pulversymposium dresden

Tagungsband 35

05. - 06. Februar 2026

Eine Veranstaltung der

dr. herrmann gmbh & co.

Zentrum für Korrosionsschutz und Pulverbeschichtung KG

Liebe Pulverbeschichter, Mitveranstalter, Zulieferer und übrige Teilnehmer

ich vermag es kaum zu glauben, dass unsere Tagung in diesem Jahr zum 35. Male stattfindet und wir dies im gewissen Maße als Jubiläums-Veranstaltung betrachten. 1990 haben wir mit 20 Fachexperten angefangen, damals noch in Hainichen, bei Chemnitz. Heute und auch schon in den letzten Jahren konnten wir ein enormes Interesse für unsere Veranstaltung in Fachkreisen der Pulverlackierung und Oberflächentechnik verzeichnen, was sich in den hohen Teilnehmerzahlen widerspiegelt.

Wir haben trotz der gegenwärtigen Zeiten als engagierte Pulverbeschichter keinen Optimismus verloren und setzen uns nach wie vor für Qualität, kostengünstige Lackiertechnologien sowie für ständig verbesserte Neuerungen auf unserem Fachgebiet ein. Dabei gilt es, unser Wissen immer wieder unter Beweis zu stellen, Ideen zu haben, Kreativität zu zeigen und auch diese Merkmale mit aller Kraft im täglichen Alltagsprozess in den Lackierbetrieben umzusetzen.

Ich freue mich in diesem Jahr wieder auf die große Beteiligung wichtiger Mitveranstalter und Zulieferer sowie vor allem auf die Pulverbeschichter. Auch wenn wir in dieser Zeit in der Wirtschaft vor wichtigen Herausforderungen stehen, sollten wir als Pulverlackierer nicht unseren Optimismus verlieren, den fachlichen Erfahrungsaustausch im Rahmen des lang bewährten Pulversymposium in Dresden erneut in den Vordergrund rücken und auf Basis hochwertiger Vorträge, Interviews, Podiumsdiskussionen sowie der begleitenden Fachausstellung speziell den aktiven Meinungsaustausch zu forcieren.

Unsere organisierten Beiträge und Diskussions-Schwerpunkte werden sich speziell konzentrieren auf die Problematiken: RETROFIT in der Anlagen- und Verfahrenstechnologie, Energie-Einsparpotentiale, Qualitätsverbesserungen bei der Pulverbeschichtung, Verringerung der Nacharbeit sowie Vermeidung von Reklamationen, Erfahrungen bei der Applikation von EFFEKT-Pulverlacken, Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen bei Verbesserung des Korrosionsschutzes sowie die Nutzung der KI bei der Anlagensteuerung und der Qualitäts-Überwachung.
Auch zu unserer Jubiläumsveranstaltung werden wir mit vielen Überraschungen aufwarten. Dabei haben wir in unserem niveauvollen Tagungshotel mit dem reichhaltigen Frühstück, einer Abend-Galaveranstaltung mit lustigem Begleitungsprogramm und einem abwechslungsreichen Buffett keine Kosten gescheut. Ebenfalls werden wir wieder in unserem Kongresscenter mit insgesamt 4 Tagungssälen und großer Tiefgarage aufwarten. Ich freue mich auch bei der diesjährigen Tagung auf die große Unterstützung der Fachzeitschrift „Besser Lackieren“, insbesondere auf den Chefredakteur, Marko Schmidt, sowie auf das herausragende Engagement unseres Veranstaltungs-Teams.

Wünschen wir uns einen erfolgreichen Verlauf der Jubiläumsveranstaltung mit vielen fachlich interessanten Gesprächen, einem uneigennützigen Erfahrungsaustausch sowie zahlreicher neuer persönlicher Kontakte untereinander im Sinne der Festigung unserer großen „Familie“ der Pulverbeschichter.

Dr. Thomas Herrmann

und sein Mitarbeiter – Team

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Agenda	**5**
Ausstellerverzeichnis	**8**
Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit	**9**
Biobasierte Pulverlacke für industrielle Anwendungen	**13**
Effektive Badpflege, Nachhaltigkeit und Kostenersparnis mit derselben Lösung	**19**
Interview: Komplette Innenbeschichtung und Kantenschutz auf höchstem Niveau	**23**
Von der Schichtdickenmessung zur Prozessoptimierung: Photometrie und Thermografie in der Pulverbeschichtung	**26**
Glanzvolle Zeiten – 20 Jahre im Zeichen der Metallic-Pulverlacke	**29**
Interview: „ROPA 10 Jahre strahlen mit Panta Tec“ – Eine Erfolgsgeschichte	**32**
Energieanalyse	**35**
Hoher Korrosionsschutz und Kosteneffizienz durch neuartigen Zinkprimer	**39**
Aufhängung: Management-Thema oder reine Arbeitsvorbereitung? Erfahrungen aus der Praxis	**42**
Interview: Geschichte und Entwicklung der Schichtdickenmessung	**44**
Podiumsdiskussion: Pulverbeschichtung – schön, aber empfindlich?	**65**
Interview: Aluminium an der Küste – Eloxal-Technologie im Qualität- und Wettbewerbsvergleich	**72**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Multimetallfähig. Zugelassen. Zukunftsweisend – Das neue Zirkonium-Vorbehandlungssystem für exzellenten Korrosionsschutz, besonders auf Zink	74
Von Ein/Aus bis KI-gesteuert – Reglungsstrategien für moderne Infrarot-Trocknungssysteme	75
Podiumsdiskussion: Modernisierung von Beschichtungsanlagen durch Retrofit & Cleaner Coater	78
Sparen aus dem Brutto, denken wie ein Chef – Mitarbeiterbindung und Geschäftsführerversorgung im perfekten Zusammenspiel	82
Lackierhaken in der Beschichtungstechnik: Gesetzliche Vorgaben und Arbeitsschutz	87
Effiziente Serienfertigung großvolumiger Komponenten	92
Interview: Mitarbeitende entlasten & befähigen – Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren	99
Teilnehmerverzeichnis	102

Agenda 05. Februar 2026

08.30	**Eröffnung der Fachausstellung mit Begrüßungskaffee**	
09.30	**Begrüßung**	**Dr. Thomas Herrmann** | **Dr. Herrmann GmbH & Co. KG** **Marko Schmidt** | **besser lackieren!**
09.40	**Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit**	**Tobias Eid** | **ASIS GmbH**
10.00	**Biobasierte Pulverlacke für industrielle Anwendungen**	**Monika Piorkowska** | **iLF Magdeburg GmbH**
10:25	**Effektive Badpflege, Nachhaltigkeit und Kostenersparnis mit derselben Lösung**	**Bernd Goldschmidt** | **Esselent Solutions B.V.**
10.50	**Interview: Komplette Innenbeschichtung und Kantenschutz auf höchstem Niveau**	**Thomas Schöning** | **Rippert GmbH & Co. KG**
11.20	**Von der Schichtdickenmessung zur Prozessoptimierung: Photometrie und Thermografie in der Pulverbeschichtung**	**Dr. Philipp Fuchs** | **AIM Systems GmbH**
11.45	**Glanzvolle Zeiten – 20 Jahre im Zeichen der Metallic-Pulverlacke**	**Joachim Schulze** | **Schlenk Metallic Pigments GmbH**
12.15	**Gespräche in der Fachausstellung mit Lunchbuffet**	
13.30	**Interview: „ROPA 10 Jahre strahlen mit Panta Tec" – Eine Erfolgsgeschichte**	**Frank Schlör** | **Panta Tec GmbH** **Maria Seber** | **ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH**
14.00	**Energieanalyse**	**Oliver Leifholz** | **AABO-IDEAL GmbH**
14.25	**Hoher Korrosionsschutz und Kosteneffizienz durch neuartigen Zinkprimer**	**Sandro Albano**| **PULVERIT Deutschland GmbH**
14.50	**Aufhängung: Management-Thema oder reine Arbeitsvorbereitung? Erfahrungen aus der Praxis**	**Thomas Querfurth** | **HangOn GmbH**
15:15	**Fachgespräche mit Kaffeeimbiss**	
16.00	**Interview: Geschichte und Entwicklung der Schichtdickenmessung**	**Prof. Dr. Nils A. Reinke** | **coatmaster AG**
16:40	**Podiumsdiskussion: Pulverbeschichtung – schön, aber empfindlich?**	**Marc Holz** | **IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH** **Dr. Paul Förster** | **Dr. Herrmann GmbH & Co. KG**

Agenda 05. Februar 2026

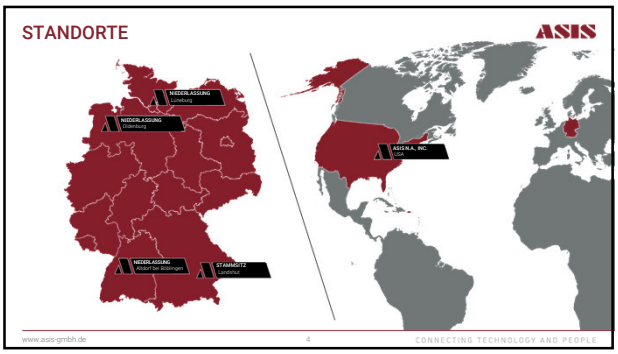
17.45	**Exkursion**	
20.00	**Festliche Abendveranstaltung**	

