

Wetterstabile Niedertemperatur-Pulverbeschichtungssysteme für tiefziehfähige Aluminiumfeinbleche

Pre-coated sheets are a very attractive market with strongly increasing values. Due to the new VOC directive the use of powder coatings, the saving of cleaning and pickling steps and slim processing lines become more and more important.

Polyurethane powder coatings based upon emission free uretdione crosslinkers are known for their outstanding properties like weathering resistance, superior flow properties and surface finish quality. However, the high curing temperatures prevented the use of those powder coatings for the pre-coating of aluminum-sheets and other thermo-sensitive substrates until recently.

During the last few years highly flexible and highly glossy powder coatings were developed based upon novel catalysts which allow the coating of aluminum sheets at temperatures ≤ 150 °C. They allow to prevent crystallization and solidification processes of the aluminum-substrate which would result in a decrease of the shapeability. The pre-coated aluminum sheets are extremely shapeable by deep drawing at room temperature to 3-D-parts without showing any micro-cracks and negligible or no gloss reduction in forming zones. The use of these powder materials for the production of powder-coated 3-dimensional aluminum parts enables a complete reversal of the state of the art processing lines resulting in saving of processing steps and energy.

1 Einleitung

Blechmaterialien, die bereits ab Werk mit einer umformbaren Vor- oder Endbeschichtung versehen sind werden als interessanter Zukunftsmarkt mit hohen Wachstumserwartungen angesehen [1]. Im Hinblick auf die 2007 bevorstehende Umsetzung der VOC-Richtlinie (Lösemittelrichtlinie) in Europa wird ein Einsatz lösemittelfreier Pulverbeschichtungen in Zusammenhang mit dem durch die geänderte Prozessabfolge resultierenden hohen Einsparpotenzial (Ersatz der fertigungsintegrierten Lackierung, Einsparung von Beiz- und Reinigungsschritten) überaus attraktiv. Voraussetzung für eine Umsetzung der Band- oder Platinenbeschichtung für Aluminiumbleche sind hoch flexible Pulverlacke, die bei Temperaturen ≤ 150 °C eingebrannt werden können. Auf diese Weise kann eine Versprödung/Kristallisation des Aluminiumsubstrates während des Einbrennprozesses der Pulverlacke und damit eine daraus resultierende Reduzierung des Umformvermögens weitgehend verhindert werden.

Nach dem Stand der Technik ist eine Vorbeschichtung von Aluminiumplatinen oder *Aluminiumcoil* bisher nur mit Flüssiglacken realisiert. Eine Beschichtung mit kommerziell verfügbaren thermisch vernetzenden Niedrigtemperatur-Pulverlacken auf Basis von Epoxidharzen (epoxydierte Bisphenol A-Harze: Einbrenntemperatur ca. 120 °C) wäre aufgrund der fehlenden Bewitterungsstabilität der resultierenden Systeme nur für einen eng begrenzten Anwendungsbereich geeignet (Innenanwendungen). Allerdings ist die Flexibilität dieser Filme ebenfalls nicht ausreichend für den vorgesehenen Einsatzzweck. Ein Einsatz kommerziell verfügbarer UV-härtender Pulverlacke ist wegen unzureichender Dehnfähigkeit bzw. Flexibilität des Lackfilmes infolge hoher Vernetzungsdichte ebenfalls nicht möglich.

Keywords

low temperature curing
uretdione powder coatings
pre-coating of aluminium sheets
slim processing line
deep drawing

Bearbeiter

M. Gedan-Smolka
M. Edelmann
A. Töpfer
F. Lehmann
H. Komber

Förderer

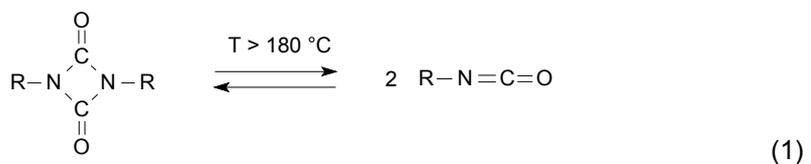
Bundesministerium für Bildung und
Forschung

