

Stand der Technik

Prozesstechnische Umsetzung von Kunststoffbauteilen mit metallischen Oberflächen

Inhalt:

- 1 Einleitung
- 2 Herstellung von Kunststoffteilen mit metallischen Oberflächen
- 3 Techniken für das Hinterspritzen von Folien
- 4 Techniken zur Oberflächenveredlung von Kunststoffteilen
- 5 Zusammenfassung
- 6 Anhang (Tabelle verfügbarer Standardtechnologien)

Umfang des Berichts: 14 Seiten

Leoben, April 2019

1 Einleitung

Der vorliegende Bericht zum Stand der Technik zur prozesstechnischen Umsetzung von Kunststoffbauteilen mit metallischer Oberfläche wurde im Rahmen des Projekts PolyMetal in der Förderschiene **Interreg V-A Slowenien-Österreich 2014-2020** erhoben und dient als Basis zur Entscheidungsfindung des aussichtsreichsten Verfahrens für die im Projekt zu verarbeitenden Prototypen zur Projektzielerreichung.

Metallische Oberflächen, Griffe, Verkleidungen etc. werden in technischen Anwendungen als „wertiger“ wahrgenommen als vergleichbare Teile, die aus Kunststoff gefertigt wurden. Das liegt vorwiegend an den optischen und haptischen Eigenschaften der unterschiedlichen Materialien. Der sogenannte „Cool-Touch-Effekt“, welchen Metalle im Gegensatz zu Kunststoffen aufweisen spielt dabei eine zentrale Rolle. Dieser kann einerseits über den Einsatz von thermisch leitfähigen Kunststoffadditiven erreicht werden oder andererseits durch spezielle Verarbeitungstechnologien, bei denen eine mehr oder weniger dünne Metallschicht auf den Kunststoff aufgebracht wird. Diese Herangehensweise hat den Vorteil, dass einerseits handelsübliche preiswerte Standardkunststoffe eingesetzt werden können und so gefertigte Oberflächen den Eindruck eines metallischen Bauteils erwecken können. Die Kombination von Kunststoffen und Metallen bringt jedoch aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften, wie zum Beispiel die Unterschiede bei der thermischen Ausdehnung, auch Schwierigkeiten mit sich. Auch bei der Auswahl der Prozesstechnik sind aufgrund der unterschiedlichen Verarbeitungstemperaturen Grenzen gesetzt. So kommt zum Beispiel für Kunststoffteile auf Grund ihrer begrenzten Formbeständigkeitstemperatur nur eine beschränkte Anzahl an Beschichtungsverfahren in Frage.

2 Herstellung von Kunststoffteilen mit metallischen Oberflächen

Um Kunststoffbauteile mit metallischen Oberflächen herzustellen stehen prinzipiell zwei Wege zur Wahl. Entweder werden Metallfolien in einem Spritzgussprozess mit Kunststoff hinterspritzt oder ein fertiges Kunststoffteil wird nach der Herstellung (durch Spritzgießen oder mit einem anderen Prozess) mit Metall beschichtet. Zur Umsetzung dieser Methoden stehen mehrere verschiedene Techniken mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen zur Wahl. Abbildung 1 bietet einen groben Überblick über relevante Techniken.

