischen einer Werkstoffkomponente und einer elastischen Kunststoffkomponente zusätzlich noch kovalente Bindungen zu realisieren, die eine deutliche Verbesserung der Verbundfestigkeit zur Folge haben.

[0041] Die erfindungsgemäße Oberflächenbeschichtung der Werkstoffe mit dem Lack kann in einem zeitlich und örtlich vorausgegangenen Arbeitsgang mit einem (teil-)vernetzbaaren Lack erfolgen. Dabei kann die Lackschicht aus einer Lösung oder Dispersion oder als Pulver oder als Schmelze oder als bei Raumtemperatur flüssiges (100%-)System (Lösungsmittelfreier, reaktiver Lack) aufgebracht werden. In jedem Fall muss der Lack entweder über reaktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen verfügen, die erst während der Aufbringung der elastischen Kunststoffkomponente reaktiv sind und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktiviert werden können, und die mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung eingehen, oder der Lack muss über funktionelle Gruppen verfügen, die mit reaktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente, die erst während der Aufbringung der elastischen Kunststoffkomponente reaktiv sind und/oder aktiviert werden können, eine kovalente Bindung eingehen. Neben einer thermischen Aktivierung, die vorteilhafterweise über eine Temperaturerhöhung erfolgt, kann die Aktivierung beispielsweise auch durch spezielle, bekannte Katalysatoren durchgeführt werden. Diese(r) Katalysator(en) ist/sind in der Komponente als Additiv vorhanden, die nicht die mit den aktivierbaren Gruppen ausgerüstet ist. Diese katalytische Aktivierung kann separat oder in Kombination mit der ther-

mischen Aktivierung erfolgen.

[0042] Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn der Lack über blockierte Isocyanatgruppen und/oder Uretdiongruppen und/oder Allophanatgruppen als thermisch aktivierbare Gruppen und/oder über Epoxygruppen als reaktive Gruppen verfügt und mit den funktionellen Gruppen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans kovalente Bindungen ausbildet.

[0043] Es ist auch vorteilhaft, wenn der Lack über Epoxygruppen als reaktive Gruppen verfügt und mit den funktionellen Gruppen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans kovalente Bindungen ausbildet.

[0044] Andererseits ist es auch vorteilhaft, wenn die Kunststoffkomponente und speziell die Polyurethan-komponente über blockierte Isocyanatgruppen und/oder Uretdiongruppen und/oder Allophanatgruppen als thermisch aktivierbare Gruppen und/oder über Epoxygruppen als reaktive Gruppen verfügt und mit den funktionellen Gruppen an der Oberfläche der nicht aufschmelzenden Lackschicht kovalente Bindungen ausbildet.

[0045] Es ist auch möglich, dass sowohl die Lackschicht als auch die Kunststoffkomponente und hier speziell die Polyurethankomponente über blockierte Isocyanatgruppen und/oder Uretdiongruppen und/oder Allophanatgruppen als thermisch aktivierbare Gruppen und/oder über Epoxygruppen als reaktive Gruppen verfügen und mit den zusätzlich vorhandenen funktionellen Gruppen der jeweiligen Gegenfläche (Lack/Kunststoffkomponente) kovalente Bindungen ausbildet.

[0046] Der Fachmann besitzt hier eine seinem Wissen entsprechende Variationsbreite an reaktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren und entsprechenden funktionellen Gruppen für die Ausbildung kovalenter Bindungen und weiß bzw. kann in wenigen Versuchen die jeweilig optimalen Konzentrationen an Gruppen sowie die Reaktionsbedingungen auswählen. Aufgrund der Variationsbreite wird auf die detaillierte Aufzählung dieser bekannten Variationsmöglichkeiten der Isocyanat- und/oder Epoxyreaktionen verzichtet.

[0047] Die Reaktionen, die zu den kovalenten Bindungen im erfindungsgemäßen Verbund führen, sind keine unspezifischen Radikalreaktionen, sondern es sind definierte und an sich bekannte Additionsreaktionen unter thermischer Rückspaltung der blockierten Isocyanatgruppen und/oder thermischer und/oder katalytischer Aktivierung (Spaltung) einzelner Uretdion- und/oder Allophanatgruppen und deren Reaktion mit den funktionellen Gruppen der heißen elastischen Kunststoffkomponente.

[0048] Besonders vorteilhaft dabei ist, dass die Lackschicht nach ihrer Herstellung nicht noch einmal aufgeschmolzen wird, da sonst die innere Festigkeit und gegebenenfalls die reaktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren oder die funktionellen Gruppen durch Reaktion teilweise oder vollständig verloren gehen können.