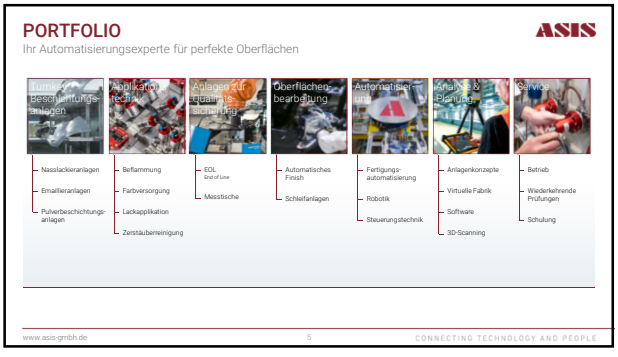
Agenda 06. Februar 2026

08.00	**Fachgespräche mit Kaffee**	
09.00	**Interview: Aluminium an der Küste – Eloxal-Technologie im Qualität- und Wettbewerbsvergleich**	**Tim Schauenburg | trio-Eloxal GmbH & Co. KG**
09.20	**Multimetallfähig. Zugelassen. Zukunftsweisend – Das neue Zirkonium-Vorbehandlungssystem für exzellenten Korrosionsschutz, besonders auf Zink**	**Tobias Distler | Chemische Werke Kluthe GmbH**
09:50	**Von Ein/Aus bis KI-gesteuert – Reglungsstrategien für moderne Infrarot-Trocknungssysteme**	**Anika Pfeiffer | INFRATEC GmbH**
10.15	**Podiumsdiskussion: Modernisierung von Beschichtungsanlagen durch Retrofit & Cleaner Coater**	**Marko Schmidt |besser lackieren!** **Andreas Rasche | GEMA Europe S.r.l.** **Thomas Burkhardt | Chemetall GmbH**
10.50	**Sparen aus dem Brutto, denken wie ein Chef – Mitarbeiterbindung und Geschäftsführerversorgung im perfekten Zusammenspiel**	**Sven Hoffmann | Hoffmann Industrieversicherungsmakler GmbH & Co. KG**
11.15	**Fachgespräche mit Kaffee**	
12:00	**Lackierhaken in der Beschichtungstechnik: Gesetzliche Vorgaben und Arbeitsschutz**	**Frank Brünnig | J. Emptmeyer GmbH**
12.25	**Effiziente Serienfertigung großvolumiger Komponenten**	**Rene Handrik |Ziegler Metallbearbeitung GmbH** **Nils Noelte, Dario Virone |Meeh GmbH** **Markus Schöll |NABU Oberflächentechnik GmbH** **Claus Utecht | GEMA Europe S.r.l.**
13.00	**Interview: Mitarbeitende entlasten & befähigen – Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren**	**Jens Knigge |J. Wagner GmbH** **Eike Krebs | 3D.aero GmbH**
13.15	**Schlusswort und Imbiss / Lunchpaket**	

ASIS
ASIS GmbH
Automation Systems &
Intelligent Solutions
www.asis-gmbh.de
1
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE

DAS UNTERNEHMEN
ASIS Automation Systems & Intelligent Solutions
ASIS
v.l.n.r.: Alexander Schmunk und Hans-Jürgen Multhammer
ASIS in Zahlen
• 200 Mitarbeitende an 5 Niederlassungen
• Gegründet: am 01.05.1998 von Hans-Jürgen Multhammer
• CEO: Alexander Schmunk
• Qualitätsmanagement nach ISO 9001
• Umweltmanagement nach ISO 14001
• Informationssicherheit nach TISAX
DEKRA
TISAX
RESULT AVAILABLE
www.asis-gmbh.de
3
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE


STANDORTE
ASIS
NIEDERLASSUNG
NIEDERLASSUNG
ASIS N.A., INC.
NIEDERLASSUNG
STAMMSITZ
www.asis-gmbh.de
4
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE

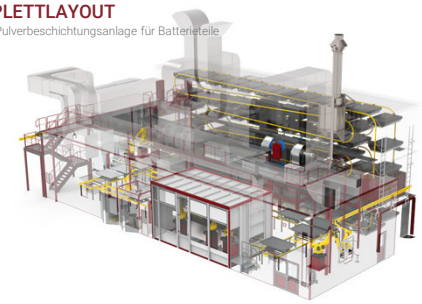

PORTFOLIO
Ihr Automatisierungsexperte für perfekte Oberflächen
ASIS
Nasslackieranlagen
Emailleranlagen
Pulverbeschichtungsanlagen
Beflammung
Farbversorgung
Lackapplikation
Zerstäubereinigung
EOL
End of Line
Messtische
Automatisches Finish
Schleifanlagen
Fertigungsautomatisierung
Robotik
Steuerungstechnik
Anlagenkonzepte
Virtuelle Fabrik
Software
3D-Scanning
Betrieb
Wiederkehrende Prüfungen
Schulung
www.asis-gmbh.de
5
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE

ASIS
PARTIELLE PULVER-BESCHICHTUNG
ohne manuelle Arbeit
www.asis-gmbh.de
6
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE

KOMPLETTLAYOUT

Partielle Pulverbeschichtungsanlage für Batterieteile

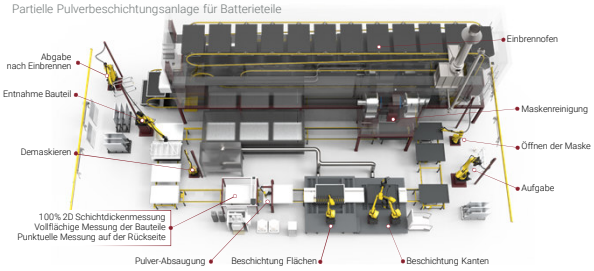
ASIS



KOMPLETTLAYOUT

Partielle Pulverbeschichtungsanlage für Batterieteile

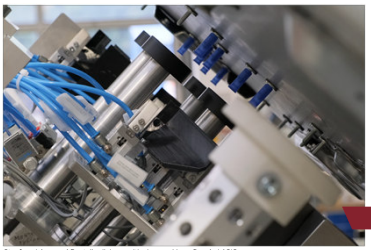
ASIS



STOPFEN ZIEHEN & POSITIONIEREN

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit

ASIS



Stopfen ziehen und Bauteil präzise positionieren – Voraufbau bei ASIS

Automatisiertes Stopfen ziehen als Teil des ganzheitlichen Prozesses

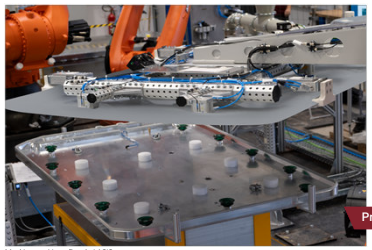
- Automatisiertes Stopfen ziehen
- Egal ob Innen- oder Außengewinde
- Entfernen in allen Prozessschritten möglich (KTL, Pulverbeschichtung oder Einbrennen)
- Individuelle Materialauswahl der Stopfen
- Millimetergenaue Positionierung für präzise partielle Beschichtung

Nahtlos in den Prozess integriert

MASKIEREN

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit

ASIS



Maskieren – Voraufbau bei ASIS

Flexible Maskierungstechniken

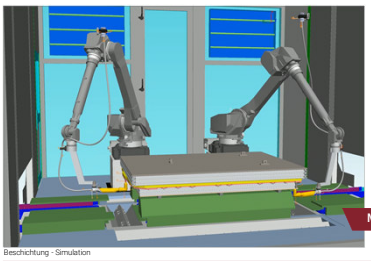
- Verschiedenste Geometrien realisierbar
- Kleine Auflegemasken für punktuelle Anwendung
- Vollmasken für definierte Beschichtungs-bereiche
- Automatisierte chemiefreie Abreinigung der Masken zur Wiederverwendung
- Ressourcenschonende Pulverrückgewinnung
- Hohe Produktivität bei kurzen Taktzeiten

Prozesssicher & personalunabhängig

BESCHICHTUNG

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit

ASIS



Beschichtung - Simulation

Roboterbasierte Pulverbeschichtung mit maximaler Kontrolle

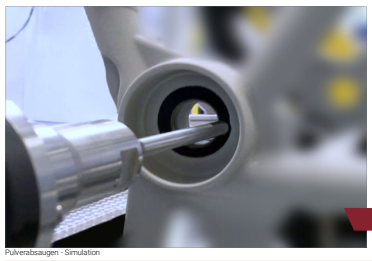
- Robotergeführte Pulverbeschichtung für reproduzierbare Qualität
- Einfache Anpassung der Bahnprogramme bei Bauteiländerungen
- Individuelle Pistolenansteuerung für minimalen Overspray
- Sammlung und Wiederverwendung von Pulverüberschuss

Material sparen. Effizienz steigern.

PULVER ABSAUGEN

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit

ASIS



Pulverabsaugen - Simulation

Gezieltes Pulverabsaugen für kleinste Details

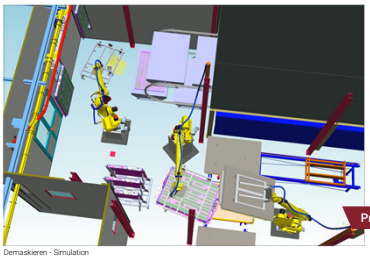
- Gezieltes Absaugen vor dem Einbrennen
- Absaugen von verschiedenen Geometrien und auch Anbauteilen möglich
- Ressourcenschonende Wiederverwertung des abgesaugten Pulvers
- Ideal für bereits KTL beschichtete Bauteile

Individuell anpassbar

DEMASKIEREN

ASIS

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit



Demaskieren - Simulation

Automatisches Demaskieren vor dem Einbrennen

- Robotergestütztes Entfernen aller Masken vor dem Einbrennprozess
- Vermeidung von Pulverabplatzungen beim Demaskieren
- Energiesparende Ofenbeladung durch geringere Bauteilmasse
- Stabiler, personalunabhängiger Prozess

Prozesssicher & personalunabhängig

MASKEN REINIGEN

ASIS

Partielle Pulverbeschichtung ohne manuelle Arbeit

Maskenreinigung für kleine Auflegemasken

Automatisierte, chemiefreie Maskenreinigung

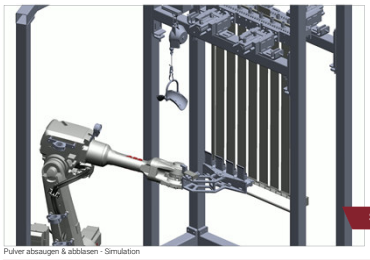
- Einfache Abreinigung der Maske
- Chemiefreier Reinigungsprozess
- Umweltschonend und ressourceneffizient
- Pulverrückgewinnung aus dem Reinigungsprozess
- Nachhaltige Wiederverwendung der Masken

Nachhaltig. Wirtschaftlich. Serienreif.

PULVER ABSAUGEN & ABBLASEN

ASIS

Partielle Beschichtung ohne manuelle Arbeit



Pulver absaugen & abblasen - Simulation

Kombinierte Abblas- und Absaugtechnik für hohe Stückzahlen

- Abblasen und Absaugen kombiniert
- Ideal bei stark haftendem Pulver auf blanken Bauteilen
- Randscharfe Abreinigung ohne Maskierung
- Geeignet für hohe Stückzahlen und kurze Taktzeiten
- Abreinigung auch größerer Flächen in kurzer Zeit

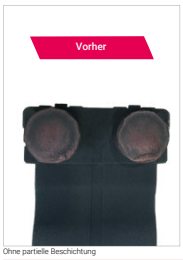
Schnell und flüssig, kurze Taktzeit

PULVER ABSAUGEN & ABBLASEN

ASIS

Partielle Beschichtung ohne manuelle Arbeit

Vorher



Ohne partielle Beschichtung

Nachher

Mit partieller Beschichtung

Manueller Prozess:

- Aufwändiges Maskieren mit Tape
- Verschmutzte Stopfen, begrenzte Wiederverwendbarkeit
- Hoher Zeit und Personalaufwand

Automatisierung von ASIS:

- Keine zusätzliche manuelle Maskierung
- Stopfen bleiben sauber und wiederverwendbar
- Prozesssicher und personalunabhängig

Kompakt und serientauglich

LASERABREINIGUNG

ASIS

Partielle Beschichtung ohne manuelle Arbeit

Laserabreinigung

Laserbasierte Abreinigung nach dem Einbrennen

- Entfernung von Pulver- und KTL-Beschichtungen nach dem Einbrennen
- Geometrieunabhängig einsetzbar
- Ideal für komplexe und schwer zugängliche Konturen
- Geringe laufende Kosten
- Vollautomatisch in den Prozess integrierbar

Schnell und effizient

TECHNOLOGIE MATRIX

ASIS

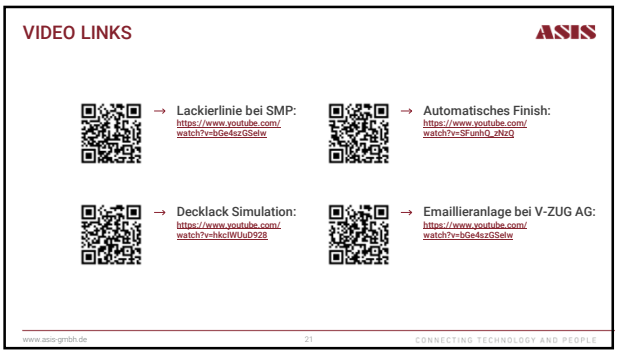
Partielle Beschichtung ohne manuelle Arbeit

Anforderung/Bedingung	Maskieren	Absaugen	Abblasen & Absaugen	Laserabreinigung
Vor dem Einbrennen	✓	✓	✓	
Nach dem Einbrennen				✓
Kleine Bauteile, hohe Stückzahlen	○	✓	✓✓	✓
Große Bauteile	✓✓	✓✓	○	✓
Sehr komplexe Konturen	○	✓✓	○	✓✓
Randscharfe Ergebnisse	✓	✓	✓✓	✓✓
Kurze Taktzeiten	○	✓	✓✓	○
Maskierung erforderlich	✓			
Chemiefrei	✓	✓	✓	✓
Pulverrückgewinnung	✓	✓	✓	

✓✓ = besonders geeignet ✓ = geeignet ○ = bedingt geeignet

UNSERE AUTOMATISIERUNGS PERFORMANCE
Pioniere für anspruchsvolle Hightech-Lösungen
ASIS
Perfekt geplant
100% maßgeschneidert
State-of-the-art
Inhouse engineering
Hoch digitalisiert
Wir sind die Automatisierungsexperten
für Anspruchsvolle Aufgaben
19

KONTAKT
ASIS
www.asis-gmbh.de
mail@asis-gmbh.de
Follow us on:
© ASIS GmbH Automation Systems & Intelligent Solutions
www.asis-gmbh.de
20
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE


VIDEO LINKS
ASIS
→ Lackierlinie bei SMP:
https://www.youtube.com/watch?v=bGe4szGSelw
→ Automatisches Finish:
https://www.youtube.com/watch?v=SFunhQ_zNzQ
→ Decklack Simulation:
https://www.youtube.com/watch?v=hkcIWUuD928
→ Emaillieranlage bei V-ZUG AG:
https://www.youtube.com/watch?v=bGe4szGSelw
www.asis-gmbh.de
21
CONNECTING TECHNOLOGY AND PEOPLE

Magdeburg

| 35. Pulversymposium Dresden am 05.-06.02.2025

Biobasierte Pulverlacke für industrielle Anwendungen

| Monika Piórkowska

Agenda

- Kurze Geschichte des iLF's
- Vorstellung des Hauses
- Ziele des Projektes
- Bewertungskriterien
- Prüfergebnisse
- Zusammenfassung

ein Haus mit **langer** Geschichte

- **1876** Lackfabrik Raßbach & Kralle am jetzigen Standort

Quelle: http://www.sudenburg-chronik.de

- **1991** Gründung des Instituts für Lacke und Farben e. V. (**erste private** FuE-Einrichtung in Sachsen-Anhalt)
- **1998** Zertifizierung nach ISO 9001 und **Erstakkreditierung** durch die Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie (DACH)

ein innovatives Haus

- seit **2010** DAkkS-Akkreditierung nach ISO 17025
- **2020** Umfirmierung in die „**iLF Magdeburg GmbH**"

Zulassung als Prüflabor für:

- Mercedes-Benz
- Volkswagen
- BMW

Magdeburg

- Firmengelände: ca. 8.500 m²
- Nutzfläche / Gebäude: ca. 4.800 m²
- Labore & Technika: ca. 2.400 m²
- Mitarbeiter: ca. 30

Prüflabor für eine Vielzahl industrieller Branchen

- GSB International
- diverse Verbrauchermärkte
- Kunststoffhersteller
- Schienenfahrzeugindustrie
- Windenergieanlagen
- noch zahlreiche nationale sowie internationale Kunden

Zusätzlich zum Dienstleistungsgeschäft führen wir auch Forschungsarbeiten durch.

Biobasierte Pulverlacke für industrielle Anwendungen

in enger Zusammenarbeit mit unseren Partnern

Ganzlin BESCHICHTUNGSPULVER

OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

gefördert durch

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

DBU-Projekt Az. 38560/01

- Pulverlacke zählen zu den dynamischsten Segmenten der Lackindustrie

sie sind wegen:

- Robustheit
- Korrosionsschutz
- Farbvielfalt

beliebt

Quelle: https://www.pulverbeschichtung-chemnitz.de

Hauptbranchen

- **Automobil & Fahrzeugbau:** Felgen, Batteriekästen
- **Maschinen- & Anlagenbau:** Gehäuse, Roboter
- **Bauwesen & Architektur:** Fensterprofile, Tore, Geländer
- **Möbel:** Spinde, Büromöbel
- **Haushalts- & Küchengeräte:** Kühlschränke, Kaffeemaschinen
- **Design & Konsumgüter:** Sportgeräte, Spielautomaten
- **Elektro & Elektronik:** Schaltschränke, Gerätekästen
- **Landwirtschaft:** Baumaschinen, Landmaschinen

- Ziele des Projektes:

- Der Aushärtungsprozess erfolgt bei niedrigerer Temperatur als heute üblich.
  energieeffizient
- Um lange Transportwege zu vermeiden, soll Pulverfarbe aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden.
  ressourcenschonend
- Alle Rohstoffe sollen europäischen Ursprungs, nachwachsend und biologisch abbaubar sein, um den Produktlebenszyklus nachhaltig zu gestalten.
  CO_2-Emissionen reduzierend

- Vorversuche mit unterschiedlichen Pigmenten Rezeptur

Carotin | Rote Beete | Indigo | Paprika | Kurkuma | Bixin | Gerstengras | Spirolina

- Richtrezeptur

- Bindemittel
- Pigment
- Füllstoffe
- Additive

Richtrezeptur besteht zu **90 – 95%** aus nachhaltigen Rohstoffen

- ausgewählte Farbtöne

P 1 gelb (Kurkuma)

P 3 blau (Indigo)

P 5 schwarz (Ruß)

P 2 grün (Chlorophyllin)

P 4 braun (Lignin)

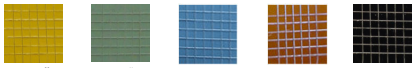
- Bewertungskriterien

1	Haftung	**Gitterschnitt im Ausgangszustand** Gitterschnitt nach DIN EN ISO 2409
2	Feuchtigkeitsresistence	**Kondenswasserkonstantklima (CH)** Kondenswasserkonstantklima nach DIN EN ISO 6270-2 (CH)
3	UV-Stabilität	**Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A)** Künstliches Bewittern in Geräten nach DIN EN ISO 16474-3
4	Korrosionsschutz	**Salzsprühnebelprüfung (AASS)** Essigsaure Salzsprühnebelprüfung (AASS) nach DIN EN ISO 9227
5	Materialermüdung	**Abriebverhalten** Crockmeterprüfung mit Zylinderreibzapfen nach PV 3906

Gitterschnitt im Ausgangszustand

Gitterschnitt nach DIN EN ISO 2409
Klebeband: Tesa 4122

Proben-Nr.	Gitterschnitt im Ausgangszustand
P 1_**gelb**	Gt 0
P 2_**grün**	Gt 0
P 3_**blau**	Gt 0
P 4_**braun**	Gt 0
P 5_**schwarz**	Gt 0
Notiz: **Gt 0** – hervorragende Haftung (keine Abplatzungen)	



Kondenswasserkonstantklima (CH)

Bewertung **nach 480 h**:

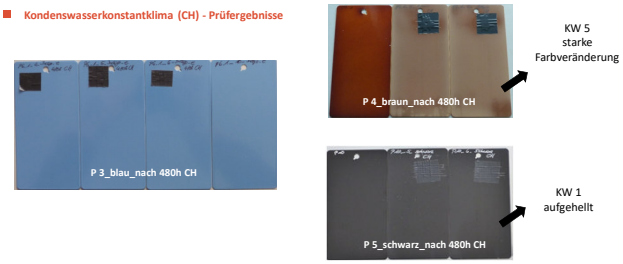
- Visuell nach DIN EN ISO 4628-1
- Blasengrad nach DIN EN ISO 4628-2
- Rostgrad nach DIN EN ISO 4628-3