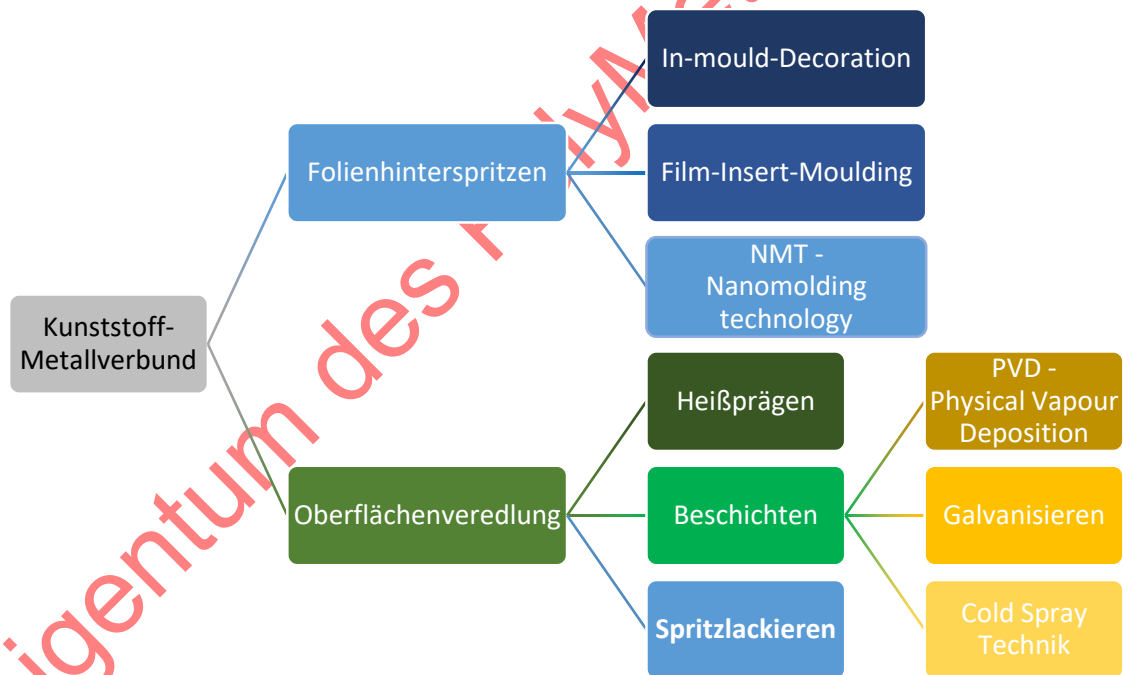


Abbildung 1: Relevante Techniken zur Herstellung von Kunststoff-Metall-Verbunden.

3 Techniken für das Hinterspritzen von Folien

Für das Hinterspritzen von Folien stehen wiederum mehrere spezifische Verarbeitungsvarianten zur Verfügung, die jeweils Vor- und Nachteile mit sich bringen. Die prozesstechnisch einfachste Variante ist der sogenannte In-Mold-Decoration (IMD) Prozess (Schematisch in Abbildung 2 dargestellt). Bei diesem wird eine Endlosfolie automatisch in der Spritzgussform platziert (1), dann wird die Folie in der Form fixiert und durch ein Vakuum angesaugt (2), daraufhin wird die Form geschlossen und der Kunststoff üblicherweise amorphe Kunststoffe wie Polycarbonat (PC) oder Acrylnitril-butadien-Styrol (ABS) – eingespritzt (3). In einem letzten Schritt (4) wird das fertige Kunststoff/Metall-Teil entnommen.

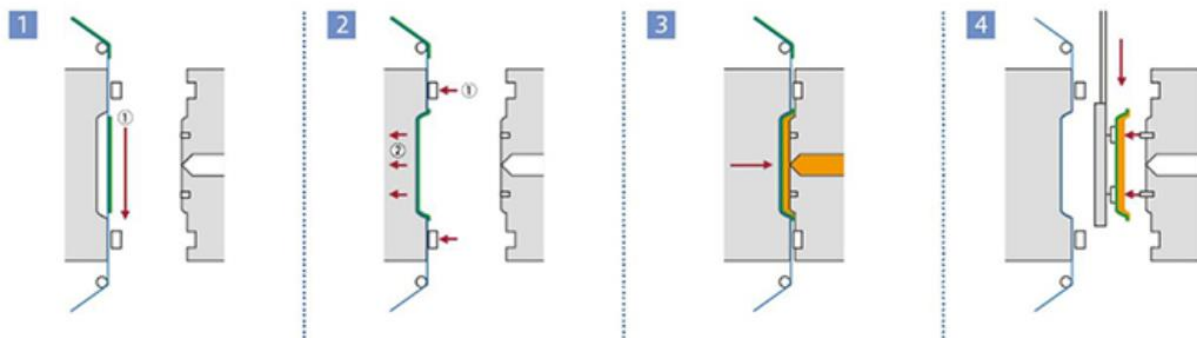


Abbildung 2: Schematischer Ablauf des In-Mold-Decoration Prozesses. (www.nissha.com)

In der Regel ist bei diesem Verfahren keine oder nur geringfügige Nachbearbeitung des Verbundbauteils notwendig, was diese Herstellungsmethode in Bezug auf die Zykluszeiten und die Kosten vergleichsweise Effizient macht. Der größte Nachteil dieser Methode ergibt sich aus der eingeschränkten Dehnbarkeit der eingesetzten Folien. Da sich die eingesetzten Folien nur in sehr begrenztem Maß dehnen lassen, ist eine Fertigung von Bauteilen mit einer ausgeprägten Dreidimensionalität daher nicht möglich. Die Folien würden einreißen, an scharfen Kanten beschädigt werden und eine ungleichmäßige Oberflächenqualität wäre die Folge. Des Weiteren ist die Konstruktion von entsprechenden Werkzeugen (Trennebenen, Anspritzstelle, etc.) etwas komplexer.

als bei herkömmlichen Spritzgussformen, da ein schlecht konstruiertes Werkzeug zur Faltenbildung oder zum Einreißen der Folie führen kann.