[0049] Es ist ebenso besonders vorteilhaft – vor allem beim Einsatz von Lacken mit Uretdion- und Allophanatgruppen – dass während der Verbundherstellung die Lackschicht nicht aufgeschmolzen wird, da auch hierbei die innere Festigkeit sinken und dadurch der Verbund geschwächt werden kann.

[0050] Die mit dem Lack beschichtete Werkstoffkomponente wird dann erfindungsgemäß in eine Vorrichtung gegeben, die ein thermisches Auftragen der elastischen Kunststoffkomponente mindestens auf Teilbereich(e) der Lackschicht ermöglicht. Als thermisches Auftragsverfahren kommen Spritzgießen oder Schäumen (Dolphin-Verfahren) in Frage.

[0051] Im Falle des Spritzgießens wird die beschichtete Werkstoffkomponente in ein auf der Spritzgießmaschine befestigtes Spritzgießwerkzeug eingelegt und fixiert. Nach dem Schließen des Werkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgt das Einspritzen oder Umschäumen mit der elastischen Kunststoffkomponente oder mehreren Kunststoffkomponenten in Form des Mehrkomponentenspritzgießens (2-Komponentenspritzgießen mit nacheinander eingespritzten Komponenten und/oder Sandwichspritzgießen) in die Werkzeugkavitäten. Die Werkzeugkavitäten bilden dabei die Konturen für die aufzubringende Kunststoffkomponente.

[0052] Die Verbundfestigkeit zwischen dem Lack und der kontaktierenden elastischen Kunststoffkomponente beruht zusätzlich zu den adhäsiven Wechselwirkungen dabei auf einer chemischen Reaktion zwischen diesen Komponenten unter Ausbildung von kovalenten Bindungen. Beim Mehrkomponentenspritzgießen können zusätzlich in bekannter Weise nach DE 198 10 312 auch chemische Reaktionen zur Erhöhung der Verbundfestigkeit beitragen. Im Fall, dass die Kunststoffkomponente aus mehreren Kunststoffen besteht, muss als Kontaktschicht zur Lackschicht eine elastische Kunststoffkomponente mit reaktiven und/oder reaktivierbaren und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Kopplungsgruppen oder funktionellen Gruppen aufgebracht werden.

[0053] Vorteilhafterweise ist eine solche elastische Kunststoffkomponente ein thermoplastisches Elastomer, welches unmodifiziert oder haftungsmodifiziert und/oder modifiziert mit Füll- und/oder Verstärkungstoffen, vorzugsweise als thermoplastisch verarbeitbares Polyurethan (TPU), eingesetzt werden kann. Im Fall des Einsatzes einer solchen Kunststoff-

komponente kann gleichzeitig eine Formschlüssigkeit mit der beschichteten Werkstoffkomponente erreicht werden. Ebenso wird die (Medien-)Dichtheit zwischen der beschichteten Werkstoffkomponente und der Kunststoffkomponente erreicht, was in Dichtungssystemen genutzt werden kann.

[0054] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist, dass mit entsprechend gewählten Stoffkombinationen von Werkstoffkomponente und elastischer Kunststoffkomponente ein Spannungsausgleich zwischen den Komponenten erreicht werden kann, sofern diese unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, und/oder ein Ausgleich von Druck-, Zug- und Schwingungskräften unter Einsatzbedingungen und/oder eine verbesserte Haftung realisiert werden kann.

[0055] Die Herstellung des Verbundes erfolgt, indem eine flächige oder lokale, direkte Überspritzung der lackierten Werkstoffkomponente realisiert wird. Der Verbund entsteht somit direkt an der Grenzfläche zwischen der Lackschicht und der gewünschten elastischen Kunststoffkomponente, der durch adhäsive und kovalente Bindungen entstanden ist.

[0056] Soll der Verbund dagegen hauptsächlich zwischen einer lackierten Werkstoffkomponente und einer harten, thermoplastischen oder duromeren Kunststoffkomponente realisiert werden, so ist dies über eine Zwischenschicht aus einer elastischen Kunststoffkomponente ebenfalls möglich.

[0057] Bei dieser Verfahrensweise wird in der ersten Stufe eine Zwischenschicht aus einer elastischen Kunststoffkomponente durch Spritzgießen auf die Lackoberfläche aufgebracht, die neben adhäsiven Bindungskräften vor allem über kovalente Bindungen irreversibel mit der Lackschicht gekoppelt wird. In einem zweiten Arbeitsschritt wird dann die harte, thermoplastische oder duromere Kunststoffkomponente ebenfalls durch Spritzgießen auf die Zwischenschicht aus der elastischen Kunststoffkomponente aufgespritzt, die neben den adhäsiven Bindungskräften vorteilhaft auch kovalente Bindungen zur Erhöhung der Verbundhaftung ausbildet und so die elastische und die harte Kunststoffkomponente irreversibel miteinander verbunden sind. Derartige vorteilhafte Materialkombinationen zwischen der lackierten Werkstoffkomponente und der harten Kunststoffkomponente wie z. B. Polycarbonat oder Polyamid, gekoppelt über eine elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht, können mit TPU-Materialien wie z. B. Elastollan 85 Shore A realisiert werden.