Kooperation

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz
Zentrum für angewandte Forschung und Technologie (ZAFT) e.V. an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)
Degussa AG, Marl
Synthopol Chemie
Dr. rer. pol. Koch GmbH & Co. KG, Buxtehude
Akzo Nobel, Interpon, Bensheim
Goldschmidt TIB GmbH, Mannheim
Novelis Technology AG, Neuhausen, Schweiz
Sika Deutschland GmbH, Stuttgart
KEW Konzeptentwicklung GmbH, Kronach
Adphos ADVANCED PHOTONICS TECHNOLOGIES AG, Bruckmühl-Heufeld
OZF Oberflächenbeschichtungszentrum GmbH + Co., Frankenberg
Meywald GmbH & Co. KG, Bad Arolsen
Daimler Chrysler AG, Sindelfingen
KUKA Werkzeugbau
Schwarzenberg GmbH
Presspart GmbH & Co. KG, Marsberg
Albert Schmutzler GbR, Aue

Zudem treten bei höher gefüllten UV-Pulvern bzw. in Abhängigkeit von der Pigmentierung oft Probleme bei der Durchhärtung und Haftungsprobleme auf, was sich zusätzlich negativ auf eine nachfolgende Umformung auswirkt.

Polyurethan-Pulverlacke auf Basis von OH-funktionellen Polyesterpolyolen und aliphatischen oder cycloaliphatischen Isocyanathärtern sind aufgrund ihrer hervorragenden Wetterstabilität, ihrem ausgezeichnetem Verlauf und Glanz sowie ihrer im Vergleich zu anderen kommerziell verwendeten Vernetzungssystemen hohen Flexibilität für qualitativ hochwertige und langlebige Beschichtungen z. B. von Fassadenelementen geeignet. Aufgrund ihrer hohen Reaktivität müssen die Isocyanatgruppen zur Realisierung der Verarbeitungsstabilität im Herstellungsprozess der Pulverlacke durch Schmelzeextrusion und einer guten Lagerstabilität im Härter blockiert vorliegen. Aus Umweltschutzgründen und im Zuge der Umsetzung der EU-Lösemittelverordnung sind nur intern blockierte Isocyanathärter auf Basis von 1,3-Diazetidindion-2,4-dionen (Uretdionen) zur Herstellung von emissionsfrei vernetzenden Pulverlacken mit Marktchancen in Europa geeignet. Geschwindigkeitsbestimmender Schritt für die Vernetzungsreaktion ist dabei die Rückspaltung der Uretdiongruppe in freie Isocyanatgruppen.



Unkatalysiert sind Temperaturen von mindestens 190 °C erforderlich um die Uretdion-Struktur mit genügend hoher Reaktionsgeschwindigkeit in freie Isocyanatgruppen aufzuspalten. Damit sind die Vernetzungstemperaturen solcher Pulverlacke etwas höher als z. B. in anderen wetterstabilen Alternativen, wie glycidylgehärteten Carboxylpolyestern (Araldit® PT 910) oder Primid®-haltigen Pulverlacken, was aus Sicht des Energieverbrauchs im Einbrennprozess negativ zu bewerten ist. Entscheidend ist jedoch, dass für alle zuvor genannten Pulverlacke die erforderlichen Einbrenntemperaturen für eine umformstabile Beschichtung auf Aluminium wegen Substratverfestigung/-versprödung zu hoch sind. Ziel der Arbeiten im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens (BMBF 01 RV 0163) war primär die Entwicklung eines Prototyps für eine qualitativ hochwertige, hoch flexible Niedertemperatur (NT)-Pulverlack-(End-) Beschichtung, die den hohen Anforderungen eines komplexen Tiefziehprozesses genügt. Über Applikationsversuche an Realteilen war sekundär nachzuweisen, dass eine völlige Umkehrung der Prozessabfolge für die Herstellung von pulverbeschichteten 3D-Formteilen von der Pulverbeschichtung komplexer geometrischer Bauteile nach einem Umformprozess durch Tiefziehen hin zur Vorbeschichtung von Platinen mit nachfolgender Realisierung des Umformprozesses grundsätzlich möglich ist.