Proben-Nr.	Visuell Soll: KW 0	Blasengrad Soll: ≤ 0(S0)	Rostgrad Soll: ≤ Ri0
P 1_**gelb**	KW 0	0(S0)	Ri 0
P 2_**grün**	KW 0	Mikrobläschen über die gesamte Fläche	Ri 0
P 3_**blau**	KW 0	0(S0)	Ri 0
P 4_**braun**	KW 5 starke Farbveränderung	0(S0)	Ri 0
P 5_**schwarz**	KW 1 aufgehellt	0(S0)	Ri 0

Kondenswasserkonstantklima (CH) - Prüfergebnisse

Mikrobläschen über die gesamte Fläche

Kondenswasserkonstantklima (CH) - Prüfergebnisse



Kondenswasserkonstantklima (CH)

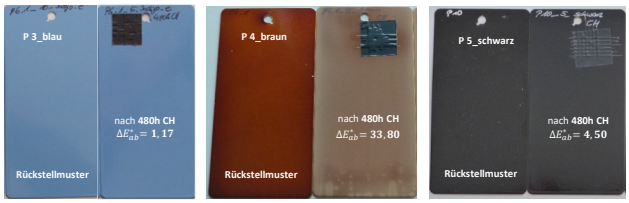
Bewertung **nach 480 h**:

- Farbmessung nach DIN EN ISO 18314-1
- Glanzmessung nach DIN EN ISO 2813
- Gitterschnitt nach DIN EN ISO 2409

Proben-Nr.	Farbmessung ΔE^*_{ab}	Glanzmessung [GU] 20° im Ausgang	Glanzmessung [GU] 20° nach 480 h (CH)	Gitterschnitt
P 1_**gelb**	1,00	44	44	Gt 0
P 2_**grün**	4,04	40	18	Gt 0
P 3_**blau**	1,17	44	40	Gt 0
P 4_**braun**	33,80	51	50	Gt 0
P 5_**schwarz**	4,50	58	57	Gt 0

Kondenswasserkonstantklima (CH) - Prüfergebnisse

Kondenswasserkonstantklima (CH) - Prüfergebnisse



Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A)

Künstliches Bewittern in Geräten nach DIN EN ISO 16474-3
(UV-Fluoreszenzlampen)
- Verfahren A: künstliche Bewitterung
- Zyklus: 4 h trocken (60 °C) / 4 h Kondensation (50 °C)
- Lampentyp: UVA-340
- Bestrahlung: 0,83 W/m²/nm bei 340 nm
- Prüfdauer: 100 h

Bewertung:

- Farbmessung nach DIN EN ISO 18314-1
- Glanzmessung nach DIN EN ISO 2813

Proben-Nr.	Farbmessung ΔE^*_{ab}	Glanzmessung [GU] 20° im Ausgang	Glanzmessung [GU] 20° nach 100h UV-A
P 1_**gelb**	**66,3**	45	44
P 2_**grün**	**14,2**	40	26
P 3_**blau**	**3,6**	44	42
P 4_**braun**	**11,6**	58	23

Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A) - Prüfergebnisse

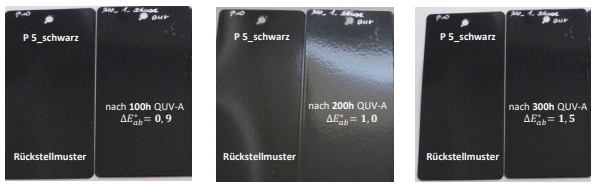
Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A) - Prüfergebnisse

Bewertung:

- Farbmessung nach DIN EN ISO 18314-1
- Glanzmessung nach DIN EN ISO 2813

Proben-Nr.	Farbmessung ΔE^*_{ab}	Glanzmessung [GU] 20° im Ausgang	Glanzmessung [GU] 20° nach UV-A
	nach **100h** UV-A		
P 5_**schwarz**	**0,9**	57	58
	nach **200h** UV-A		
P 5_**schwarz**	**1,0**	57	57
	nach **300h** UV-A		
P 5_**schwarz**	**1,4**	58	54

Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A) - Prüfergebnisse



Salzsprühnebelprüfung (AASS)

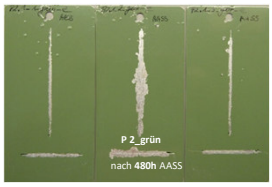
Essigsaure Salzsprühnebelprüfung (AASS)
DIN EN ISO 9227
Prüfdauer: 480 h

Bewertung:

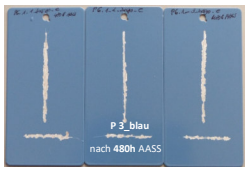
- Visuell nach DIN EN ISO 4628-1
- Blasengrad nach DIN EN ISO 4628-2
- Rostgrad nach DIN EN ISO 4628-3
- Unterwanderung am Ritz nach DIN EN ISO 4628-8

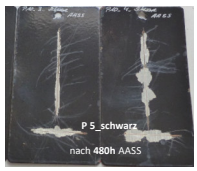
Proben-Nr.	Visuell	Blasengrad	Rostgrad	Unterwanderung
P 1_**gelb**	KW 0	3 (S4)	Ri 0	Längs: <0,5 max. 1 mm Quer: <0,5 max. 2 mm
P 2_**grün**	KW 1 aufgehellt	2 (S4) an der Kante „Fingerabdrücke"	Ri 0	Längs: 0,5 max. 1,5 mm Quer: 0,5 max. 1,5 mm
P 3_**blau**	KW 0	Fläche 0 (S0) Rand 2 (S3)	Ri 0	Längs: 0,9 max. 2,5 mm Quer: 0,9 max. 2,0 mm
P 4_**braun**	KW 0	Fläche 2 (S2)	Ri 0	Längs: <0,5 max. 1,0 mm Quer: <0,5 max. 0,5 mm
P 5_**schwarz**	KW 1 aufgehellt	Fläche 0 (S0)	Ri 0	Längs: 3,6 max. 8,0 mm Quer: 4,5 max. 7,0 mm

Salzsprühnebelprüfung (AASS) - Prüfergebnisse



Salzsprühnebelprüfung (AASS) - Prüfergebnisse





Prüfung des Abriebverhaltens nach PV 3906

Prüfgerät:	Elektrisches Crockmeter M238BB mit Zylinderreibzapfen
Reibkraft:	9 ± 0,2N
Hubweg:	104 mm ± 3 mm (standard)
Reibmaterial:	gebleichtes Nesselgewebe als Unterlage
Medien/Anzahl:	100 Doppelhübe Trocken 10 Doppelhübe Handschweißlösung

Bewertung nach:
- Visuell nach PV 3906
- Graumaßstab nach DIN EN 20105-A03

Quelle: https://sdiatlas.com

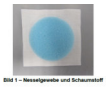


Bild 1 – Nesselgewebe und Schaumstoff

Bild 2 – Am Reibzapfen fixiertes Nesselgewebe inklusive Schaumstoffunterlage

Quelle: TL 226:2020

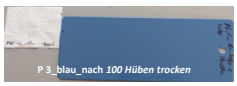
Abriebverhalten

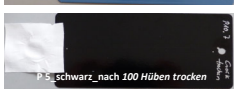
Proben-Nr.	Anzahl/Medium	Bewertung (visuell) nach PV3906	Bewertung nach DIN EN 20105-A03 Graumaßstab
P 1_**gelb**	100 Hübe trocken	1	5
P 3_**blau**		1	5
P 5_**schwarz**		1	5
P 1_**gelb**	10 Hübe Handschweißlösung	1	5
P 3_**blau**		1	5
P 5_**schwarz**		1	5

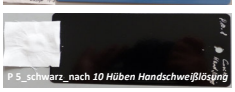
Auswertung **nach PV 3906**
- **Note 1** = **keine** sichtbare Veränderung, z. B. keine Reibspuren

Auswertung nach **DIN EN 20105-A03**
- **Note 5** = **es** findet **kein** sichtbares Anbluten statt

Abriebverhalten - Prüfergebnisse







zusammenfassende Prüfergebnisse

Pigment	Farbtöne	Gitterschnitt im Ausgangszustand	Kondenswasser-konstantklima (CH)	Beständigkeit gegen UV-Strahlung (UV-A)	Salzsprühnebel-prüfung (AASS)	Abrieb-beständigkeit
Kurkuma		✓	✓	✗	−	✓
Chlorophyllin		✓	−	✗	−	✓
Indigo		✓	✓	✓	−	✓
Lignin		✓	✗	✗	−	✓
Ruß		✓	−	✓	−	✓

- Zusammenfassung
  - Die untersuchten Systeme bestehen zu 90 – 95% aus nachwachsenden Rohstoffen
  - Der Aushärtungsprozess erfolgt bei niedrigerer Temperatur (160°C)
  - Alle verwendeten Rohstoffe sind europäischen Ursprungs, nachwachsend und biologisch abbaubar
  - Die geprüften Eco-Rezepturen weisen eine sehr gute Haftung sowohl im Ausgangszustand als auch nach den Belastungen auf
  - Bei der UV-Beständigkeit treten Probleme mit der Stabilität der Pigmente Chlorophyllin und Kurkuma auf
  - Hervorragende Ergebnisse des Abriebverhalten gegenüber Handschweißlösung und in trockenem Zustand für alle geprüften Pigmente
  - Indigo, Rust und Lignin zeigen als Pigment vielversprechende Ergebnisse

| 35. Pulversymposium Dresden // Biobasierte Pulverlacke für industrielle Anwendungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

pulversymposium dresden
5 und 6 Februar 2026

Kostenreduzierung, Qualitätsverbesserung und Optimierung des ökologischen Fußabdruckes...
mit ein und derselben Lösung!

ESSELENT solutions

Bernd Goldschmidt
Sales Manager

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Der Schlüssel liegt in der Verlängerung der Badstandzeit

Jeder Beschichtungsprozess beginnt mit der Reinigung/Entfettung. Dies ist die Grundlage für Qualität. Es hat aber seinen Preis:

- Wasserverbrauch
- Chemikalienverbrauch
- Energieverbrauch
- Arbeitskosten

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Was ist das Problem?

Die Standzeit Ihres Bades wird durch Verunreinigungen begrenzt:

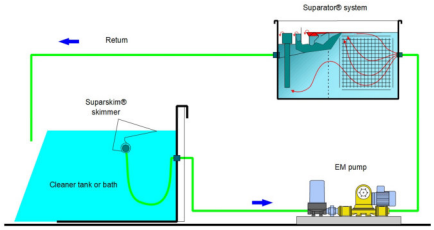
- Niemals nur Öl
- Niemals nur Schmutz

Um die Verunreinigungen zu kontrollieren, müssen Sie beides entfernen!

Flüssigkeitsmuster nach 6 Wochen

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Skim and Treat®



Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

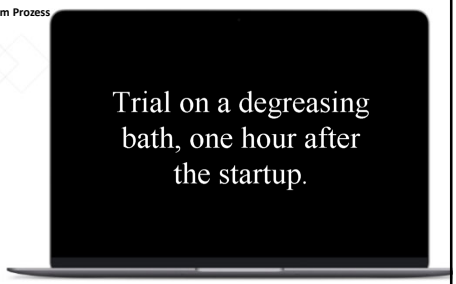
Abtrennung von Ölspuren aus dem Prozess

Eine effektive Ölabscheidung beginnt immer an der Oberfläche.

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

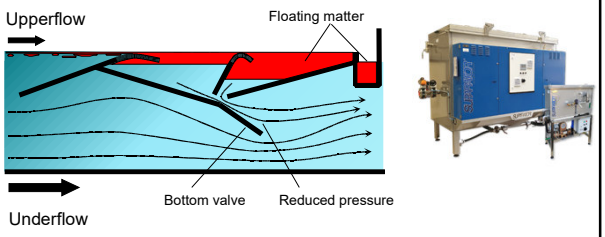
Abtrennung von Ölspuren aus dem Prozess

Der Skim and Treat® Methode in Praxis



Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Öl vom Medium trennen; Das Prinzip



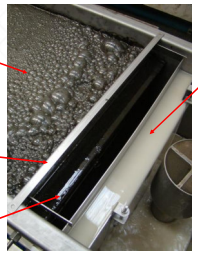
Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Das Prinzip bei der Arbeit

In der Suparator®-Einheit wird das Öl konzentriert.

Die Schaumrückhalteleiste verhindert den Austrag des Schaums.

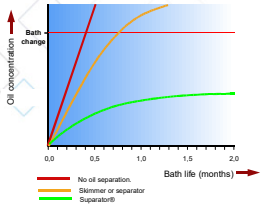
Das Öl, das abgetrennt wird.



Sauberes Medium, das in den Tank/Becken der Reinigungsanlage zurückfließt.

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Öl wird niemehr der Grund eines Badwechsels sein



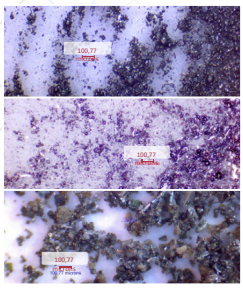
Alle Ölabscheider funktionieren… … … … im Labor!

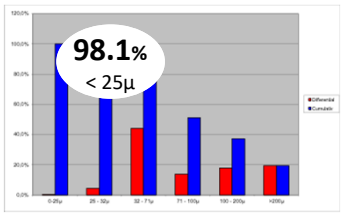
Das Entfernen eines Teils hilft nur wenig.

Ölkontrolle; Beherrschung einer konstant niedrigen Ölkonzentration.

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

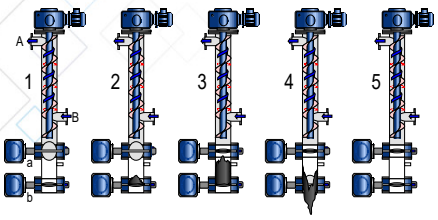
Verschmutzung; Partikel





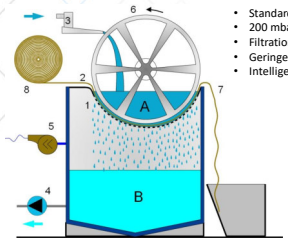
Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Ferritische Partikel; Q-Mag®



Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Alle Partikel: Q-Filter® aktiver Vakuum-Bandfilter



- Standard-Filtertuch von Der Rolle
- 200 mbar
- Filtration bis 5µm
- Geringer Filterverbrauch
- Intelligente Steuerung

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

mit ein und derselben Lösung

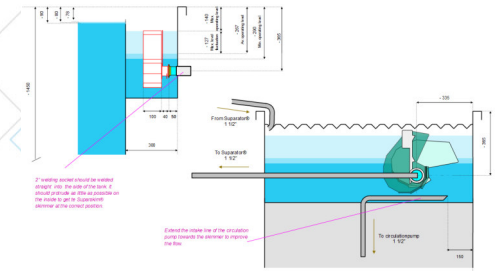
Was macht DEN Unterschied?

Gutes Equipment ist notwendig, ABER die richtige Integration steigert die Effizienz:

- Nutzen Sie die Naturgesetze
- Verbessern Sie Strömungsmuster
- Schaffen Sie optimale Bedingungen in den Prozessbädern
- Synergievorteile durch optimales Zusammenspiel von Prozess und Equipment

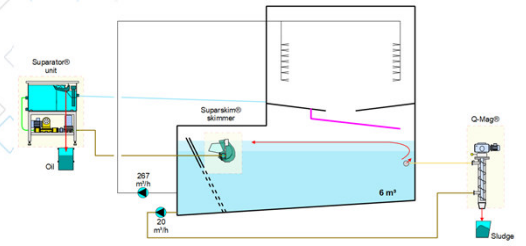
Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

mit ein und derselben Lösung



Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

mit ein und derselben Lösung



Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Der Schlüssel ist die Badstandzeitverlängerung

In dem der Verschmutzungsgrad (Öl und Schmutz) kontinuierlich beherrscht wird, bleibt das Bad in einem optimalen Zustand, ohne häufige Badwechsel. Dieses führt direkt zu:

- Reduziertem Wasserverbauch
- Reduziertem Chemikalienverbrauch
- Reduziertem Energieverbrauch
- Verbesserter Reinigungsleistung
- Verbesserter Prozessqualität
- Reduzierten Abfallkosten
- Höherer Verfügbarkeit Ihrer Produktionslinie

Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit

Fazit: Der Schlüssel liegt in der Verlängerung der Badstandzeit

Dies erfordert:

- Wirklich effektive Ausrüstung
- Die richtige Integration
- Das Wissen und die Erfahrung, um die richtige Integration zu gestalten

Garantierte Kostensenkung und verbesserter Nachhaltigkeit

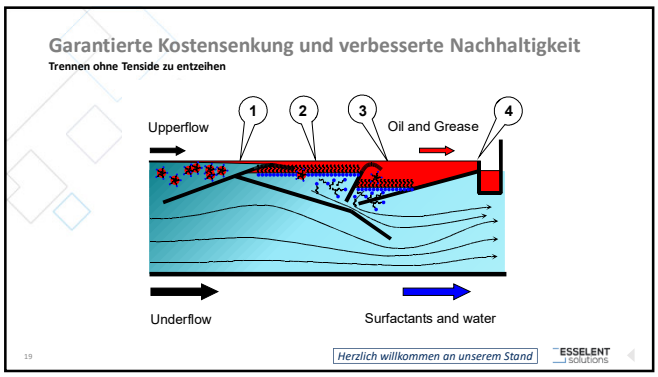
mit ein und derselben Lösung!

Was benötigen Sie?

Spezialisten und Expertise

ESSELENT solutions

Experts in contamination control of aqueous media


Garantierte Kostensenkung und verbesserte Nachhaltigkeit
Trennen ohne Tenside zu entzeihen
Upperflow
1
2
3
Oil and Grease
4
Underflow
Surfactants and water
19
Herzlich willkommen an unserem Stand
ESSELENT solutions

RIPPERT GmbH & Co. KG

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

RIPPERT

Besser Lackieren EXPO live

Neue Beschichtungstechnologie im Tauchverfahren

Wo VIANT eine Alternative zu KTL sein kann

Gegenüberstellung etablierter Systeme vs. neue Technologie

RIPPERT

History

Die Oberflächenbehandlung von Land- und Baumaschinen ist, geschuldet dem Anspruch an die Qualität der Produkte, in den letzten Jahrzehnten immer anspruchsvoller und ausgefeilter geworden.

Von einfachen konventionellen lösemittelhaltigen Tauchlacken über die ersten anodischen Tauchlacksysteme zu den modernen schwermetallfreien KTL-Systemen in Verbindung mit Pulver- oder Spritzlackdeckbeschichtung hat sich im Laufe der Jahre ein Qualitätsstandard entwickelt, der nahe dem Niveau der Automobilindustrie liegt.

RIPPERT

KTL-Tauchanlagen

Der Tauchprozess allgemein hat sich über die gesamte Zeit als sehr geeignet erwiesen, um an schwer erreichbare Stellen des Werkstückes gelangen zu können und hiermit durchgängig eine gute bis sehr gute Korrosionsbeständigkeit zu erreichen.

RIPPERT

Entwicklung

Chemetall/BASF hat in 2018 mit den ersten Entwicklungen eines epoxidbasierten Tauchsystemes begonnen, welches ohne Strom auf Stahl beschichtet und sich hierzu die Lösung von metallischem Eisen aus dem Werkstück im sauren Medium zunutze macht.

Diese Beschichtung ist auch auf klassischer Zinkphosphatierung möglich, da die Poren in der Phosphatschicht einen ausreichenden Fluss von Eisenionen gewährleisten.

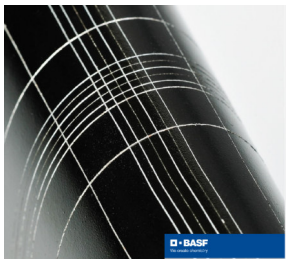
Hierdurch sind Beständigkeiten von > 1000 DIN 9227 NSS möglich.

RIPPERT

Korrosionstest DIN 9227 NSS

ohne Konversionsschicht, nur entfettet
504 h: ≥ 3 mm
1008 h: ≥ 5mm

mit Konversionsschicht
(Zinkphosphatierung)
1008 h: ≥ 2 mm, GT 0



RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Technologische Eigenschaften

- VOC Gehalt 2,55 %
- REACH und TOSKA gelistet
  Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien, Gefahrstoff-Überwachungsgesetz
- universell überlackierbar, auch nass in nass
- MEK Test > 250 double rubs ohne Beeinträchtigung der Oberfläche
- Beständig gegen Aceton, Benzin und Diesel, Bremsflüssigkeit
- Erichsen Tiefung > 6 mm
- Adhäsionstest (Klebertest) ≤ 3 MPa

VIANT RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Vergleich KTL vs. VIANT

Standard KTL		**VIANT**	
Bindemittelbasis	Epoxidharz	Epoxidharz und org. Träger	
Schichtdicken	17-45 µm	Schichtdicken	25 µm
Beschichtungszeiten	2-4 min	Beschichtungszeiten	2-3 min
EB 15-30 min 160-180°C		15-30 min 190-220°C	
Überlackierfähigkeit	universell	Überlackierfähigkeit	universell
Korrosionsschutz	>1000 h 9227 NSS	Korrosionsschutz	> 1000 h DIN 9227 NSS
Kantenschutz	gut	Kantenschutz	Sehr gut
Umgriff	gut	Umgriff	Sehr gut, unendlich
Überlackieren nass in nass	teilweise	Überlackieren nass in nass	ja

VIANT RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Verfahrenstechnischer Vergleich

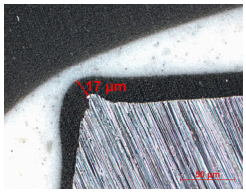
KTL		**VIANT**	
Umwälzung	3-6 facher Badinhalt	Umwälzung	0,25 – 1 fach
Gleichspannungsquelle	ja	Gleichspannungsquelle	Nein
Dialysekreislauf	ja	Dialysekreislauf	Nein
Temperaturregelung	± 1°C	Temperaturregelung	± 5°C

VIANT RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Für welche Anwendungen ist VIANT sinnvoll?

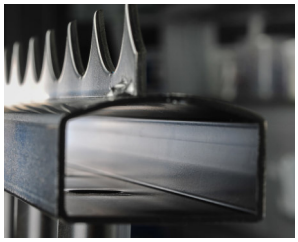
Wenn extrem guter, unendlicher Umgriff gefordert wird
Wenn ein extrem guter Kantenschutz gefordert ist

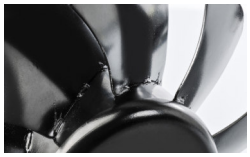


VIANT RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Anwendungen mit VIANT





VIANT RIPPERT

Innovative Beschichtungsprozesse für Land- und Baumaschinen

Praktische Umsetzung

Umsetzung in eine grosse Produktionsanlage seit 2019 IBN 2023

Ein namhafter Hersteller (PERI) von Betonschalungselementen hat unter dem Aspekt, dass die Schalungselemente aus Stahl sowohl innen als auch aussen nicht rosten dürfen, verschiedenste Beschichtungsvariationen geprüft

Das System VIANT plus Pulverlack ist von PERI nach umfangreichen Testreihen als präferierte Variante gewählt worden.

VIANT RIPPERT

PERI Warenträger im Überhebe-Bereich

Die Aufgabenstellung für den Anlagenhersteller

- Power and Free Fördertechnik mit Puffern
- Takt- Überhebeanlage mit grossen Becken (ca. 50 - 55 m³)
- Zusammenfassung von bis zu 3 Traversen im Überhebe-Bereich
- Traversenlänge 6,5 x 3,2 Meter, max. Gewicht von 1,2 t
- Taktzeiten: 7-10 min je nach Bestückung
- Zinkphosphatierung / VIANT / Pulverbeschichtung
- 500 m² zu beschichtende Fläche / h
- Kreislaufführungen im VIANT Bereich
- Benötigte Hallenfläche ca. 5500 m²

Technische Anforderungen

Für einen effizienten Betrieb mit so wenig Abfall wie möglich musste ein Verfahren für die Ultrafiltration im VIANT Bereich entwickelt werden sowohl von den Membranen als auch von der Kreislaufführung.

Deutlich differente Pumpenleistungen für die Badumwälzung und die Tauchspülzonen. Verschiedenste Pumpen mussten im Dauerbetrieb geprüft werden, um das VIANT-Material schonend umwälzen zu können.

Ein Spritzspülen ist aufgrund des sehr weichen Nassfilmes nicht möglich und führt zu Oberflächenfehlern.

Fa. PERI führt auch Lohnbeschichtungen mit VIANT durch

» Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Thomas Schöning
Dipl.-Ing. (FH)
Leiter Innovationsmanagement

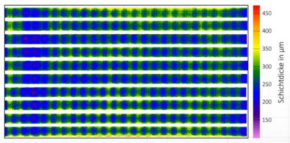
RIPPERT GmbH & Co. KG | Paul-Rippert-Straße 2-8
33442 Herzebrock-Clarholz | Germany |
E-Mail. schoening@rippert.de
Fon. +49 5245 901-160 | Fax. +49 5245 901-91160 |
Mobil. +49 170 4038089

Von der Schichtdickenmessung zur Prozessoptimierung: Photothermie und Thermografie in der Pulverbeschichtung

35. Pulversymposium Dresden 2026
Dr. Philipp Fuchs
05.02.2026

www.aimsys.de

AIM SYSTEMS ... for better Coating!



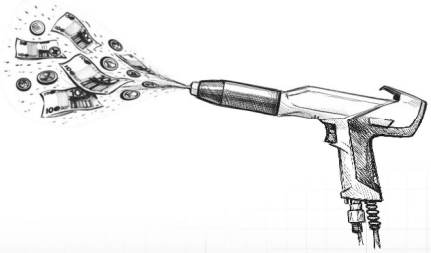
Das Unternehmen AIM Systems

- Gründung: 2019 durch Dr. Stefan Böttger
- Ziel: Entwicklung industrieller Messsysteme zur intelligenten Prozessoptimierung
- Strategie: Eigenentwicklung von Hardware und Software
- Hauptgeschäftsfeld: Schichtdickenmessung

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

Warum Schichtdicken messen?

- Qualitätssicherung
- Dokumentation
- Prozessüberwachung
- Prozesskontrolle
- Prozessoptimierung
- Prozessautomatisierung
- Kostenoptimierung



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

Herausforderungen ...

Konventionelle, kontaktbasierte Schichtdickenmessung:

- Nur trockene/gehärtete Beschichtungen
- Nur metallische Substrate
- Keine kontinuierliche Messdatenaufnahme
- Nur auf flachen Oberflächen
- Nicht für Inline-Messungen geeignet

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

... und Lösungen!

Schichtdickenmessung auf der Grundlage des **photothermischen Effekts**:

- Kontaktlos: Messung auf nicht eingebrannten Schichten möglich
- Unabhängig vom Substrat (Metall, Holz, Kunststoff, Keramik, ...)
- Misst auf gekrümmten Oberflächen
- Inline-tauglich

CoatPro

CoatPro XD

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

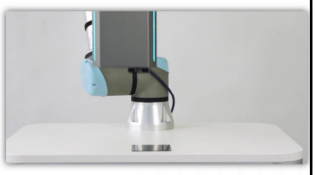
CoatPro

- Kontinuierliche Schichtdickenmessung
- Kontaktlos, zerstörungsfrei
- Flexibler Arbeitsabstand: typ. (100 ± 80) mm
- Krümmungstolerant: typ. ± 70°
- LED-Anregung: Langlebig, risikoarm (DIN EN 62471, RG 2)

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro

- Kontinuierliche Schichtdickenmessung
- Kontaktlos, zerstörungsfrei
- Flexibler Arbeitsabstand: typ. (100 ± 80) mm
- Krümmungstolerant: typ. ± 70°
- LED-Anregung: Langlebig, risikoarm (DIN EN 62471, RG 2)



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

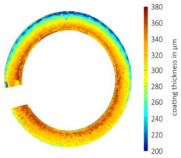
CoatPro

- Geeignet für Inline-Messungen (SPS-Anbindung)
- Robotertauglich (UR, Dobot)
- ATEX-Gerät verfügbar
- Praktisch wartungsfrei

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro

- Geeignet für Inline-Messungen (SPS-Anbindung)
- Robotertauglich (UR, Dobot)
- ATEX-Gerät verfügbar
- Praktisch wartungsfrei



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

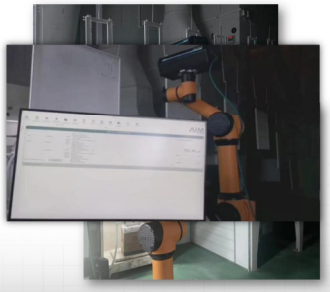
CoatPro

- Geeignet für Inline-Messungen (SPS-Anbindung)
- Robotertauglich (UR, Dobot)
- ATEX-Gerät verfügbar
- Praktisch wartungsfrei
- UAV tauglich

© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro – Pulverbeschichtung inline

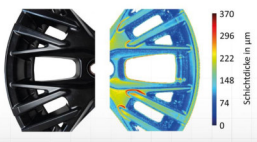
- Pulver nicht eingebrannt
- Messung in der Vorbeifahrt
- Messbereich: 80-200 µm
- Liniengeschwindigkeit: 3-5 m / min
- Präzision: ±2,0 µm bei 1 s Messzeit



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro XD

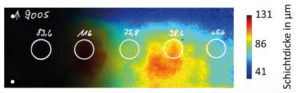
- Flächenmessung
- Kontaktlos, zerstörungsfrei
- Krümmungstolerant: typ. ± 70°
- Typische Werte:
  - 50 cm Arbeitsabstand
  - 30 cm x 20 cm Messbereich
  - 0,6 mm laterale Auflösung



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro XD

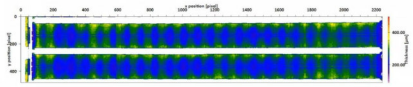
- Modularer Aufbau
- Beispiel: Laboraufbau
  - 1 Lampenmodul
  - 1 Kameramodul

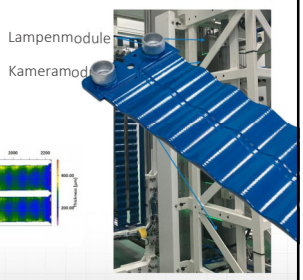


© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro XD – Pulverbeschichtung inline

- Modularer Aufbau
- Beispiel: Inline-Messung von Kühlplatten
  - 2x2 Lampenmodule
  - 2x4 Kameramodule

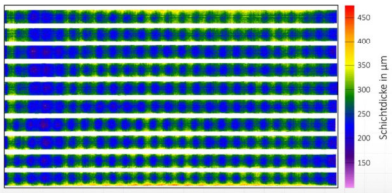




© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

CoatPro XD – Pulverbeschichtung inline

- Modularer Aufbau
- Beispiel: Inline-Messung von Kühlplatten
  - 2 m² Fläche in < 1 min
  - Vollständig automatisierte Einzelplattenerfassung & Dokumentation
  - Sprühbildauswertung möglich

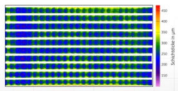


© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

Fazit

- Photothermie hervorragend für Pulverbeschichtungen geeignet!
- CoatPro: Kontinuierliche Schichtdickenmessung im Vorbeifahren.

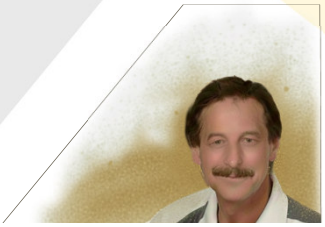
- CoatPro XD: 100 % Kontrolle und Prozessoptimierung



© 2025 AIM Systems GmbH | www.aimsys.de

35. Pulversymposium
Dresden 2026

„Glanzvolle Zeiten – 20 Jahre im Zeichen des Metallic-Pulverlacks“



Joachim Schulze
Schlenk Metallic Pigments GmbH

Gliederung

- Tätigkeiten im Pulverlack
- Entwicklungsphasen MP im Pulverlackbereich
- Aktueller Stand → Zukunft & Trends
  - Eloxal - Effekt
  - Paint to Powder
  - Super Durable Technology
  - Niedrigtemperatur - Pulverlack
  - UV - Pulverlack
  - Chromeffekt
  - Neue Pigmente – Neue Effekte
- Schlussworte

Tätigkeiten im Pulverlack

Erste Pulverlack – Aktivitäten
Ab 2003

Einarbeitung von Standard Metallic – Pigmenten in vorhandene Pulverlacksysteme

Auswertung in Richtung Handling Performance & Oberflächenperformance (Optische Verhalten / Beständigkeit)

Entwicklungsphasen im Pulverlackbereich

Pulverlack & Metallicpigmente: Auf dem Weg in die Zukunft

1879
Beginn mit Stampfer

50er Jahre
Thermoplastische Pulverlacke

60er Jahre
Erste Duroplastpulver

60er Jahre
Start der Kugelmühle

70er Jahre
Alle PL – BM – Systeme verfügbar
PUR / PES / EP / EP-PES / AC

Ende 80er
Bondingeinführung

Mitte 80er Jahre
Erweiterte Kugelmühlen

Stetige Weiterentwicklung der Anlagen + Beschichtungstechnologie

Pulverlackentwicklung

Metallicpigmente Prozessentwicklung

Aktueller Stand → Zukunft & Trends für Metallicpigmente im PL

1. Aktueller Stand
- Aluminiumpigmente sind Standard für Metallic-Effekte im Pulverlack (z. B. Architektur, Geräte, Automotive, Design-Teile)
- Bonding ist unabdingbar für stabilere und reproduzierbare Effekte
- Hohe Witterungs-, UV- und Chemikalienbeständigkeit
- Pulverlack + Aluminiumpigment = VOC-frei und umweltfreundlicher als klassische Flüssiglacke

2. Herausforderungen
- Trend geht zunehmend in Richtung sehr feine Effektpigmente (Herausforderungen sind hier die monosorbverarbeitung und Beschichtungstechnologie)
- Gute Beständigkeit nötig – vor Allem im stetig wachsenden Architekturbereich
- Rohstoffpreise können erhöhte Kosten verursachen
- Starke Konkurrenz – bessere Qualität für geringeren Preis, bereits technisch schon gut ausgereifte Pigmente werden Standard (Preisverfall)

3. Zukunft & Trends
- Weiter steigende Nachfrage durch Umweltvorgaben und den Trend zu VOC-freien Beschichtungen
- Wachstum vor allem in Architektur, Automobil, Maschinenbau, Haushaltsgeräte und generelle Outdoor-Anwendungen
- Erweiterung auf temperaturempfindliche Substrate (Kunststoff, Dünnblech, MF) für neue Applikationsbereiche
- Größere Farb- und Effektvielfalt, Anpassung an individuelle Designtrends

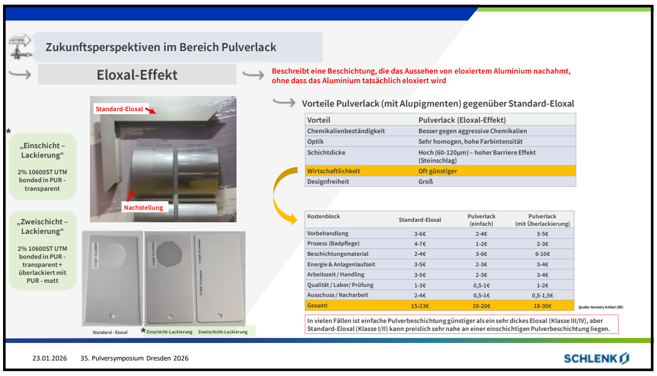
4. Fazit
- Aluminiumpigmente bleiben auch langfristig Schlüsseltechnologien im Pulverlack
- Ihre Optik, Beständigkeit und Umweltvorteile sichern ihnen eine stabile und wachsende Rolle, während Innovationen in der Pigmenttechnik/entwicklung die Einsatzmöglichkeiten weiter erhöhen

Zukunft & Trends

Stand 2015

Letzte Folie aus dem Vortrag für das Pulversymposium 2015

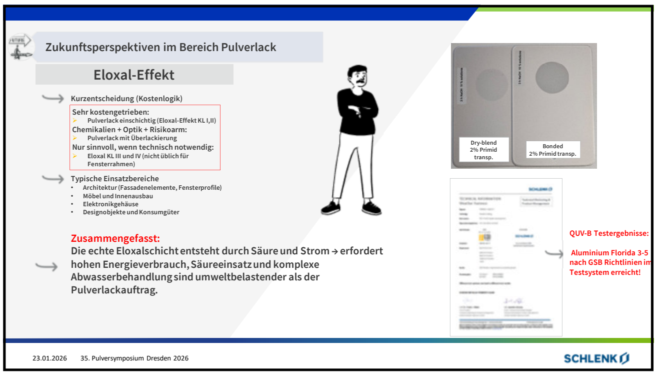
- Eloxal - Effekt
- Paint to Powder
- Super Durable Technology
- Niedrigtemperatur- PL
- UV - PL
- Chromeffekt
- Neue Pigmente – Neue Effekte

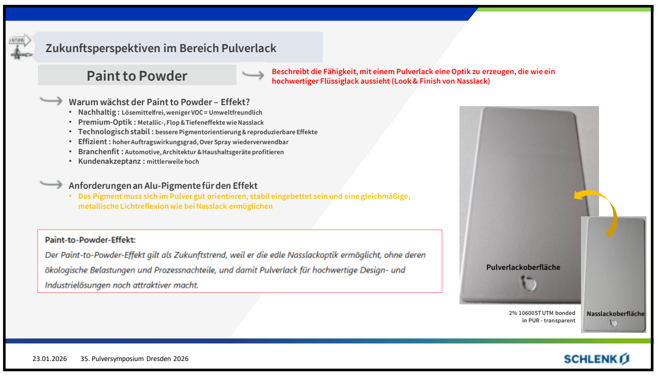

Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
Eloxal-Effekt
Beschreibt eine Beschichtung, die das Aussehen von eloxiertem Aluminium nachahmt, ohne dass das Aluminium tatsächlich eloxiert wird
Standard-Eloxal
Nachstellung
* „Einschicht – Lackierung“
2% 10600ST UTM bonded in PUR - transparent
„Zweischicht – Lackierung“
2% 10600ST UTM bonded in PUR - transparent + überlackiert mit PUR - matt
Standard - Eloxal
* Einschicht-Lackierung
Zweischicht-Lackierung
Vorteile Pulverlack (mit Alupigmenten) gegenüber Standard-Eloxal

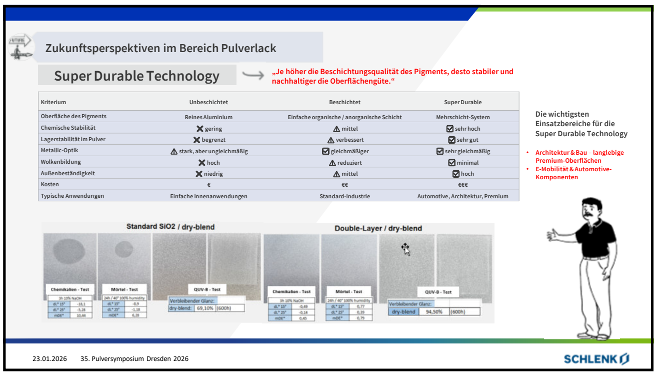
Vorteil	Pulverlack (Eloxal-Effekt)
Chemikalienbeständigkeit	Besser gegen aggressive Chemikalien
Optik	Sehr homogen, hohe Farbintensität
Schichtdicke	Hoch (60-120µm) – hoher Barriere Effekt (Steinschlag)
Wirtschaftlichkeit	Oft günstiger
Designfreiheit	Groß

Kostenblock	Standard-Eloxal	Pulverlack (einfach)	Pulverlack (mit Überlackierung)
Vorbehandlung	3-6€	2-4€	3-5€
Prozess (Badpflege)	4-7€	1-2€	2-3€
Beschichtungsmaterial	2-4€	3-6€	6-10€
Energie & Anlagenlaufzeit	3-5€	2-3€	3-4€
Arbeitszeit / Handling	3-5€	2-3€	3-4€
Qualität / Labor/ Prüfung	1-3€	0,5-1€	1-2€
Ausschuss / Nacharbeit	2-4€	0,5-1€	0,5-1,5€
Gesamt	15-23€	10-20€	18-30€

Quelle: Xometry Artikel (DE)
In vielen Fällen ist einfache Pulverbeschichtung günstiger als ein sehr dickes Eloxal (Klasse III/IV), aber Standard-Eloxal (Klasse I/II) kann preislich sehr nahe an einer einschichtigen Pulverbeschichtung liegen.
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK

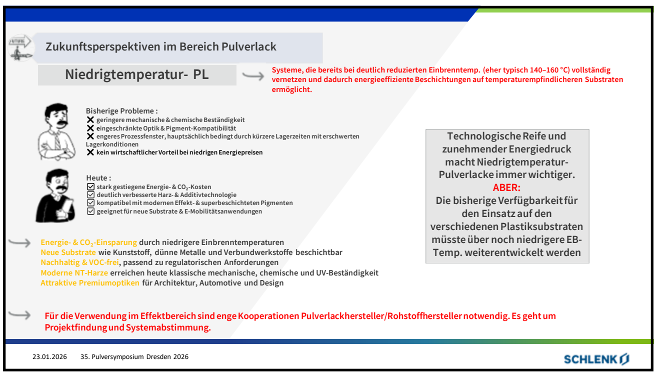

Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
Eloxal-Effekt
Kurzentscheidung (Kostenlogik)
Sehr kostengetrieben:
Pulverlack einschichtig (Eloxal-Effekt KL I,II)
Chemikalien + Optik + Risikoarm:
Pulverlack mit Überlackierung
Nur sinnvoll, wenn technisch notwendig:
Eloxal KL III und IV (nicht üblich für Fensterrahmen)
Typische Einsatzbereiche
• Architektur (Fassadenelemente, Fensterprofile)
• Möbel und Innenausbau
• Elektronikgehäuse
• Designobjekte und Konsumgüter
Zusammengefasst:
Die echte Eloxalschicht entsteht durch Säure und Strom → erfordert hohen Energieverbrauch, Säureeinsatz und komplexe Abwasserbehandlung sind umweltbelastender als der Pulverlackauftrag.
Dry-blend 2% Primid transp.
Bonded 2% Primid transp.
QUV-B Testergebnisse:
Aluminium Florida 3-5 nach GSB Richtlinien im Testsystem erreicht!
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK

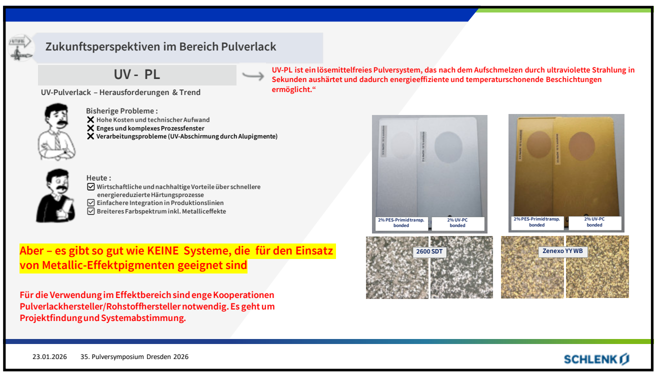

Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
Paint to Powder
Beschreibt die Fähigkeit, mit einem Pulverlack eine Optik zu erzeugen, die wie ein hochwertiger Flüssiglack aussieht (Look & Finish von Nasslack)
Warum wächst der Paint to Powder – Effekt?
• Nachhaltig : Lösemittelfrei, weniger VOC = Umweltfreundlich
• Premium-Optik : Metallic-, Flop & Tiefeneffekte wie Nasslack
• Technologisch stabil : bessere Pigmentorientierung & reproduzierbare Effekte
• Effizient : hoher Auftragswirkungsgrad, Over Spray wiederverwendbar
• Branchenfit : Automotive, Architektur & Haushaltsgeräte profitieren
• Kundenakzeptanz : mittlerweile hoch
Anforderungen an Alu-Pigmente für den Effekt
• Das Pigment muss sich im Pulver gut orientieren, stabil eingebettet sein und eine gleichmäßige, metallische Lichtreflexion wie bei Nasslack ermöglichen
Paint-to-Powder-Effekt:
Der Paint-to-Powder-Effekt gilt als Zukunftstrend, weil er die edle Nasslackoptik ermöglicht, ohne deren ökologische Belastungen und Prozessnachteile, und damit Pulverlack für hochwertige Design- und Industrielösungen noch attraktiver macht.
Pulverlackoberfläche
2% 10600ST UTM bonded in PUR - transparent
Nasslackoberfläche
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK


Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
Super Durable Technology
„Je höher die Beschichtungsqualität des Pigments, desto stabiler und nachhaltiger die Oberflächengüte.“

Kriterium	Unbeschichtet	Beschichtet	Super Durable
Oberfläche des Pigments	Reines Aluminium	Einfache organische / anorganische Schicht	Mehrschicht-System
Chemische Stabilität	✗ gering	⚠ mittel	☑ sehr hoch
Lagerstabilität im Pulver	✗ begrenzt	⚠ verbessert	☑ sehr gut
Metallic-Optik	⚠ stark, aber ungleichmäßig	☑ gleichmäßiger	☑ sehr gleichmäßig
Wolkenbildung	✗ hoch	⚠ reduziert	☑ minimal
Außenbeständigkeit	✗ niedrig	⚠ mittel	☑ hoch
Kosten	€	€€	€€€
Typische Anwendungen	Einfache Innenanwendungen	Standard-Industrie	Automotive, Architektur, Premium

Die wichtigsten Einsatzbereiche für die Super Durable Technology
• Architektur & Bau – langlebige Premium-Oberflächen
• E-Mobilität & Automotive-Komponenten
Standard SiO2 / dry-blend
Double-Layer / dry-blend
Chemikalien - Test
Mörtel - Test
QUV-B - Test
Verbleibender Glanz:
dry-blend: 69,10% (600h)
dry-blend 94,50% (600h)
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK


Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
Niedrigtemperatur- PL
Systeme, die bereits bei deutlich reduzierten Einbrenntemp. (eher typisch 140–160 °C) vollständig vernetzen und dadurch energieeffiziente Beschichtungen auf temperaturempfindlicheren Substraten ermöglicht.
Bisherige Probleme :
✗ geringere mechanische & chemische Beständigkeit
✗ eingeschränkte Optik & Pigment-Kompatibilität
✗ engeres Prozessfenster, hauptsächlich bedingt durch kürzere Lagerzeiten mit erschwerten Lagerkonditionen
✗ kein wirtschaftlicher Vorteil bei niedrigen Energiepreisen
Heute :
☑ stark gestiegene Energie- & CO_2-Kosten
☑ deutlich verbesserte Harz- & Additivtechnologie
☑ kompatibel mit modernen Effekt- & superbeschichteten Pigmenten
☑ geeignet für neue Substrate & E-Mobilitätsanwendungen
Technologische Reife und zunehmender Energiedruck macht Niedrigtemperatur-Pulverlacke immer wichtiger.
ABER:
Die bisherige Verfügbarkeit für den Einsatz auf den verschiedenen Plastiksubstraten müsste über noch niedrigere EB-Temp. weiterentwickelt werden
Energie- & CO_2-Einsparung durch niedrigere Einbrenntemperaturen
Neue Substrate wie Kunststoff, dünne Metalle und Verbundwerkstoffe beschichtbar
Nachhaltig & VOC-frei, passend zu regulatorischen Anforderungen
Moderne NT-Harze erreichen heute klassische mechanische, chemische und UV-Beständigkeit
Attraktive Premiumoptiken für Architektur, Automotive und Design
Für die Verwendung im Effektbereich sind enge Kooperationen Pulverlackhersteller/Rohstoffhersteller notwendig. Es geht um Projektfindung und Systemabstimmung.
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK


Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack
UV - PL
UV-Pulverlack – Herausforderungen & Trend
UV-PL ist ein lösemittelfreies Pulversystem, das nach dem Aufschmelzen durch ultraviolette Strahlung in Sekunden aushärtet und dadurch energieeffiziente und temperaturschonende Beschichtungen ermöglicht.“
Bisherige Probleme :
✗ Hohe Kosten und technischer Aufwand
✗ Enges und komplexes Prozessfenster
✗ Verarbeitungsprobleme (UV-Abschirmung durch Alupigmente)
Heute :
☑ Wirtschaftliche und nachhaltige Vorteile über schnellere energiereduzierte Härtungsprozesse
☑ Einfachere Integration in Produktionslinien
☑ Breiteres Farbspektrum inkl. Metalliceffekte
2% PES-Primid transp. bonded
2% UV-PC bonded
2600 SDT
Zenexo YY WB
Aber – es gibt so gut wie KEINE Systeme, die für den Einsatz von Metallic-Effektpigmenten geeignet sind
Für die Verwendung im Effektbereich sind enge Kooperationen Pulverlackhersteller/Rohstoffhersteller notwendig. Es geht um Projektfindung und Systemabstimmung.
23.01.2026 35. Pulversymposium Dresden 2026
SCHLENK

Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack

Chromeffekt

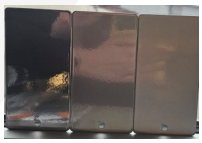
→ Ziel: Optik von verchromten Metalloberflächen

Bisherige Probleme & Herausforderungen :

- ✕ Hohe Pigmentempfindlichkeit
  - Spiegeleffekt hängt stark von der Pigmentorientierung ab
  - Kleine Partikelstörungen führen zu matten Stellen
- ✕ Mechanische und chemische Beständigkeit
  - Sehr kratzempfindlich & Chemikalienempfindlich
  - Korrosion oder Abrieb können den Chromeffekt schnell zerstören

Lösungen für bessere Zukunftsperspektiven:

- ☑ Technologische Entwicklung
  - