

BESCHICHTUNG VON BAU- UND LANDMASCHINEN

Pulver statt Flüssiglack

Die Anforderungen von Bau- und Landmaschinenherstellern an die Beschichtung ihrer Produkte sind vielseitig. Der Lack soll hochwertig in der Optik, robust und leicht zu verarbeiten sein. Unser Beitrag zeigt auf, welche Ansprüche moderne Pulverlacke erfüllen und wie sie verarbeitet werden müssen.

Zahlreiche Unternehmen aus dem Bereich der Bau- und Landmaschinenherstellung entscheiden sich für neue Oberflächenkonzepte. Die Gründe sind vielseitig: Kapazitätserweiterung, Modernisierung, gestiegene Qualitätsansprüche, Umweltaspekte und /oder rein wirtschaftliche Gesichtspunkte. Dabei stellt sich die Frage, welcher Lackaufbau unter der geforderten Zielsetzung der richtige ist.

Zur Auswahl stehen beispielsweise moderne Flüssiglackaufbauten aus Ultra-High-Solid-Systemen, aus wasserverdünnbaren Lacksystemen, aus KTL und Flüssiglack, aus KTL und Pulverlack oder pure ein- oder zweischichtige Pulverlacke. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Einsatz von Pulverlacken für Bau- und Landmaschinen.

Mehr als nur ein Anstrich

Bis in die 80er Jahre wurden in den meisten Fällen physikalisch trocknende oder oxidativ härtende Flüssiglackaufbauten eingesetzt. Zur damaligen Zeit akzeptierten die Anwender relativ lange Trockenzeiten. Die technologischen und optischen Anforderungen waren verhältnismäßig gering, und die Lackierung hatte eher die Funktion eines reinen „Ablieferungsanstriches“ beim Verkauf.

Mit den steigenden Anforderungen hinsichtlich Markenbildung und der Außenwirkung der Maschinen und Aggregate sowie der Umsetzung von



Im Bau- und Landmaschinenbau wird vermehrt auf die Beschichtung mit Pulverlack gesetzt

Leasingkonzepten in diesen Branchen, wurde erhöhter Wert auf die Witterungsstabilität, den Korrosionsschutz und die mechanischen Eigenschaften gelegt. Um diese zu erfüllen, wurden die klassischen einkomponentigen Lacke durch Aufbauten aus 2K-Epoxid-Grundierung und 2K-PUR-Decklack ersetzt. Dies war mit relativ geringem Aufwand in den bestehenden Lackieranlagen machbar. Hersteller mit entsprechend hohen Flächendurchsätzen setzten zunächst ATL- und später KTL-Systeme als Grundierung ein.

Parallel entwickelten sich die Pulverlacke in zahlreichen anderen Anwendungen, zunächst für den Innen- und

später für den Außeneinsatz, zu erfolgreichen Beschichtungslösungen mit hohen qualitativen Eigenschaften, hohem Automatisierungspotenzial und geringer Fehleranfälligkeit bei der Verarbeitung. Unweigerlich wurde das Interesse an Pulverlacken für den Einsatz an Bau- und Landmaschinen größer, Produkte wurden qualifiziert und eingesetzt.

Besondere Eigenschaften gefordert

Zahlreiche Bau- und Landmaschinenhersteller haben, vorzugsweise mit Einführung des QM-Systems, Spezifikationen auf Basis des vorhandenen Lackaufbaus verfasst. Diese beinhalten Forderungen

zur Witterungsstabilität, zum Korrosionsschutz, zu mechanischen Eigenschaften und Beständigkeiten gegenüber aggressiven Medien. Anhand dieser Forderungskataloge werden heute moderne Lacksysteme miteinander verglichen. Hier nur einige Beispiele:

- Komplexe Schweißkonstruktionen aus Teilen mit verschiedensten Wandstärken. Dies kann im Extremfall vom 1 mm-Dünnblech bis zur 60 mm-Welle aus Vollmaterial reichen.
- Der hohe Wiedererkennungswert von Bau- und Landmaschinen begründet sich sehr stark in den Hausfarbtönen der jeweiligen Hersteller. Kaum eine andere Branche arbeitet mit einer so hohen Identifikation von Marke und Farbe. Häufig kommen sehr reine, brillante Gelb-, Orange-, Rot- oder Grüntöne zum Einsatz.
- Teilweise geringe Fertigungstiefe, was bedeutet, dass mit verschiedenen Lacksystemen fertig beschichtete Baugruppen zugeliefert und verbaut werden. Farbton, Glanzgrad und Oberflächenstruktur der Baugruppen müssen zusammen passen. Einzelne Hersteller fordern eine Übereinstimmung von pulverlackierten Oberflächen, Flüssiglackoberflächen und SMC-Bauteilen.
- Höchste Anforderungen an Witterungs- und UV-Stabilität. Als Maßstab gelten die Erfahrungen mit 2K-PUR-Flüssigdecklacken.

Bezeichnung	Härtungs-komponente	Einsatzgebiet
PP Standard Polyester-Pulverlack	β -Hydroxyalkylamid	Allgemeiner industrieller Einsatz, zum Beispiel Briefkastenanlagen
PT Hochwertiger Polyester-Pulverlack	Aromatischer Glycidester	Höherwertige Systeme, zum Beispiel Kinderfahrräder, Gabelstapler
PS Super-Durable-Pulverlack	β -Hydroxyalkylamid	Höchstmaß an UV-Stabilität

Tabelle 1: Drei Polyester-Pulverlacksysteme und ihre Einsatzbereiche

Allein diese „branchenspezifischen“ Bedürfnisse stellen an den Einsatz einer Pulverbeschichtung hohe Anforderungen hinsichtlich Produktqualität und Verarbeitungseigenschaften.

Witterungs- und UV-Beständigkeit

Im Vergleich zu 2K-PUR-Decklacken schneiden Pulverlacksysteme schlecht ab. Nicht betrachtet werden an dieser Stelle hochwitterungsbeständige Fluorpolymere und GMA-Acrylatsysteme, da diese wegen ihrer sonstigen Eigenschaften beziehungsweise des Preisniveaus keinen breiten Einsatz zulassen. Eventuell lassen GMA-Acrylate für die Zukunft mehr Möglichkeiten zu [1]. Auf TGIC-haltige Systeme wird aufgrund ihrer physiologischen Bedenklichkeit an dieser Stelle ebenfalls nicht weiter eingegangen.

Typischerweise werden Polyester-Pulverlacksysteme eingesetzt, die mit

β -Hydroxyalkylamid (Primid XL 552) oder aromatischem Glycidester (Araldit PT 910) gehärtet sind. Die grundsätzlichen Eigenschaften werden durch das Polyesterharz gesteuert. Zur Verdeutlichung wird hier lediglich zwischen drei Polyester-Pulverlacksystemen unterschieden, dem Standard Polyester-Pulverlack (PP), dem hochwertigen Polyester-Pulverlack (PT) und dem Super-Durable-Pulverlack (PS) (Tabelle 1).

Der Super-Durable-Pulverlack ist hinsichtlich Restglanz beim Test unter Xenonbogenlicht das überlegene System (Bild 1), schneidet im Vergleich zu einem marktüblichen 2K-PUR-Decklacksystem allerdings schlecht ab (Bild 2).

Für das konkrete Einsatzgebiet Bau- und Landmaschinen bedeutet dies, dass mit hochwertigen Polyester-Pulverlacksystemen die vorhandene Spezifikationen nicht oder nur bedingt erfüllt werden können. Folglich müs-

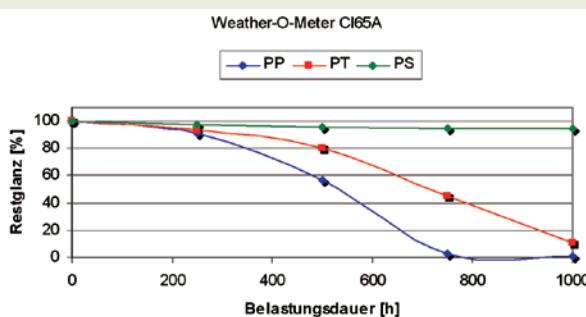


Bild 1: Vergleich der unterschiedlichen Polyester-Pulverlacksysteme im Xenonbogen-Licht

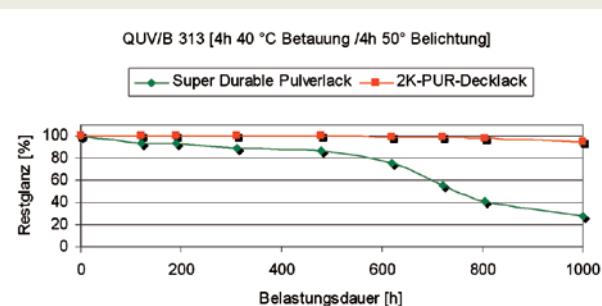


Bild 2: PS-Pulverlacksysteme schneiden im Xenonbogen-Licht-Test schlechter ab als 2K-PUR-Decklacksysteme

- >> sen beim Einsatz von Pulverlacksystemen die Spezifikationswerte diesbezüglich überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Gravierender wird das Problem, wenn pulverlackierte und mit Flüssiglacksystemen beschichtete Baugruppen an einer Maschine verbaut sind. Nach mehrjährigem Praxiseinsatz können Unterschiede in Bezug auf Glanzgrad und Farbton entstehen und dadurch optisch ein ungleiches Erscheinungsbild erzeugen. Die Akzeptanz dessen hängt letztlich von der Toleranzgrenze des Herstellers beziehungsweise dessen Endkunden ab. Eine Lösung kann hier eine gezielte Verschlechterung des Flüssiglacks hinsichtlich der UV-Beständigkeit sein, um ein gleichmäßiges „Abwittern“ zu gewährleisten und damit langfristig eine annähernd gleiche Optik zu erhalten.

Selbstverständlich ist, dass zur Formulierung der Farbtöne sowohl des Pulverlackes als auch des Flüssiglacks entsprechend stabile Pigmentierungen verwendet werden müssen.

Kantendeckung abhängig vom Farbton

Wie bereits beschrieben, kommen im Bereich der Bau- und Landmaschinen häufig sehr reine und brillante Farbtöne zum Einsatz. Bei der Formulierung des Pulverlackes werden große Mengen von hochwertigen Pigmenten benutzt, um Deckvermögen je nach Farbton ab 60 oder 80 µm zu gewährleisten. Dies in Kombination mit einem hohen, aber zugleich notwendigen Anteil Bindemittel, beeinflusst den Preis, aber auch die rheologischen Eigenschaften, mit der Folge, dass die Kantendeckung vergleichsweise negativ erscheint und damit korrosionsanfälliger wird.

Generell gilt, je reiner und brillanter der Farbton, desto kritischer ist dieser Aspekt. Die Praxiserfahrung zeigt häufig, dass eine kleine Veränderung des Farbtöns zu einer deutlichen Reduzierung der Kantenkorrosion führt.

Komplexe Teile mit unterschiedlichen Wanddicken

Bedingt durch die komplexen Teile der Maschinen, ist es nahezu unumgänglich, im Beschichtungsprozess zusätzlich zur Automatik eine manuelle Nachbeschichtung zu installieren. Dieser manuelle Beschichtungsplatz sollte nach ergonomischen Gesichtspunkten optimiert sein, um vom Handbeschichter keine akrobatischen Höchstleistungen einzufordern. Nur wenn die automatische Applikation durch einen sinnvollen Einsatz des Nachbeschichters ergänzt wird, ist ein gleichmäßiger Schichtauftrag gewährleistet. Somit sind alle Ecken, Kanten und Hohlräume optimal bedeckt, um in erster Linie den Korrosionsanforderungen speziell bei Einschichtsystemen zu genügen.

Ein möglichst gleichmäßiger Schichtauftrag ist notwendig, um bei kritischen Farbtönen die erforderliche Mindestschichtdicke aufzutragen und damit eine rundum deckende Optik zu erreichen. Die Schichtdicken sollten auch nach oben begrenzt sein, um das Auftreten von Nadelstichen zu vermeiden. Diese entstehen bei Polyester-Pulverlacken, welche mit β -Hydroxyalkylamid ausgehärtet

werden – oberhalb einer Schichtdicken-Grenze – bedingt durch die bei der Aus härtereaktion freiwerdenden Wassermoleküle. Durch eine optimale Formulierung des Pulverlackes kann diese Grenze nach oben verschoben werden.

Bei sehr komplexen Teilen könnte die Tribo- vor der Coronaapplikation den Vorzug erhalten. Dies ist im Einzelfall zu beurteilen. Für den Trockner- und den Lackhersteller stellen die unterschiedlichen Wanddicken die größte Herausforderung dar. Es gilt, dickwandige Teile ausreichend zu vernetzen und dabei dünnwandige Bereiche nicht zu überebnren.

Bereits bei der Konzeption der Anlage muss das Teilespektrum akribisch begutachtet und über Versuche die bestmögliche Trocknerdimensionierung ermittelt werden. Um alle technologischen Eigen schaften zu erreichen, ist es sinnvoll, die Teile möglichst schnell aufzuheizen und über eine ausreichende Verweilzeit bei reduzierter Spitzentemperatur gleichmäßig auszuhärten.

Es empfiehlt sich, einen etwas längeren Trockner zu installieren, damit eine ausreichende Verweilzeit erreicht wird und die Umluft bei maximal 210 °C

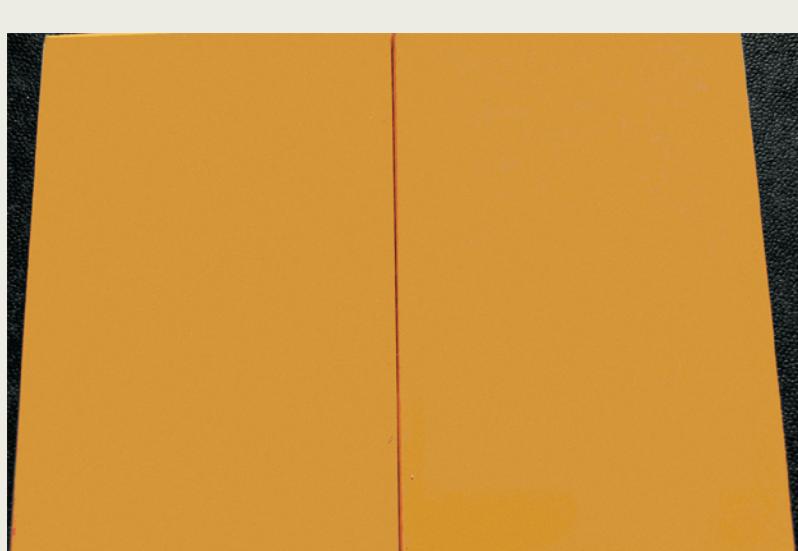


Bild 3: UV-Beständigkeit eines Super-Durable-Pulverlack (links) und eines Standard-Polyester-Pulverlackes (rechts). QUV/B 313 Belastungsdauer 430 h.

zu begrenzen. Abhängig von der Komplexität der Teile kann eine Unterstützung über mittelwellige IR-Strahler in der Aufheizphase Vorteile bringen. Ergänzt wird die möglichst ideale Auslegung des Einbrennofens durch eine bestmögliche Rezeptur des Pulverlackes, mit dem Ziel eines praktikablen Prozessfensters.

Das optimale Pulverlacksystem

Der Lackhersteller FreiLacke favorisiert den Einsatz von hochflexiblen Super-Durable-Pulverlacken. Allein die Forderung nach sehr hohen Bewitterungsstabilitäten beziehungsweise die hohe Messlatte der verwendeten Flüssiglacksysteme schließt den Einsatz von minderwertigeren Systemen aus.

Die Super-Durable-Pulverlacke besitzen folgende Eigenschaften:

- hochwetterstables System
- sehr gute Flexibilität
- kennzeichnungs- und schwermetallfrei
- gute Chemikalienbeständigkeit
- breites Einbrennenfenster
- Verarbeitung mit Corona- und Triboaufladung möglich

Vorteile von Pulverlacken gegenüber Flüssiglacken

Auch wenn Pulverlacke in einigen technologischen Aspekten noch nicht vollständig die Flüssiglacke ersetzen können, ergeben sich dennoch einige Vorteile:

- sehr hohe Materialausnutzung
- variable Schichtdicken
- vollautomatische Beschichtungen durch moderne Anlagentechnik
- schnelle Montagefestigkeit
- umweltfreundliche Beschichtungsart
- hoher Gesundheitsschutz bei Herstellung und Verarbeitung

Zusammenarbeit bereits bei der Konzeption

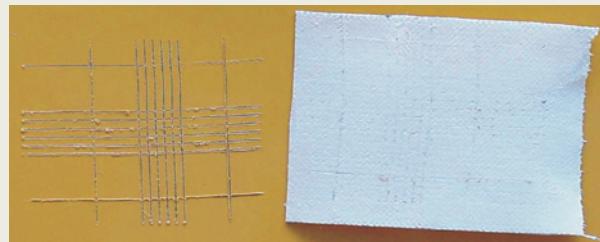
Um die zahlreichen Facetten bei der Planung eines Umbaus oder einer Neuanla-

Bild 4: Mit verschiedenen Tests werden die mechanischen Eigenschaften der Super-Durable-Pulverlacke überprüft



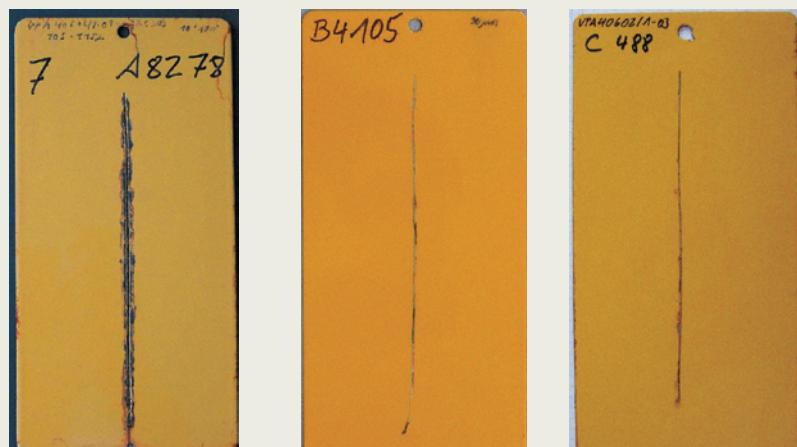
Kugelschlagprüfung nach ASTM D2794
80 inch pounds front / revers

Dornbiegeprüfung
nach ISO 1519
5 mm rissfrei



Gitterschnittprüfung
nach ISO 2409
Gt 0

Bild 5: Auch hinsichtlich Korrosionsschutz haben die Super-Durable-Pulverlacke Vorteile gegenüber herkömmlichen Pulverlackssystemen



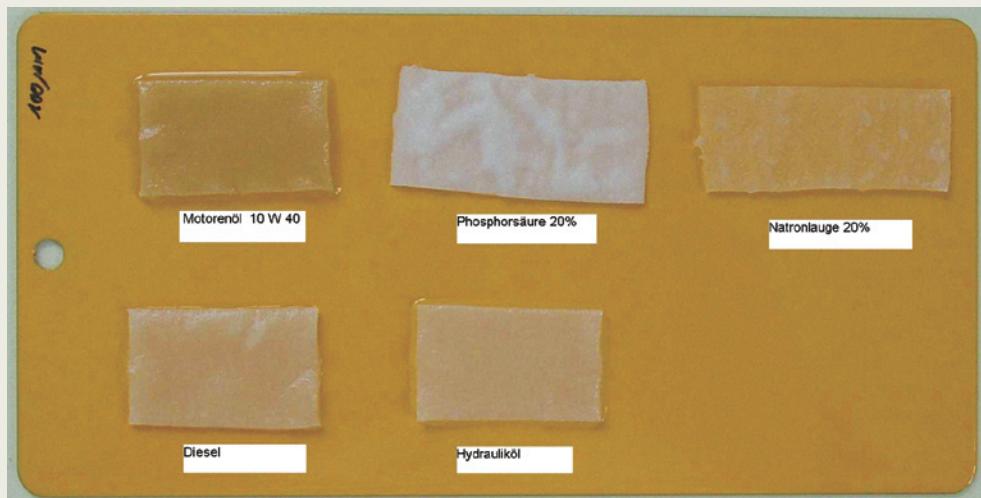
Salzsprühnebelprüfung
nach DIN 50 021
Belastungsdauer: 504 h
Untergrund: Eisenphosphatierung;
Unterwanderung: 0 mm/
keine Veränderung

Kondenswassertest
nach DIN 50 017
Belastungsdauer: 504 h
Untergrund: Eisenphosphatierung;
Unterwanderung: 0 mm/
keine Veränderung

Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre
nach DIN ISO 3231
Belastungsdauer: 4 Zyklen
Untergrund: Eisenphosphatierung;
Unterwanderung: 0 mm/
keine Veränderung

Bild 6: Die chemische Beständigkeiten nach DIN 53 168 bei einer Belastungsdauer von zwei Stunden

- Motorenöl:
keine Veränderung
- Phosphorsäure 20 %:
keine Veränderung
- Natronlauge 20 %:
keine Veränderung
- Dieselkraftstoff:
keine Veränderung
- Hydrauliköl:
keine Veränderung



	Standard Polyester-Pulverlack	Super Durable Pulverlack	Hydro 2-Schicht	HighSolid 2-Schicht	HighSolid 1-Schicht	Standard Lackierung 2-Schicht
Relativer Preisvergleich pro m ² (Materialkosten)*	1,0	1,2	2,8	2,1	1,85	2,1
Gesamtschichtdicke [µm]	80	80	130	130	80	130
Trocknungs-/ Einbrennbedingungen	10 min./ 180 °C	10 min./ 180 °C	Grund: 20 min./RT, Decklack: 30 min./ 70 °C	Grund: 20 min./ RT, Decklack: 30 min./70 °C	30 min./ 70 °C	Grund: 20 min./ RT, Decklack: 30 min./70 °C
Lösungsmittelanteil [%]	0	0	8	22	15	47

* stark abhängig vom eingesetzten Farbton

Tabelle 2: Eigenschaften unterschiedlicher Pulver- und Nasslacksysteme im Vergleich

ge zu berücksichtigen, ist eine enge Zusammenarbeit des zukünftigen Anlagenbetreibers, Anlagenbauers, des Lieferanten der Vorbehandlung und des Lackherstellers von Anfang an unerlässlich.

Nur durch ein strukturiertes Vorgehen und einen ausgeklügelten Versuchsplan gelingt es, das passende Lacksystem, die richtige Vorbehandlungsart und ein optimales Anlagenkonzept zu erhalten, welches in eine effiziente und produktions sichere Fertigungsstruktur eingebunden werden kann.

Bewitterungsstabilität der Flüssiglacke übertreffen

Im Landmaschinenbereich wird häufig, gerade bei Traktoren und selbstfahrenden

Maschinen, die Kombination aus kathodischer Tauchlackierung und Pulerverdecklack favorisiert. Dagegen sind bei den Ausrüstungsgegenständen (Anbaugeräte) eher Einschichtlösungen anzutreffen.

Bei den Baumaschinen zeigt sich ein Trend hin zu einschichtigen Pulverlack-systemen. Um ein allumfassendes Produktportfolio anbieten zu können, bleibt die Entwicklungsabteilung des Lackherstellers gefordert. Immer häufiger sind Farbkombinationen aus dem klassischen, in der Regel glänzenden Haarfärbton und einem häufig grauen bis schwarzen Nebenfarbton mit mattem Glanzgrad im Einsatz.

Entwickelt werden verschiedene Glanzgradabstufungen mit gleich hohen

Bewitterungseigenschaften. Vorrangiges Ziel hinsichtlich der Bewitterungsstabilität bleibt nach wie vor die hochwertigen Eigenschaften von Flüssiglacken zu erreichen oder gar zu übertreffen.

PaintExpo: Halle 3, Stand 3421

Quelle:

[1] Rembert, Axel, John Deere Werke Bruchsal, Landmaschinen in Automobilqualität, EPS 2006

Der Autor:

Jochen Keller, Bereichsleiter Pulverlacke,
Emil Frei GmbH & Co. KG,
Bräunlingen, Tel. 07707 151 501,
j.keller@freilacke.de