2 Katalyse der Reaktion Uretdion/OH-Gruppen

Grundlage für die Entwicklung eines hoch flexiblen NT-Pulverlackes war die Entwicklung einer Katalysiemöglichkeit zur Beschleunigung der Vernetzungsreaktion Uretdion-/OH-Gruppen im Rahmen eines vorangegangenen BMBF-Verbundvorhabens (BMBF 01RV 9620/4). Eine signifikante katalytische Aktivität für die Reaktion Uretdion-/OH-Gruppen wurde dabei bei Einsatz von

Dialkylzinn(IV)-dicarboxylaten, Dialkylzinn(IV)-dialkoholaten und Metall- β -dicarbonyl-Verbindungen nachgewiesen [2, 3]. Die deutlichste Absenkung des Reaktionsmaximums erfolgte bei Einsatz von Metall-Acetylacetonaten, insbesondere von Zink(II)-acetylacetonat (TEGOKAT[®] 623) mit einer Absenkung des Reaktionsmaximums um ca. 90 K im Vergleich zum unkatalysierten Modellsystem. In Gegenwart der Katalysatoren wurde zudem bei nicht-isothermen DSC-Untersuchungen (Differential Scanning Calorimetry) in allen Modellsystemen ein zweites Reaktionsmaximum bei höheren Temperaturen detektiert (Abb. 1).

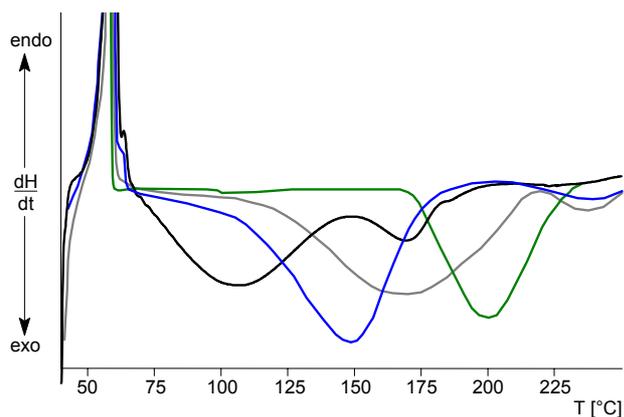


Abb. 1:
Reaktivität im Modellsystem
Uretdionhärter VPLS 2147/1,8-
Oktandiol

- Dibutylzinn(IV)-dilaurat (1 Gew.-%);
- Dibutylzinn(IV)-dibutylat (1 Gew.-%);
- Zink(II)-acetylacetonat (1 Gew.-%);
- ohne

Um die Ursache für das Auftreten des zweiten Reaktionsmaximums in Gegenwart der Katalysatoren aufzuklären, waren umfangreiche temperaturabhängige FTIR-Messungen und NMR-Untersuchungen zum Reaktionsmechanismus durchgeführt worden [4, 5].

Aus diesen Ergebnissen und weiteren intensiven Untersuchungen wurde geschlossen, dass sich der Reaktionsmechanismus in katalysierten Modellsystemen Uretdion/1,8-Oktandiol wesentlich vom Reaktionsmechanismus im unkatalysierten System, wie er beispielsweise in kommerziellen Pulverlacken auf Basis von Uretdionhärtern abläuft, unterscheidet [6, 7]. Während in letzteren Systemen eine komplette Aufspaltung des Uretdionringes in freie Isocyanatgruppen erfolgt bevor diese dann mit den OH-Gruppen des Harzes zum Urethan reagieren (Abb. 2, Reaktionsweg I), wird in Gegenwart der Katalysatoren eine direkte Reaktion des Uretdionringes mit den OH-Gruppen zum Allophanat unter Ringöffnung beobachtet. In einer zweiten Stufe bei höheren Temperaturen wird dann die Allophanatstruktur in Urethan und Isocyanat gespalten, wobei die freien Isocyanatgruppen sofort mit weiteren OH-Gruppen des Harzes ebenfalls zum Urethan reagieren (Abb. 2, Reaktionsweg II). Bei Einsatz von Zink(II)-acetylacetonat (1 Gew.-%) als Katalysator wurde darüber hinaus festgestellt, dass die Reaktion zum Allophanat im Modellsystem bei Temperaturen < 160 °C selektiv ist. Entgegen früherer Meinungen aus der Literatur konnte damit erstmalig gezeigt werden, dass die Reaktion zwischen Uretdion- und OH-Gruppen zum Allophanat in Polymerschmelze mit wirtschaftlich interessanter Reaktionsgeschwindigkeit ablaufen kann.