Es werden mittlerweile auch Varianten dieses Prozesses angeboten, bei denen die Folie im Werkzeug, zwischen Schritt 1 und 2 gewärmt wird um eine größere Flexibilität der Folien und Formbarkeit zu ermöglichen. Eine andere Variante des Verfahrens erlaubt, es die Folie an zwei Seiten des Kunststoffbauteils zu positionieren. Lösungen für das IMD-Verfahren werden von zahlreichen Werkzeugbauern, Spritzgießern und Maschinenbauern angeboten. Maschinenbauliche Lösungen werden beispielsweise von Engel Austria GmbH (Schwertberg, Österreich) oder Krauss Maffei Technologies GmbH (München, Deutschland) umgesetzt.

Beim Film-Insert-Molding (FIM) wird die zu hinterspritzende Folie nicht automatisch von einer Rolle abgespult und in der Form positioniert, sondern zuerst in einem Thermoformprozess auf die spätere Bauteilgeometrie vorgeformt. Im Anschluss wird dies zugeschnitten oder ausgestanzt und erst danach in dem Werkzeug der Spritzgussmaschine positioniert. Die üblicherweise eingesetzten Kunststoffe sind dieselben wie beim IML-Verfahren (In Mold Labeling), bei hochwertigen Teilen kommt auch Polyamid 12 (PA12) zum Einsatz. Diese Herangehensweise beim FIM ist zwar aufwändiger und erfordert längere Zykluszeiten, ermöglicht jedoch die Herstellung von Bauteilen mit etwas ausgeprägterer Dreidimensionalität als dies beim IMD-Verfahren möglich ist.

Die Nanomolding Technik ist ein Verfahren das, dazu dient die Verbindung zwischen Kunststoffbauteil und Metallfolie zu verbessern. Diese Thematik ist aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften (u.a. thermische Ausdehnung etc.) und Haftungsproblemen mancher Materialkombinationen ein wichtiger Faktor bei der Herstellung hochwertiger Verbundteile. Um eine Verbesserung der Haftung zwischen Metall und Kunststoff zu erwirken, werden die Metallfolien bevor sie im Spritzgussprozess mit dem Kunststoff in Kontakt kommen vorbehandelt. Diese Vorbehandlung umfasst insgesamt vier Schritte bei denen die Folie in unterschiedliche Chemikalienbäder getaucht wird. Diese Chemikalien ermöglichen eine starke

Verbindung zwischen Kunststoff und der Folie, welche auch durch starke mechanische Beanspruchung nicht mehr getrennt werden kann.

Der Nachteil dieser Technologien ist, dass die eingesetzten Folien meist sehr dünn sind, was in Bezug auf Verarbeitbarkeit und Kosten zwar sinnvoll ist, jedoch meist keinen Cool-Touch Effekt ermöglicht. Beim IMD- und FIM-Verfahren wäre es aufgrund der Dicke der eingesetzten Folien aber möglich, gefüllte, wärmeleitfähige Kunststoffe einzusetzen, um einen höheren Wärmetransfer zu ermöglichen.

Eigentum des PolyMetal Projektes

4 Techniken zur Oberflächenveredelung von Kunststoffteilen

Das Heißprägen, das Beschichten und das Spritzlackieren von Kunststoffteilen erfolgt nach der Herstellung des Bauteils in einem separaten Prozessschritt. Bei Heißprägen wird, vergleichbar mit dem IMD-Verfahren, eine Folie auf das Kunststoffteil aufgebracht. Dies geschieht jedoch nicht direkt bei der Bauteilherstellung, sondern – wie bei allen Veredelungsmethoden – in einem separaten Nachfolgeschritt (Abbildung 3), was eine Beschichtung aufwändiger macht und aus wirtschaftlicher Sicht als Nachteil zu werten ist. Die Vorteile gegenüber dem IMD-Verfahren sind größere Freiheiten bei der Werkstoffauswahl und der Bauteilgeometrie. Die eingesetzten Folien sind meist dünner als jene die im IMD- oder FIM-Verfahren eingesetzt werden, was dazu führt, dass Füllstoffpartikel durch die Folie durchscheinen oder durchdrücken können, was sich negativ auf die Haptik und Optik der Bauteile auswirkt. Als Anbieter für Gesamtlösungen für das Heißprägeverfahren (Prozesstechnik und Metallfolie) sind unter anderem Leonhard Kurz Stiftung & Co KG (Fürth, Deutschland) und MADAG AG (Fahrweid, Schweiz) zu nennen. Als Alternative dazu stehen für eine Oberflächenveredelung unterschiedliche Beschichtungstechniken zur Verfügung.

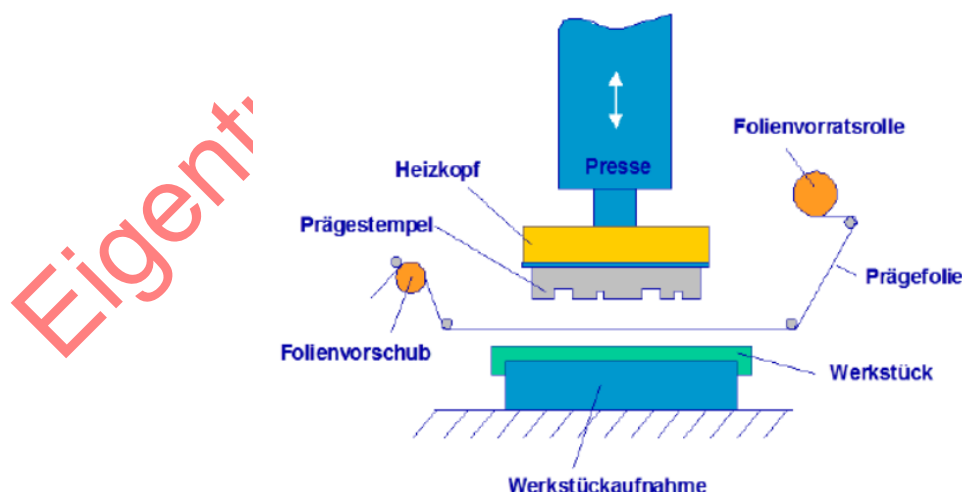


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Heißprägeverfahrens (www.mid-tronic.de)

Für die Auswahl eines geeigneten Beschichtungsprozesses für Kunststoffteile, denen ein Cool-Touch-Effekt verliehen werden soll, sind vor allem zwei Parameter von zentraler Bedeutung: Die Temperatur bei der das Bauteil beschichtet werden soll und die erreichbare Schichtdicke. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist, schränkt die Beschichtungstemperatur die Auswahl der verfügbaren Beschichtungstechniken für Kunststoffe stark ein.

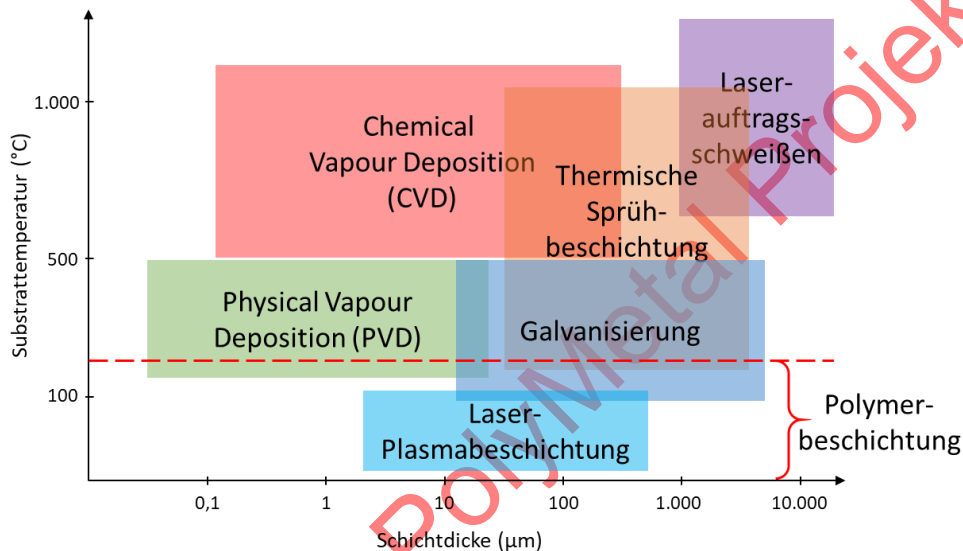


Abbildung 4: Prozesstemperaturen und realisierbare Schichtdicken unterschiedlicher Beschichtungstechnologien. (www.plasma-innovations.com)

Aufgrund der Temperaturempfindlichkeit von Kunststoffen sind CVD und Laserauftragsschweißen völlig auszuschließen und bei thermischen Sprühbeschichtungsmethoden ist nur die so genannte Cold Spray Technik eine Option. Das Erreichen einer gewissen Schichtdicke ist, wie bereits erwähnt, für die Realisierung eines Cool-Touch-Effekts von großer Bedeutung.

Beim PVD-Verfahren werden sehr dünne Metallschichten in einer Vakuumkammer auf ein Bauteil aufgebracht. Dabei werden durch Beschuss mit energiereichen Ionen Atome aus einer Kathode gelöst. Diese herausgelösten Atome gehen in eine Gasphase über und werden durch eine angelegte Spannung bzw. ein Magnetfeld auf das zu

beschichtende Bauteil übertragen. Mit diesem Verfahren lassen sich auch unterschiedliche Mehrschichtbeschichtungen realisieren. Ein Vorteil dieser Technik ist, dass im Gegensatz zum Galvanisieren auf den Einsatz von umweltbelastenden Chemikalien verzichtet werden kann, was sich unter anderem positiv auf die Betriebskosten auswirkt, außerdem entfallen Entsorgungskosten für diese Stoffe. Nachteilig ist, dass die zu beschichtenden Oberflächen sehr glatt sein müssen, was gegen den Einsatz von gefüllten Thermoplasten im Trägerbauteil spricht. PVD Verfahren werden unter anderem vom Nanogate SE (Quirschied-Göttlborn, Deutschland) und Benseler Beschichtungen Bayern GmbH & Co. KG (Bogen, Deutschland) angeboten. Ein Anbieter für eine in den Spritzgussprozess integrierte Inline-PVD Lösung ist die Firma Varioplast Konrad Däbritz GmbH (Ötisheim, Deutschland).

Beim Galvanisieren von Kunststoffteilen wird – wie auch beim Galvanisieren von Metallen – in ein elektrolytisches Bad Strom geleitet. Das Metall mit dem beschichtet wird befindet sich an der Anode, das zu beschichtende Bauteil an der Kathode. Von der Verbrauchskathode werden durch den Strom Ionen gelöst, welche sich in weiterer Folge am Bauteil abscheiden. Die Schichtdicke kann durch die Stromstärke beeinflusst werden. Großtechnisch werden zur Galvanisierung von Kunststoffen entweder die Direktmetallisierung (Futuron-Verfahren) oder die konventionelle Prozessreihenfolge mit einer über Beizen aktivierten stromlosen Metallisierung als erste metallische Prozessstufe angewandt. Diese Methode wird vorwiegend für dekorative Anwendungen eingesetzt. Die Herstellung von optisch ansprechenden Oberflächen von gefüllten Kunststoffen mittels Galvanisierung ist nach Angaben der Firma Friedrich Keim Kunststoffbearbeitung und –veredlung GmbH (Werdohl, Deutschland) aufgrund der realisierbaren Schichtdicken bis zu einem moderaten Füllstoffgehalt (Glasfaseranteil von bis ca. 30%) möglich. Durch die Variabilität der Schichtdicken lässt sich auch ein Cool-Touch-Effekt umsetzen. Die üblicherweise zur Beschichtung eingesetzten Kunststoffe sind ABS, PC, ABS/PC Blends, PA6, PA66, mineral- und glasfasergefüllte

oder schlagzähmodifizierte (Friedrich Keim Kunststoffbearbeitung und –veredlung GmbH) bzw. teilaromatische Polyamide (Galvoplast AG, Pratteln, Schweiz)

Bei der Cold Spray Beschichtung wird ein Metallpulver durch ein erhitztes Gas mit sehr hoher Geschwindigkeit (Überschall) auf ein Bauteil geschossen. Die hohe Aufprallgeschwindigkeit des Pulvers ermöglicht es, dass sich auch ohne ein vorhergehendes Aufschmelzen des Metalls eine fest haftende Metallschicht auf dem Bauteil ausbilden kann. Diese Methode ist jedoch kommerziell nicht weit verbreitet und auch nur mit Einschränkungen (mögliche Materialkombinationen, Kosten, etc.) einsetzbar bzw. sinnvoll.

Weitere, noch relativ neue und daher nicht weit verbreitete Methoden sind das In-Mould-Metal-Spraying, bei dem eine Metallschicht in die Spritzgussform gesprüht wird, welche sich beim Einspritzen des Kunststoffes an diesem anlagert und beim Entformen des Bauteils an diesem haften bleibt und das Laser-Plasma-Coating, bei dem die metallische Schicht mittels Plasmastrahl auf die Bauteiloberfläche übertragen wird. Dieser Prozess ist eine Modifikation der thermischen Sprühbeschichtungen.