[0058] Beim Einsatz des Sandwichspritzgießens unter Einsatz einer Elastomerhautkomponente werden die einzelnen Komponenten in einem Verfahrensschritt eingespritzt.

[0059] Die Zwischenschicht aus der elastischen Kunststoffkomponente bildet dabei durch kovalente Bindungen eine gute Haftung zur Lackoberfläche aus. Vorteilhafterweise bildet die elastische Kunststoffkomponente neben adhäsiven Bindungskräften auch kovalente Bindungen zur harten, thermoplastischen oder duromeren Kunststoffkomponente aus, um einen stabilen Verbund zwischen „Werkstoff/Lack/elastischer Kunststoffkomponente/harter Kunststoffkomponente“ zu realisieren.

[0060] Die elastischen Eigenschaften der Kunststoffkomponente, vorzugsweise TPU, kompensieren gleichzeitig die durch die Verarbeitungsschwindung auftretenden Zugspannungen, wie auch unter Einsatzbedingungen auftretende Schwingungs- und Spannungszustände.

[0061] Das Verfahren kann zur Herstellung von Verbunden als Bauteile oder auch als Komponenten für die Bereiche der Oberflächenveredlung zur dekorativen oder funktionellen Gestaltung der Bauteiloberflächen eingesetzt werden. Anwendungsbereiche können sein:

Automotivbereich und Haushaltbereich z. B.:

- + Aufspritzen von leitfähigen Kunststoffformteilen
- + Aufspritzen von dekorativen Oberflächenkomponenten
- + Aufspritzen von Bedienelementen
- + Aufspritzen von Dichtelementen
- + Aufspritzen von Lichtleitelementen
- + Aufspritzen von Halterungs- und/oder Funktionselementen (Gewindeaugen, Nocken, Ösen, Schnappverbindungselementen, Scharnieren etc.)
- + Aufspritzen von Dicht- und Federelementen
- + Aufspritzen von Versteifungselementen (Rippen, Rippenstrukturen)
- + Aufspritzen von Tribomaterial-Gleitelementen wie z. B. aus chemisch gekoppelten Polyamid-PTFE-Materialien.

[0062] Die erfindungsgemäß eingesetzte Werkstoffkomponente kann vorteilhafterweise Metall, Holz, duromere Holzwerkstoffe, Kunststoff, WPC (Wood Plastic Composite), SMC, Keramik oder eine Werkstoffkombination dieser Werkstoffe sein. Als Werkstoffkomponente, die als lackierte Basismaterialien eingesetzt werden, können Bleche, Metallformteile, Automotivteile aus Metall und/oder Kunststoff, Behälter, Holz-(form-)teile als Massivholz, Spanverbund oder WPC (Wood Plastic Composite), Kunststoff-(form-)teile aus thermoplastischen und duromeren Materialien wie z. B. aus Phenolharzen, Epoxidharzen, GMT oder SMC zum Einsatz kommen.

[0063] Mindestens eine Oberfläche der Werkstoffkomponente wird vollständig oder nur teilweise/lokal

mit einem (teil-)vernetzba- ren Lack beschichtet, der mindestens entweder über reaktive und/oder aktivierbare Gruppen verfügt, die auch erst während der Aufbringung der elastischen Kunststoffkomponente reaktiv sind und/oder aktiv werden können, und die mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung eingehen, oder der Lack muss über funktionelle Gruppen verfügen, die mit reaktiven und/oder aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente, die während der Aufbringung der elastischen Kunststoffkomponente in der Schmelze reaktiv sind und/oder aktiv werden können, eine kovalente Bindung eingehen.