Die Realisierung der zweiten Reaktionsstufe ist für eine komplette Vernetzung eines Pulverlackes nicht zwingend erforderlich. Entscheidend ist die Wahl eines Uretdion-/OH-Gruppenverhältnisses von etwa 1:1. Auf diese Weise ist es nun prinzipiell möglich, in Uretdion-härtenden Systemen Vernetzungstemperaturen von deutlich < 150 °C und damit thermisch vernetzende NT-Uretdion-Pulverlacke zu realisieren.

Zur Optimierung der Katalyse wurden weitere Untersuchungen zum Einfluss der Metallkomponente auf die Aktivität der Acetylacetonate durchgeführt [8]. Es zeigte sich, dass selbst innerhalb der Substanzgruppe der Acetylacetonate große Reaktivitätsunterschiede bestehen.

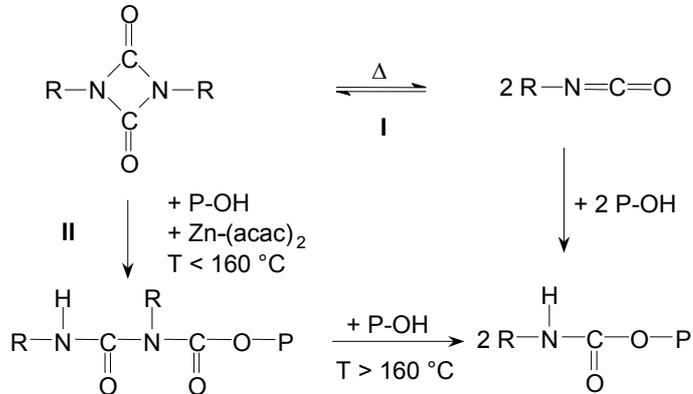


Abb. 2:
Vergleich der Reaktionswege zwischen Uretidion- und OH-Gruppen in kommerziellen Uretidionpulverlacken (I) und den katalysierten Modellsystemen (II)

Neben Zink(II)-acetylacetonat bewirken Zirkonium(IV)- und Magnesium(II)-acetylacetonat ein für den praktischen Einsatz interessantes Reaktionsverhalten. Aus den DSC-Kurven in Abb. 3 ist ersichtlich, dass in Gegenwart von Magnesium(II)-acetylacetonat beide Teilreaktionen einen relativ schmalen Reaktionspeak und damit eine im Vergleich zu den anderen katalysierten Modellsystemen hohe Reaktionsgeschwindigkeit aufweisen. Zudem sind die Reaktionspeaks selbst unter nicht-isothermen Aufheizbedingungen nahezu vollständig getrennt, was auf eine hohe Selektivität der Reaktion schließen lässt.

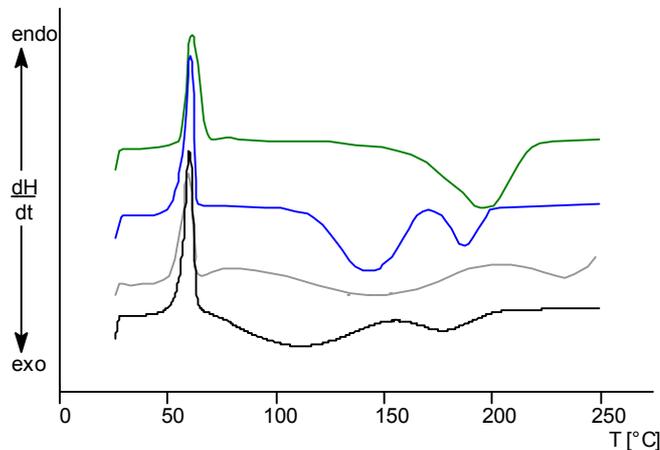


Abb. 3:
Reaktivität im Modellsystem Uretidion BF 1320/1,8-Oktandiol in Gegenwart ausgewählter Acetylacetonatkatalysatoren (1 Gew.-%)
— UAK 182 / Zn(acac)₂;
— UAK 182 / Mg(acac)₂;
— UAK 190 / Zr(acac)₄;
— UA 14, ohne Katalysator

Allerdings ist Magnesium(II)-acetylacetonat nach dem gegenwärtigen Stand der Untersuchungen von der Lage der Reaktionsmaxima, insbesondere für die Allophanatbildung, keine Konkurrenz für Zink(II)-acetylacetonat.

3 Hoch flexible, Niedertemperatur-Polyallophanat-Pulverlacke

Platinenbeschichtung von Aluminiumfeinblechen wird nach dem Stand der Technik bisher überwiegend mit flüssigen Lacksystemen realisiert. Ursache dafür sind die hohen Einbrenntemperaturen der Pulverlacke, die im Aluminiumsubstrat zu einem deutlichen Elastizitätsverlust und Abfall der statischen Festigkeitswerte führen. Eine Beschichtung mit Pulverlacken wurde deshalb bei anspruchsvollen Umformoperationen, z. B. Tiefziehprozessen, erst nach der Umformoperation am 3D-Teil realisiert.

Hauptnachteil dieses technologischen Prozessablaufes sind kostenintensive Reinigungs- und Beizschritte u. a. zur Entfernung von Umformhilfsstoffen, die nach dem Umformprozess vor der Pulverbeschichtung erforderlich sind. Mit Entwicklung der neuen Katalyse ergeben sich nun zwei Möglichkeiten diese Prozessabfolge unter Einsparung von kostenintensiven Vorbehandlungsschritten vollkommen umzukehren [9]:

1. *Einstufenhärtungsmechanismus:*

Vorbeschichtung der Aluminiumbleche und komplette Aushärtung des Pulverlackes zu einem Allophanatnetzwerk bei Temperaturen $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, die Umformung erfolgt am fertig vor- oder endbeschichteten Aluminiumblech.

2. *Zweistufenvernetzungsmechanismus:*

Vorbeschichtung der Aluminiumbleche und Teilvernetzung des Pulverlackes bei Temperaturen $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Realisierung des Allophanatnetzwerkes), Umformung des vorbeschichteten Aluminiumsubstrates mit dem teilvernetzten Lackfilm: Nach der Umformoperation wird die vollständige Vernetzung des Lackfilms bei Temperaturen von ca. $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ realisiert (Urethanvernetzung). Bei dieser Vorgehensweise wird parallel zur Aushärtung die nach der Umformoperation vielfach gewünschte Verfestigung des Aluminiumsubstrates durch Kristallisation erreicht.

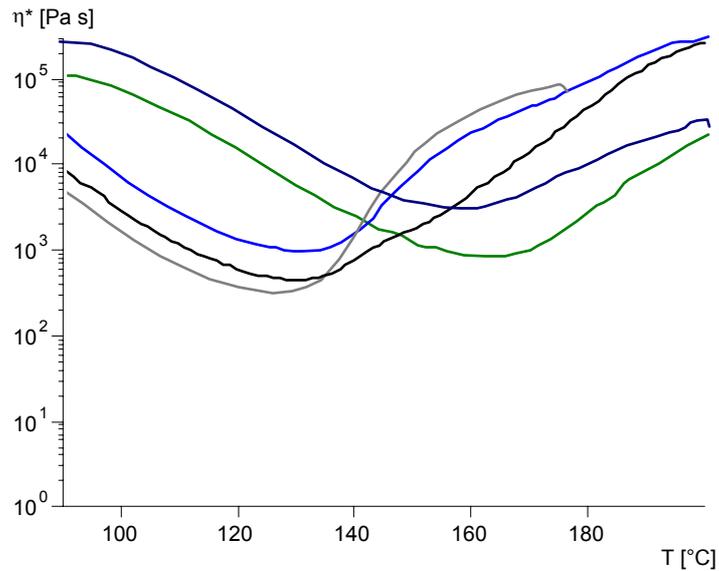
Der Vorteil von Variante 1 ist darin zu sehen, dass neben Einsparungen bei Vorbehandlungsprozessen und Einsparungen durch Beschichtung flächiger Aluminiumsubstrate noch zusätzliche Energieeinsparpotenziale durch die NT-aushärtung gegeben sind. Diese Variante wurde im Rahmen des BMBF-Projektes 01 RC0163 schwerpunktmäßig untersucht. Ausgewählte Ergebnisse sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Voraussetzung für die Realisierung von Tiefziehoperationen an vorbeschichteten Aluminiumblechen nach Variante 1 ist eine genügend hohe Flexibilität der ausgehärteten Lackschicht, die wesentlich durch die Eigenschaften des verwendeten Bindemittels (Harz/Härter) bestimmt wird. Zur Realisierung einer glatten, qualitativ hochwertigen Beschichtung bei Einbrenntemperaturen $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ war zudem die Entwicklung von rheologisch geeigneten Harzen und Härtern erforderlich, die bei den Industriepartnern Synthopol Chemie und Degussa AG realisiert wurde. Entscheidend für einen guten Verlauf des Pulverlackes sind die absolute Lage des Schmelzviskositätsminimums und die Temperatur, bei der es unter dynamischen Aufheizbedingungen ($5\text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$) erreicht wird. Ergebnisse der rheologischen Messungen (Ares/Rheometric Scientific, Oszillationstest, Platte-Platte) wurden in Abb. 4 mit einem Modellpulverlack auf Basis eines kommerziell verfügbaren Polyesters Crylcoat[®]240 (UCB), der für Pulverlacke mit Einbrenntemperaturen $> 170\text{ }^{\circ}\text{C}$ entwickelt wurde, verglichen [10].

Dabei zeigte sich, dass einige der neu entwickelten Pulverlacke ein für die Applikation vorteilhaftes Verhalten im Vergleich zum Pulverlack mit kommerziell verfügbaren Bindemittelbestandteilen (ALUE 77) aufweisen. Insbesondere eine Verschiebung des Viskositätsminimums in Richtung niedrigerer Temperaturen in Kombination mit der Absenkung des absoluten Wertes für das Viskositätsminimum (ALUE 96, ALUE 100, ALUE 102) war Voraussetzung für hoch glänzende und glatte Filme.

Abb. 4:
Vergleich der nicht-isothermen Schmelzeviskositätskurven für ausgewählte Pulverlacke in Abhängigkeit vom verwendeten Polyesterharz

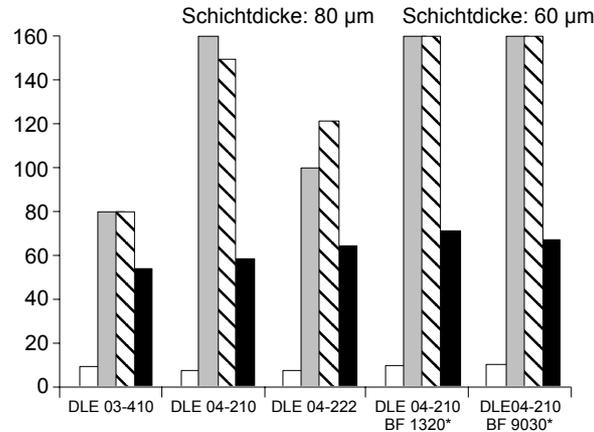
- ALUE 77, (Crylcoat 240);
- ALUE 96, (DLE 03-410);
- ALUE 100, (DLE 04-210);
- ALUE 102, (DLE 04-222);
- ALUE 107, (DLE 04-235);



Die Applikationseigenschaften ausgewählter Pulverlacke auf Aluminiumblechen (Alcan-Typ 6016-T4, d = 1 mm), die mit einer Ti/Zr-Konversionsschicht versehen waren, sind aus Abb. 5 ersichtlich. In Abhängigkeit vom eingesetzten Harz wurde bei allen Pulverlacken eine deutliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich Flexibilität auf Schlag mit einer Verdoppelung der Ausgangswerte, festgestellt.

Abb. 5:
Filmeigenschaften ausgewählter Pulverlacke auf Aluminiumsubstraten (Einbrennbedingungen: 150 °C, 30 min, Umluftofen)

- Erichsen-Tiefung [mm];
- Impact [inch-lb];
- ▨ reverse Impact [inch-lb];
- Glanz 20°;
- * = Feinpulver



Durch Einsatz der neu entwickelten Harze konnte außerdem eine deutliche Verbesserung von Glanz und Verlauf realisiert werden. Die besten Lackfilme sind hochglänzend, und die Oberfläche ist wenig bis kaum strukturiert. Eine weitere Verlaufsverbesserung (*Wave-scan*-Werte: *Long wave* = 21, *Short wave* = 25) wurde durch Einsatz des neu entwickelten Urettdionhärters Vestagon®BF 9030 und die Vermahlung der Pulverlacke zu Feinpulver unter Beibehaltung der hohen Flexibilität des Lackfilmes erreicht.

4 Umformtechnische Untersuchungen

Zur Einschätzung der Stabilität des Schichtverbundes wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz an geeigneten Schichtsystemen qualitative und quantitative umformtechnische Grundlagenuntersuchungen unter folgenden Beanspruchungen durchgeführt.

Einachsiger Zugversuch: allgemeine Dehnfähigkeit unter Charakterisierung des Glanzgradverlaufes, der Haftfestigkeit an der Bruchzone und eventuell auftretende Mikrorissbildung,

- Biegeversuch 90°: Dehnfähigkeit der Lacksysteme auf außen liegender Zugseite sowie Haftfestigkeit und Überlappungserscheinungen auf der innen liegenden Druckseite,
- Zweiachsige Beanspruchung: Erichsen-Beultest $D = 100\text{mm}$ zur Einschätzung des allgemeinen Umformverhaltens im Bereich der Stempelringkontaktfläche und der Ringzacke zur Materialflussregulierung (Bereich höchster Druck- und Zugbeanspruchung).
- Mehrachsige Beanspruchungen: Tiefziehversuche (Rechteck, rund) zur Charakterisierung der allgemeinen Tiefziehfähigkeit, der Haftfestigkeit in den variierten Eckenradien und der Lackoberfläche nach der Umformung (Abb. 6).

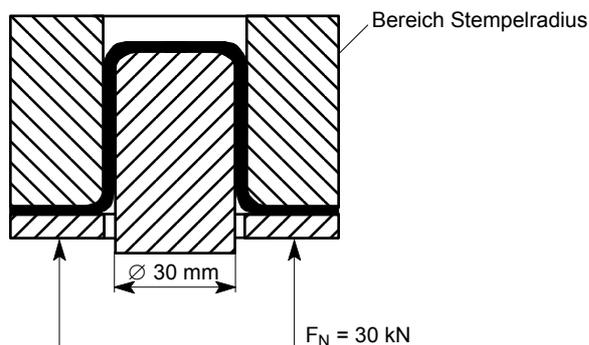


Abb. 6:
Näpfchen-Tiefziehprüfung an
vorbeschichteten Alu-Blechen (Zug-
Druck)

Die Pulverlacke ALUE 179 und ALUE 180, die diesen Beanspruchungen ohne Einschränkungen standgehalten haben, wurden erweiterten umformtechnischen Untersuchungen in einem hoch flexiblen Werkzeugsystem für Tiefzieh- und Streckziehoperationen unterworfen (Abb. 7). Mit diesem Werkzeugsystem ist eine Beeinflussung der Schichtsysteme durch segmentierte Werkzeuge, örtlich variable Niederhalterkräfte, lokalen Werkstofffluss, die Variation von Eckengeometrien und Stempelradien, sowie die segmentale Temperierung simulierbar.



Abb. 7:
Tiefziehteil nach komplexer
Umformung durch Tiefziehen bei
Raumtemperatur

Für die Pulverlacke ALUE 179 (Einbrennbedingungen: 150 °C, 30 min, Umluftofen) und ALUE 180 (Einbrennbedingungen: 140 °C, 30 min, Umluftofen) können die Ergebnisse für Schichtdicken von 60 bzw. 80 μm und Umformung bei Raumtemperatur wie folgt zusammengefasst werden:

Die Pulverlacke weisen unter den realisierten Beanspruchungen eine sehr gute Haftfestigkeit auf.

- Im Schichtsystem treten weder Mikrorisse noch Strukturierungen auf.
- Der Glanzgrad bleibt selbst in Zonen hoher Umformbeanspruchung erhalten.
- Die Umformung konnte mit absoluter Minimalmengenschmierung realisiert werden.

Bei den erweiterten umformtechnischen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die vorhandenen Werkzeugsysteme aus Werkzeugstahl eine qualitativ hochwertige Verarbeitung nur unter einem sehr hohen Fertigungsaufwand zulassen. Bei Nichtbeachtung der Grundregeln bei der Verarbeitung von endlackierten Feiblechen bzgl. der Einhaltung absoluter Sauberkeit im Werkzeug oder sauber eingeschliffenen Werkzeugen kann es zu Umformfehlern (z. B. verstärktem Lackabrieb, Kratzer) auf der Lackoberfläche kommen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Umformfehler durch die Verwendung von ungefüllten Kunststoffwerkzeugen aus Sika Deutschland M 950 zu nahezu 100 % vermeidbar sind.

Mit den bisher realisierten umformtechnischen Untersuchungen wurde prinzipiell nachgewiesen, dass durch Einsatz der neu entwickelten hoch flexiblen NT-Uretidionpulverlacke künftig eine grundlegende und effiziente Umgestaltung des Herstellungsprozesses von Pulverlack-beschichteten 3-D-Aluminiumbauteilen weg von der Stückbeschichtung hin zur Platinenbeschichtung möglich ist.

Als finale Untersuchungen werden gegenwärtig hinsichtlich Additivierung optimierte Aluminium-Pulverschichtsysteme auf Basis der Grundrezeptur von ALUE 179 und 180 in Realteiluntersuchungen im Labormaßstab am IWU Chemnitz und im Produktionsmaßstab bei der Firma Magnetto in Treuen (Sachsen) getestet. Hierbei werden drei Tiefziehteile gefertigt.

Es handelt sich dabei einerseits um ein Motorradschutzblech von Harley Davidson. Bei dieser Realteilgeometrie soll die Umformung mit Kunststoffwerkzeugen realisiert werden. Als Bauteil der Automobilindustrie wurde die Heckklappe des 1er-BMW ausgewählt.

Im Gegensatz zu den Laborversuchen wird bei diesen Untersuchungen mit Stahlwerkzeugen und Ziehfolie gearbeitet, um eine lackschonende Verarbeitung in nicht optimierten Stahlwerkzeugen zu ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Realteilversuche werden Ende I/2006 vorliegen.

5 Ausblick

Erste Applikationsversuche der Uretidionpulverlacke unter Nutzung der NIR-Strahlung bei der Fa. Adphos (NIR-Strahlungsmodul MPP480-10) geben Anlass zu Optimismus hinsichtlich Realisierung einer für die künftige Bandbeschichtung erforderlichen Absenkung der Einbrennzeiten. Während im Konvektionsofen zur vollständigen Aushärtung der Pulverbeschichtung Einbrennzeiten von 30 Minuten bei 140 oder 150 °C erforderlich waren, kann dieser Zeitraum bei vergleichbarer Flexibilität der Verbundschicht substratabhängig auf Zeiten ≤ 20 s abgesenkt werden. Eine negative Beeinflussung der Flexibilität des Aluminiumsubstrates während des Einbrennprozesses wurde nicht beobachtet.

Literatur

- [1] M. Gedan-Smolka: Umweltfreundliche Pulverlacke konkurrenzfähig machen. - Galvanotechnik 9/2004, S. 2242
- [2] F. Lehmann, M. Gedan-Smolka, D. Lehmann: Farbe und Lack 12 (2000), S. 62-70
- [3] Patent WO 00/34 355 (1998)
- [4] M. Gedan-Smolka, F. Lehmann, D. Lehmann: New catalysts for the low temperature curing of urethdione powder coatings.– *in*: "Proceedings of the 28th International Waterborne, High-Solids & Powder Coatings Symposium", New Orleans, USA (2001), S. 405-419
- [5] M. Gedan-Smolka, F. Lehmann, D. Lehmann: New Catalysts for the Low Temperature Curing of Uretdione Powder Coatings. – *Int. J. Coating Sci.* (2001) www.coatingscience.org
- [6] M. Gedan-Smolka, F. Lehmann, D. Lehmann: *Polymer Preprints* 44 (2003), S. 58-59
- [7] M. Gedan-Smolka, D. Lehmann, F. Lehmann, M. Edelmann: Low temperature curing of urethdione powder coatings form the basis of innovative processing lines.– *in*: "Proceedings of XXVII. Fatipec Congress 2004", Vol. 1, Aix en Provence, Frankreich, S. 291-301
- [8] M. Edelmann, M. Gedan-Smolka, D. Lehmann: Influence of Various Catalysts on the 1,3-Diacetidine-2,4-dione (Uretdione) Reaction with Hydroxyl Groups.– *Prog. Org. Coatings*, im Druck
- [9] Patent WO 02072285 (2001)
- [10] M. Gedan-Smolka, M. Demmler, M. Edelmann, A. Töpfer: Innovative Pulverlack-Prototypen für umformstabile Beschichtungen auf Aluminium-Feinblech.– *in*: Tagungsband "12. Sächsische Fachtagung Umformtechnik", Dresden (2005), S. 277-289