Das Spritzlackieren wird in einem breiten Anwendungsspektrum für Metallteile und in der Unterhaltungselektronik zur Einfärbung von Kunststoffspritzgussteilen eingesetzt und ist eine gute Alternative zur Herstellung von metallisch sportlichen Designs. Der Lackierprozess wird Großteiles manuell durchgeführt. Das gesprühte Material hat im allgemeinen eine oder mehrere der folgenden Funktionen: Füllstoff, Primer, Farbe, Dekoration und Schutz. Glänzende, satte und intensive Farbgebung wird mit mehrschichtigem Grundierungslack, Decklack mit oder ohne Klarlack erreicht. Die Lackierung wird durch unterschiedliche dünne Schichten aufgebaut. In der Regel werden 2 Komponenten lösungsmittelhaltige, wasserbasierte oder UV-Lacke / Farben verwendet. Im Vergleich zu etablierten Metalleffektlacken haben einige Unternehmen (z.B. Mankiewicz Gebr. & Co., Hamburg, Deutschland und Peter Lacke GmbH, Hiddenhausen, Deutschland) neue Materialien, wie z.B. Chromersatzlacke, etc. entwickelt, die eine vollflächige Chromoptik mit Spiegel- oder Lackeffekten erzeugen.

5 Zusammenfassung

Um bei einem Kunststoffbauteil einen „Cool-Touch“-Effekt erzielen zu können wird eine gewisse Wärmeleitfähigkeit (an der Bauteiloberfläche) benötigt. Um die sehr geringe thermische Leitfähigkeit von Kunststoffen zu erhöhen und ihnen auch eine metallische Haptik zu verleihen, stehen unterschiedliche Techniken zur Herstellung bzw. Bearbeitung von Bauteilen zur Verfügung.

Für größere Stückzahlen von geometrisch einfacheren, eher in Richtung annähernd zweidimensionalen Bauteilen, bieten sich **Verfahren an, bei denen Folien hinterspritzt werden**. Diese Verfahren sind in der Regel verhältnismäßig leicht handzuhaben. Da hierbei abhängig vom eingesetzten Verfahren bzw. der Bauteilgeometrie nur geringe Vor- bzw. Nachbearbeitungen notwendig sind, sind die Zykluszeiten und Pro-Stück-Kosten verhältnismäßig günstig. Nachteilig sind bei diesen Verfahren vor allem die Beschränkungen bezüglich der Bauteilgeometrie und der verarbeitbaren Foliendicken. Sind die Folien zu dünn, ist kein ausreichender Wärmetransport möglich um die gewünschte metallische Haptik zu erzielen. Dieser kann zwar durch thermisch leitfähige Füllstoffe im Kunststoffträger erhöht werden, doch kann ein zu hoher Füllstoffanteil in Kombination mit einer zu dünnen Folie zu optisch und haptisch unzulänglichen Oberflächen führen. Des Weiteren muss zwischen Kunststoff und Metall eine ausreichende Haftung bestehen um ein späteres Ablösen der Folie vom Bauteil zu verhindern. Hierbei kann die sogenannte Nanomoldingtechnologie, welche eine hervorragende Haftung zwischen der Folie und dem Polymer bewirkt, hilfreich sein.

Ein anderer Weg sind die unterschiedlichen **Veredlungsverfahren**. Hier wird zunächst ein Kunststoffbauteil (zum Beispiel im Spritzgussverfahren) hergestellt und in einem zweiten Prozess eine entsprechende Beschichtung aufgebracht. Diese Verfahren sind logistisch und auch preislich dementsprechend aufwändiger. Beim Heißprägeverfahren wird wie beim Folienhinterspritzen eine metallische Folie auf das Bauteil aufgebracht. Dieses Verfahren erlaubt auch die Beschichtung von etwas komplexeren bzw.

ausgeprägter dreidimensionalen Bauteilen. In Bezug auf die Geometrie und die Foliendicke sind jedoch auch beim Heißprägeverfahren die Möglichkeiten begrenzt.

Für besonders komplexe Bauteile bieten sich vor allem klassische Beschichtungsverfahren wie das Galvanisieren, PVD oder Thermosprays an. Die Auswahl der einsetzbaren Verfahren wird vorweg durch die Temperaturen, die für die Beschichtung nötig sind, eingeschränkt (z.B. PVD bis zu ca. 500°C), da Kunststoffe nur vergleichsweise niedrigen Temperaturen standhalten und formstabil bleiben. Ein weiteres Kriterium ist die realisierbare Schichtdicke. Hier geht es wieder in erster Linie darum eine ausreichende Wärmemenge abzutransportieren um eine kalte Oberfläche zu suggerieren. Auch hier ist der Einsatz von wärmeleitfähigen Füllstoffen im Polymer machbar, doch kann es auch hier in Abhängigkeit vom eingesetzten Verfahren und vom Füllgrad zu unerwünschten Oberflächenfehlern oder Haftungsproblemen bei der Beschichtung kommen.

Soll ein „Cool-Touch-Effekt“ ohne metallisch veredelte Oberfläche, sei es durch eine Folie oder eine Beschichtung, erzielt werden, ist das nur über hoch gefüllte Systeme denkbar. Diese bringen jedoch zahlreiche Herausforderungen mit sich. Zum einen ist die Verarbeitung von Kunststoffen mit sehr hohen Füllstoffanteilen komplex, da sich das Fließverhalten des Materials stark verändert. Weiters sind die eingesetzten Füllstoffe in der Regel abrasiv, was zu einem raschen Verschleiß der eingesetzten Anlagen und somit erhöhten Wartungsaufwand führt. Außerdem ist zu bedenken, dass wärmeleitfähige Füllstoffe (meist Metallpulver) aufgrund möglicher Staubexplosionen bei deren Verarbeitung, nicht ganz unkritisch sind. In der Regel sind Kunststoffbauteile mit einem hohen Füllgrad matt und grau (abhängig vom eingesetzten Füllstoff). Um eine optisch und haptisch ansprechende Oberfläche zu erhalten, muss jedes Bauteil nach der Herstellung einzeln abgeschliffen und poliert werden. Somit ist diese Herangehensweise sehr aufwändig und für die Massenproduktion wirtschaftlich nicht realisierbar. Außerdem führen hohe Füllgrade bei Kunststoffen zu einer Versprödung. Das kann soweit führen, dass ein Bauteil schon bei geringen mechanischen Beanspruchungen zu Bruch geht

6 Anhang

Tabelle 1: Aktuell verfügbare Standardtechnologien zur Herstellung von Kunststoffbauteilen mit metallischen Oberflächen

Technologie	Prozesskette		Sichtdicke	Vorteile	Nachteile	Anbieter (Auswahl)	Kosten		Limitierung	Projektpotential	
	Vorbehandlung	Nachbehandlung					kl. Stückzahl	gr. Stückzahl		Gorenje	Intra-lighting
In-Mould-Decoration	keine	in der Regel nicht nötig	Abhängig vom Material und Bauteilgeometrie, aber eher gering	Prozesstechnisch einfach umzusetzen, weit verbreitet; zahlreiche Anbieter solcher Systeme	keine ausgeprägte dreidimensionalität, Geometrie limitiert, nur einseitig "beschichtet"	<u>Prozesstechnik:</u> Engel Austria GmbH, Schwertberg; Wittmann Battenfeld GmbH, Köttingbrunn; Krauss Maffei Technologies GmbH, München <u>Folien:</u> ISOSPORT <u>Verbundbauteile</u> GmbH, Eisenstadt; Baier GmbH + Co KG, Ruderberg (D); ITW CER8S, Oyonnax (F)			1. Limit Schichtdicke -> λ , Oberfläche 2. Bauteilkontour -> Deformation der Folie 3. Folienmaterial -> λ , Oberfläche 4. Füllgrad Trägermaterial -> λ , Oberfläche, Haftung	NO: Not a big potential because of the 3D Structure -> Cold Touch need more thickness	NO
Film-Insert-Moulding	Thermoformen und zuschnitt der Folie	in der Regel nicht nötig	Abhängig vom Material und Bauteilgeometrie, aber eher gering	Größere Geometrieflexibilität als bei IMD	Aufwändiger als IMD, höhere Zykluszeiten	Engel Austria GmbH, Schwertberg; Wittmann Battenfeld GmbH, Köttingbrunn; Krauss Maffei Technologies GmbH, München <u>Folien:</u> ISOSPORT <u>Verbundbauteile</u> GmbH, Eisenstadt; Baier GmbH + Co KG, Ruderberg (D); ITW CER8S, Oyonnax (F)			1. Limit Schichtdicke -> λ , Oberfläche 2. Bauteilkontour -> Deformation der Folie 3. Folienmaterial -> λ , Oberfläche 4. Füllgrad Trägermaterial -> λ , Oberfläche, Haftung	NO: Potential is higher but not for the actual project	NO
Nanomolding technology	Vorbehandlung der Folie		Abhängig vom Material und Bauteilgeometrie, aber eher gering	Stark verbesserte Haftung zwischen Metallfolie und Kunststoffträger	Möglichkeit des Einsatzes von gefüllten Kunststoffen als Träger mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit muss geprüft werden	Taisei Plas Co Ltd., Kiyosu City (JP)			Materialkombinationen	NO: The strong bonding between substrate and coating is not needed but for special need in future interesting	NO
Heißprägen	Zwei separate Prozessschritte: Herstellung des unbeschichteten Bauteils mittels verfügbarer Herstellungstechnologien (z.B. Spritzguss) und anschließendes Aufbringen der (metallischen) Folie		Meist sehr dünne Folien	Größere Freiheit bei der Werkstoffauswahl und der Bauteilgeometrie als bei IMD oder FIM	Geringer Wärmetransport durch geringe Schichtdicken, unschöne Oberflächen bei gefüllten Polymerträgern	Leonhard Kurz Stiftung & Co KG, Fürth; 3DHS coating process; MADAG AG, Fahrweid (CH)			1. Limit Schichtdicke -> λ , Oberfläche 2. Folienmaterial -> λ , Oberfläche, Haftung 3. Füllgrad Trägermaterial -> λ , Oberfläche, Haftung	NO: Technologie has potential but overall 1-4 are strongly depending on the Part geometry	NO

Technologie	Prozesskette		Sichtdicke	Vorteile	Nachteile	Anbieter (Auswahl)	Kosten		Limitierung	Projektpotential	
	Vorbehandlung	Nachbehandlung					kl. Stückzahl	gr. Stückzahl		Gorenje	Intra-lighting
Galvanisieren	Zwei separate Prozessschritte: Herstellung des unbeschichteten Bauteils mittels verfügbarer Herstellungstechnologien (z.B. Spritzguss) und anschließendes Aufbringen der Metallschicht		~10 µm bis >1000 µm	Große Flexibilität bei der Bauteilgeometrie, moderat gefüllte Kunststoffe können beschichtet werden (abhängig von der Dicke der Beschichtung), die erreichbaren Schichtdicken erlauben einen "Cool-Touch-Effekt"	Einsatz von umweltschädlichen Chemikalien nötig	<u>Prozesstechnik (Metalle, Vorbehandlung):</u> Atotech Deutschland GmbH, Berlin <u>Komplettanbieter (Galvanisierte SG-Teile):</u> Karl Simon GmbH & Co KG, Aichhalden (D), Friedrich Keim Kunststoffbearbeitung und -veredelung GmbH, Werdohl (D); Fischer Oberflächentechnologie GmbH, Katzenelnbogen (D) <u>Galvanisierung:</u> Galvoplast AG, Pratteln (CH)			1. Umwelt -> Einsatz bedenklicher Materialien 2. Schichtdicken -> Faktor Zeit 3. Füllgrad -> hohe Füllgrade führen zu schlechter Oberfläche (Optik, Haptik)	NO: ABS Limitation (Special grades) !! C6 to C3!!! Using ABS is a potential	NO
Coldspray-Technik	Zwei separate Prozessschritte: Herstellung des unbeschichteten Bauteils mittels verfügbarer Herstellungstechnologien (z.B. Spritzguss) und anschließendes Aufbringen der Metallschicht		~30 µm bis >1000 µm	Große Flexibilität bei der Bauteilgeometrie, die erreichbaren Schichtdicken erlauben einen "Cool-Touch-Effekt"	Kommerziell nicht weit verbreitet	TLBS GmbH, Wien			Nicht kommerziell verbreitet -> Kosten und mögliche Einschränkungen sind zu klären	NO: Extrem good adhesion and shiny smooth surface! hard to match a good color!	NO
Sprühlackieren	Vorbehandlung der zu lackierenden Oberflächen	in der Regel nicht nötig	~5 µm bis 25 µm pro Arbeitsschritt	Material unabhängig und weitverbreitet. Geeignet für flache und strukturierte Bauteile. Große Farbenvielfalt nach RAL, NCS, PANTONE Farbensystem -> metallic look	Technologische Prozesse und Materialien müssen im Einklang mit der Umweltgesetzgebung stehen.	<u>Zahlreiche Lieferanten solcher Systeme verfügbar:</u> Für Chromoptik ("Chromersatzlacke") relevante Anbieter: Mankiewicz Gebr. & Co., Hamburg (D); Peter Lacke GmbH, Hiddenhausen (D)			Materialkombinationen	YES: possible solution for highly filled polymers	NO
Hochgefüllte Systeme		Aufändiges Polieren des Bauteils nötig		Herstellung in herkömmlichem Spritzgussprozess	Scheldte Verarbeitbarkeit, hoher Verschleiß an der Anlage und am Werkzeug, ohne Polieren schlechte Oberflächenqualität (matt grau und rau), schlechte mechanische Bauteileigenschaften	<u>Materialien:</u> Lehmann & Voss & Co, Hamburg			1. Oberflächenqualität -> Haptik, Optik 2. Füllgrad -> Versprödung, Preis, Verarbeitbarkeit, Gewicht 3. Kosten -> teure Füllstoffe, hoher Verschleiß, aufwendige Nachbearbeitung jedes Teils	YES: (to check with post-painting if necessary)	YES: Minimum filler degree to reach propertie
								Niedrige Kosten			
								Mittlere Kosten			
								Hohe Kosten			