[0064] Die Lackschicht kann aus der Lösung oder Dispersion oder als Schmelze oder als Pulver oder als bei Raumtemperatur flüssiges (100%-)System (lösungsmittelfreier, reaktiver Lack) auf die Werkstoffkomponente über bekannte Verfahren aufgebracht werden, und wird dann verfilmt und ausgehärtet. Unter Aushärtung der Lackschicht wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung verstanden, dass ein stabiler, (teil-)vernetzter, einsatzfähiger Lackfilm mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) (re-)aktivierbaren Gruppen (wie z. B. Isocyanat-, blockierte Isocyanat-, Uretidion- und/oder Allophanatgruppen und/oder Epoxygruppen) oder funktionellen Gruppen vorliegt, der umformstabil ist, und dessen (re-)aktive und/oder (re)aktivierbare oder funktionellen Gruppen ohne ein Aufschmelzen der Lackschicht in der Grenzfläche während der Verbundherstellung kovalente Bindungen mit einer elastischen Kunststoffkomponente ausbilden, wenn diese mittels eines thermischen Verfahrens aufgebracht wird. Unter Ausnutzung der Schmelzwärme bei dem thermischen Aufbringen der elastischen Kunststoffkomponente werden neben der Ausbildung von adhäsiven Bindungskräften auch chemische Reaktionen initiiert, die zur Ausbildung der kovalenten Bindungen führen. Das gleichzeitige Vorliegen von adhäsiven Kräften und zusätzlichen kovalenten Bindungen führt zu einer erhöhten, technisch nutzbaren Verbundfestigkeit.

[0065] Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird eine neue Qualität der Verbundbildung erreicht. Bei der Verbundbildung bildet die Lackschicht einen form- und kraftschlüssigen langzeitstabilen Verbund einerseits mit der Werkstoffoberfläche und andererseits mit der elastischen Kunststoffkomponente über adhäsive und vor allem kovalente Bindungen.

[0066] Sofern der Verbund der Lackschicht mit der Werkstoffkomponente nicht über die ausreichende Elastizität für Umformprozesse verfügt, so kann dies durch Auswahl einer entsprechenden elastischen Kunststoffkomponente und/oder deren Schichtdicke erreicht werden.

[0067] Somit kann der erfindungsgemäße Verbund bei entsprechender Materialauswahl sowohl vor als

auch nach seiner Verbundherstellung umgeformt werden.

[0068] Es kann beispielsweise:

- (a) ein mit Lack beschichtetes Bau- oder Formteil als beschichtete Werkstoffkomponente, z. B. aus Metall oder Kunststoff, in das Werkzeug einer Spritzgießmaschine eingelegt werden und nach dem Schließen des Werkzeugs die elastische Kunststoffkomponente partiell/lokal und/oder flächig aufgespritzt oder umspritzt werden, oder
- (b) ein beschichtetes Halbzeug als beschichtete Werkstoffkomponente, z. B. in Form eines lackierten Bleches, in das Werkzeug einer Spritzgießmaschine eingelegt werden, im Werkzeug der Spritzgießmaschine umgeformt werden und entweder die elastische Kunststoffkomponente direkt an das umgeformte Teil gespritzt oder in einem Dreh-teller-Werkzeug in einer anderen Werkzeug-Position die elastische Kunststoffkomponente mit einem Spritzgießaggregat partiell/lokal und/oder flächig auf das umgeformte Teil gespritzt werden.

[0069] Werden mehrere Kunststoffkomponenten gespritzt, so wird als erste Komponente eine dünne elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht gespritzt und folgend die harte oder elastische zweite Kunststoffkomponente, die die Bauteileigenschaften realisiert. Die Kunststoffkomponenten können im Mehrkomponentenspritzgießen nacheinander oder in der Sonderform des Sandwichspritzgießens in einem Verfahrensschritt verarbeitet werden.

[0070] Verfahrensmäßig werden die beschichteten Werkstoffkomponenten manuell oder durch Roboter zur Verbundbildung in ein auf der Spritzgießmaschine befestigtes geöffnetes Spritzgießwerkzeug eingelegt und fixiert. Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges erfolgt das Einspritzen oder Umschäumen mit mindestens der elastischen Kunststoffkomponente und/oder mit mehreren Komponenten in die Werkzeugkavitäten. Die Werkzeugkavitäten bilden dabei die Konturen für die aufzubringenden Kunststoffelemente.

[0071] Vorteilhaft ist dabei auch, dass eine Überdeckung der beschichteten Werkstoffkomponente mit dem Lack und/oder der elastischen Kunststoffkomponente vollständig oder lokal/teilweise erfolgen kann.

[0072] Ebenso ist vorteilhaft, dass die Verfahren zum thermischen Aufbringen der elastischen Kunststoffkomponente auch kombiniert werden können, beispielsweise durch eine Kombination von Spritzgießen und Schäumen (Dolphin-Verfahren) erfolgen kann.

[0073] Die langzeitstabile Verbundbildung im erfindungsgemäßen Werkstoff-Kunststoff-Verbund beruht

dabei neben den adhäsiven Bindungskräften auf zusätzliche kovalente Bindungen, die durch chemische Reaktionen während der Verbundherstellung und unter Ausnutzung der Schmelzwärme bei der Aufbringung der elastischen Kunststoffkomponente ausgelöst/initiiert werden.

[0074] Nachfolgende beispielhafte Kombinationen der erfindungsgemäßen Werkstoff-Kunststoff-Verbunde sind möglich und vorteilhaft:

- Werkstoff/Lack/TPU(→ als Funktionselement)
- Werkstoff/Lack/TPU(→ als Zwischenschicht)/TPU* (TPU* ... zweite TPU-Komponente)
- Werkstoff/Lack/TPU(→ als Zwischenschicht)/Polyamid
- Werkstoff/Lack/TPU(→ als Zwischenschicht)/Polycarbonat
- Werkstoff/Lack/TPU(→ als Zwischenschicht)/Polyester

[0075] Dabei können TPU, Polyamid, Polycarbonat und Polyester sowohl unmodifiziert als auch mit bekannten Füll- und/oder Verstärkungsstoffen modifiziert zur Verbundbildung eingesetzt werden.

[0076] Sofern die elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht realisiert wird, kann diese Dicken von 0,1 bis 10 mm, vorzugsweise zwischen 0,5 und 2 mm, aufweisen. Die Modifizierung der Elastomer-Zwischenschichtkomponente wie z. B. TPU kann bekanntermaßen mit überschüssigen freien oder blockierten Isocyanat- und/oder Uretdion- und/oder Allophanat-Gruppen oder mit überschüssigen Hydroxygruppen erfolgen, um eine optimale Verbundbildung/Kopplung zur Lackschicht und gegebenenfalls zur weiteren Kunststoffkomponente zu erreichen.

[0077] Durch Lackierung behandelte und gegebenenfalls umgeformte Bauteile als lackbeschichtete Werkstoffkomponenten können somit, gegebenenfalls sogar ohne zusätzliche aufwändige Umform- und/oder Zerspanungsprozesse (für Hinterschneidungen oder mechanische Verankerungselemente) und insbesondere ohne Klebprozesse, mit Funktions- und Dekorativelementen zu einem Verbund komplettiert werden, der haftfest ist und für den eine nachträgliche Lackierung vermieden werden kann. Eine nachträgliche Lackierung von Flächen, in der sehr aufwändig die aufgespritzten Kunststoffelemente abgedeckt werden müssen, ist nicht mehr erforderlich.

[0078] Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Vergleichsbeispiel 1 (Stand der Technik)

[0079] Als Werkstoffkomponente wurde eine Stahlplatte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) unbe-

schichtet eingesetzt. Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert. Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (TPU, Elastollan 1185 A10) bei einer Schmelzetemperatur von 215°C.

[0080] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 2 mm. Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem unbeschichteten Stahlbauteil erfolgte mit einem Rollenschältest in Anlehnung an DIN EN 2243T3. Die Schälkraft betrug 35 N.

[0081] Für technische Anwendungen ist dieser Wert keine ausreichende Verbundfestigkeit.

Vergleichsbeispiel 2 (Stand der Technik)

[0082] Als Werkstoffkomponente wurde eine Aluminiumplatte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) unbeschichtet eingesetzt. Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0083] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan 1185 A10) bei einer Schmelzetemperatur von 215°C.

[0084] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 2 mm. Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem unbeschichteten Aluminiumbauteil erfolgte mit einem Rollenschältest in Anlehnung an DIN EN 2243T3. Die Schälkraft betrug 85 N.

[0085] Für die meisten technischen Anwendungen ist diese Verbundfestigkeit nicht ausreichend.

Beispiel 1

[0086] Als Werkstoffkomponente wurde eine Stahlplatte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 1 mit der Zusammensetzung: 32% amorphes OH-funktionalisiertes Polyesterharz, 8% teilkristallines Polyesterharz, 25% Uretdion-Härter, 2% Epoxid und 0,5% Katalysator sowie 30% Weißpigment (TiO₂) und Additive (Verlaufsmittel, Entgasungsmittel), (teil-)ausgehärtet als Allophanatlack) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 60 bis 70 µm.

[0087] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0088] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan 1185 A10) bei einer Schmelztemperatur von 215°C.

[0089] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 1,5 mm.

[0090] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem lackierten Stahlbauteil erfolgte mit einem Rollenschältest in Anlehnung an DIN EN 2243T3. Die Schälkraft betrug 245 N.

[0091] Für technische Anwendungen im Vergleich zur Verbundbildung im Vergleichsbeispiel 1 weist dieser Wert eine gute Verbundfestigkeit auf.

Beispiel 2

[0092] Als Werkstoffkomponente wurde eine Aluminium-Platte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 1 s. Beispiel 1) beschichtet. Die Schichtdicke betrug ca. 80 µm.

[0093] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0094] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan C 85 A10) bei einer Schmelztemperatur von 215°C.

[0095] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 2 mm.

[0096] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem lackierten Aluminiumbauteil erfolgte mit einem Rollenschältest in Anlehnung an DIN EN 2243T3. Die Schälkraft betrug 186 N.

[0097] Für technische Anwendungen im Vergleich zur Verbundbildung im Vergleichsbeispiel 2 ist dies eine gute Verbundfestigkeit.

Beispiel 3

[0098] Als Werkstoffkomponente wurde eine Stahlplatte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 2 mit der Zusammensetzung: 39% amorphes OH-funktionalisiertes Polyesterharz, 10% teilkristallines Polyesterharz, 15% Uretion-Härter, 2% Epoxid und 0,5% Katalysator sowie 30% Weißpigment (TiO₂) und Additive (Verlaufsmittel, Entgasungsmittel), (teil-)ausgehärtet als Allophanatlack) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 70 bis 80 µm.

[0099] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0100] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan C85 A10, haftungsmodifiziert mit 5 Ma.-% MDI (Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat)) bei einer Schmelztemperatur von 215°C als dünne Schicht von 0,8 mm. Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm). In einem zweiten Schritt wird die so lokal mit einer TPU-Schicht oberflächenmodifizierte Stahlplatte in einem zweiten Werkzeug mit einem PA6 Ultramid B3EG 6 in einem Overmolding-Prozess überspritzt.

[0101] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem PA und dem lackierten Stahlbauteil erfolgte mit einem Schertestverfahren. Die Scherkraft betrug 320 N.

[0102] Für technische Anwendungen belegt dieser Wert eine sehr gute Verbundfestigkeit.

Beispiel 4

[0103] Als Werkstoffkomponente wurde eine Aluminiumplatte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 2 s. Beispiel 3) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 60 bis 70 µm.

[0104] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0105] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan 1185 A10, haftungsmodifiziert mit 3 Ma.-% MDI (Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat)) bei einer Schmelztemperatur von 215°C als dünne Schicht von 0,5 mm. Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm). In einem zweiten Schritt wird die so lokal mit einer TPU-Schicht oberflächenmodifizierte Aluminiumplatte in einem zweiten Werkzeug mit einem PC Lexan 121 in einem Overmolding-Prozess überspritzt.

[0106] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem PC und dem lackierten Aluminiumbauteil erfolgte mit einem Schertestverfahren. Die Scherkraft betrug 460 N. Für technische Anwendungen ist dies eine sehr gute Verbundfestigkeit.

Beispiel 5

[0107] Als Werkstoffkomponente wurde eine Aluminium-Platte/Halbzeug der Abmessung 100 × 100 × 1 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 1, s. Beispiel

1) beschichtet. Die Schichtdicke betrug ca. 80 µm.

Beispiel 7

[0108] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, in dem eine Tiefziehform für Umformprozesse (Demonstratorbauteil: Näpfchenform) integriert war, eingelegt. Das Werkzeug war in einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt und fixiert.

[0109] Mit dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte der Umformprozess des beschichteten Aluminiumbauteils zu einem Demonstratorbauteil (Näpfchenform). Anschließend wurde sofort im zweiten Schritt ein thermoplastisch verarbeitbares Polyurethan (Elastollan C60 D, haftungsmodifiziert mit 3 Ma.-% MDI (Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat)) bei einer Schmelztemperatur von 215°C so eingespritzt, dass ein TPU-Formkörper mit Probekörperabmessungen (TPU-Verbundfläche auf dem Aluminiumformteil 4 × 10 (in mm)) lokal/senkrecht auf der umgeformten Demonstrator-/Näpfchenoberfläche ausgebildet wurde.

[0110] Die Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem eingespannten lackierten Aluminiumbauteil wurde in Anlehnung an den Zugversuch DIN ISO 53455 bestimmt. Die Zugfestigkeit betrug 23,6 N/mm², was eine gute Verbundfestigkeit für technische Anwendungen ist.

Beispiel 6 (Schäumen: Dolphin-Technologie/Skinform-Verfahren)

[0111] Als Basismaterial wurde eine Aluminium-Platte der Abmessung 120 × 50 × 2 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 2, s. Beispiel 3) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 70 bis 80 µm.

[0112] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0113] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte dann in der Spritzgießmaschine im zweiten Schritt das Überfluten mit einem Polyurethan (Dolphin-Technologie, Fa. ENGEL bzw. Skinform-Verfahren, Fa. Krauss-Maffei). Durch die chemische Kompatibilität zwischen Lackschicht und dem Polyurethan sowie durch die Ausbildung zusätzlicher kovalenter Bindungen wird eine gute Haftung der beiden Materialien miteinander erzielt.

[0114] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und dem lackierten Aluminiumbauteil erfolgte wiederum mit einem Schältestverfahren. Die Schälkraft betrug 160 N und ist eine gute Verbundfestigkeit für viele technische Anwendungen.

[0115] Als Basismaterial wurde eine MDF-Platte (mitteldichte Faserplatte) der Abmessung 120 × 50 × 4 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 1, s. Beispiel 1) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 60 bis 70 µm.

[0116] Die Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0117] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan 1185 A10, haftungsmodifiziert mit 5 Ma.-% MDI (Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat)) bei einer Schmelztemperatur von 200°C.

[0118] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 2 mm. Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und der lackierten MDF-Platte erfolgte mit einem Schältestverfahren. Die Schälkraft betrug 165 N. Dies ist für diese Materialkombination eine gute Verbundfestigkeit.

Beispiel 8

[0119] Als Basismaterial wurde eine SMC-Platte (Sheet Molding Compound, SMC-Class A, Polytec Group), der Abmessung 120 × 50 × 4 (in mm) mit Pulverlack (PUR-Pulverlack 2, s. Beispiel 3) beschichtet. Die Schichtdicke betrug 70 bis 80 µm.

[0120] Die SMC-Platte wurde in ein Spritzgießwerkzeug, das auf einer Spritzgießmaschine mit 500 kN Schließkraft aufgespannt war, eingelegt und fixiert.

[0121] Nach dem Schließen des Spritzgießwerkzeuges durch die Spritzgießmaschine erfolgte das Einspritzen eines thermoplastisch verarbeitbaren Polyurethans (Elastollan 1185 A10, haftungsmodifiziert mit 3 Ma.-% MDI (Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat)) bei einer Schmelztemperatur von 200°C.

[0122] Die überspritzte Fläche besaß die Abmessungen von 120 × 25 (in mm), Dicke: 1,5 mm.

[0123] Die Prüfung der Verbundfestigkeit zwischen dem TPU und der lackierten SMC-Platte erfolgte mit einem Schältestverfahren. Die Schälkraft betrug 170 N.

[0124] Dies ist für technische Anwendungen eine gute Verbundfestigkeit.

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 4109397 A1 [0003]
- EP 0721090 A1 [0008]
- EP 0721831 A1 [0008]
- DE 10029411 A1 [0008]
- DE 10149522 A1 [0008]
- DE 10317218 A1 [0008]
- DE 10329710 A1 [0008]
- EP 01699612 A1 [0009]
- EP 01086166 A1 [0010]
- WO 00/59990 [0011]
- US 6403673 C1 [0012]
- WO 2005/061203 [0014]
- DE 102005032421 A1 [0015]
- DE 19810312 [0052]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- G. Krüger et al., Adhäsion – Kleben & Dichten, 42 (1998) [0005]
- V. M. Giese, Dissertation 1995, Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Polymerwerkstoffe [0006]
- M. Weiß-Quasdorf et al., Taschenbuch für die Textilindustrie 2000 [0007]
- 23. IKV-Kolloquium Aachen 2006, S. 11 ff. [0008]
- K-Zeitung 5–9. März 2006, Fügetechnik [0013]
- DIN EN 2243T3 [0080]
- DIN EN 2243T3 [0084]
- DIN EN 2243T3 [0090]
- DIN EN 2243T3 [0096]
- DIN ISO 53455 [0110]

Patentansprüche

1. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehend aus mindestens einer Werkstoffkomponente und mindestens einer elastischen Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente kovalente Bindungen ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

2. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehend aus mindestens einer Werkstoffkomponente, mindestens einer elastischen und mindestens einer thermoplastischen, harten Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren und die thermoplastische, harte Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf der elastischen Kunststoffkomponente durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist oder die elastische und die thermoplastische, harte Kunststoffkomponenten im Sandwich-(Spritzgieß-)Verfahren mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht sind und die elastische Kunststoffkomponente die Verbindung zwischen der Lackschicht und der thermoplastischen, harten Kunststoffkomponente bildet, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

3. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde bestehend aus mindestens einer Werkstoffkomponente, mindestens einer elastischen und einer duromeren Kunststoffkomponente, wobei die Werkstoffkomponente mit mindestens einem (teil-)vernetzten Lack beschichtet ist, dessen (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen mit funktionellen

Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente oder dessen funktionelle Gruppen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der elastischen Kunststoffkomponente eine kovalente Bindung ausgebildet haben, wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Bearbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht wieder aufgeschmolzen worden ist, und die elastische Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf die Lackschicht durch ein thermisches Auftragsverfahren und die duromere Kunststoffkomponente mindestens teilweise auf der elastischen Kunststoffkomponente durch ein thermisches Auftragsverfahren aufgebracht ist, ohne eine thermische Nachbehandlung nach der Verbundbildung.

4. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde nach Anspruch 1 oder 2 oder 3, bei denen die Werkstoffkomponente aus Metall und dessen Modifikationen, Holz und dessen Modifikationen, Kunststoff und dessen Modifikationen, Keramik und dessen Modifikationen oder deren Werkstoffkombinationen besteht.

5. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde nach Anspruch 1 oder 2 oder 3, bei denen die elastische Kunststoffkomponente aus thermoplastisch verarbeitbaren Elastomeren/thermoplastischen Elastomeren (TPE), insbesondere aus Polyurethan besteht, das funktionelle Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit (re)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der Lackschicht besitzt oder das (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit funktionellen Gruppen der Lackschicht besitzt.

6. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde nach Anspruch 1 oder 2 oder 3, bei denen als (teil-)vernetzer Lack eine Lackschicht mit kovalent gebundenen Uretdion- und/oder Allophanatgruppen und/oder blockierten und/oder freien Isocyanatgruppen und/oder Epoxygruppen vorhanden ist.

7. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde nach Anspruch 1 oder 2 oder 3, bei dem die elastische Kunststoffkomponente durch Spritzgießen oder Schäumen (Dolphin-Verfahren) aufgebracht ist.

8. Werkstoff-Kunststoff-Verbunde nach Anspruch 7, bei dem die elastische Kunststoffkomponente durch Mehrkomponentenspritzgießen oder im Sandwich-(spritzgieß-)verfahren aufgebracht ist.

9. Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden, bei dem auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)vernetzten Lack aufgebracht wird, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen

pen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen aufweist, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen wird.

10. Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden, bei dem auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)ver-netzbaren Lack aufgebracht wird, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die elastische Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionellen Gruppen aufweist und mindestens eine thermoplastische harte Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die elastomere Kunststoffkomponente im Mehrkomponentenverfahren aufgebracht wird, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen wird.

11. Verfahren zur Herstellung von Werkstoff-Kunststoff-Verbunden, bei dem auf mindestens eine Werkstoffkomponente eine Schicht aus einem (teil-)ver-netzbaren Lack aufgebracht wird, wobei der Lack (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist, und nachfolgend mindestens eine elastische Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die Lackschicht aufgebracht wird, wobei die elastische Kunststoffkomponente (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen oder funktionelle Gruppen aufweist und mindestens eine duromere Kunststoffkomponente mittels eines thermischen Auftragsverfahrens mindestens teilweise auf die elastomere Kunststoffkomponente im Mehrkomponentenverfahren aufgebracht wird, und wobei der Lack nach der Aufbringung während der gesamten weiteren Verarbeitung zu Werkstoff-Kunststoff-Verbunden nicht aufgeschmolzen wird.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem als Werkstoffkomponenten Metall und dessen Modifikationen, Holz und dessen Modifikationen, Kunststoff und dessen Modifikationen, Keramik und dessen Modifikationen oder deren Werk-

stoffkombinationen eingesetzt werden.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem als elastische Kunststoffkomponente thermoplastisch verarbeitbare Elastomere/thermo-plastische Elastomere (TPE), insbesondere Polyurethan, das (re-)aktive und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbare Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit funktionellen Gruppen der Lackschicht besitzt oder das funktionelle Gruppen zur Ausbildung von kovalenten Bindungen mit (re-)aktiven und/oder (thermisch und/oder katalytisch) aktivierbaren Gruppen der Lackschicht besitzt, eingesetzt werden.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem als (teil)vernetzbarer Lack eine Lackschicht mit kovalent gebundenen Uretidiongruppen und/oder Allophanatgruppen und/oder blockierten und/oder freien Isocyanatgruppen und/oder Epoxygruppen und/oder mit Gruppen, die während der thermischen Auftragsverfahren der Kunststoffkomponente zu Allophanatgruppen und/oder Epoxygruppen umgewandelt werden, eingesetzt wird.

15. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die elastische Kunststoffkomponente durch (Mehrkomponenten-)Spritzgießen oder Sandwich-(Spritzgieß-)Verfahren oder Schäumen (Dolphin-Verfahren) aufgebracht wird.

16. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht mit einer Dicke von 0,1 bis 10 mm und vorzugsweise von 0,5 bis 2 mm oder als Funktionsschicht aufgebracht wird.

17. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die elastische Kunststoffkomponente als Zwischenschicht oder als Funktionsschicht modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

18. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die thermoplastische harte Kunststoffkomponente modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

19. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die duromere Kunststoffkomponente modifiziert und/oder gefüllt und/oder verstärkt aufgebracht wird.

20. Verfahren nach den Ansprüchen 9 oder 10 oder 11, bei dem die Lackschicht aus einer Lösung oder Dispersion oder als Pulver oder als Schmelze oder als flüssiges 100%-System aufgebracht wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen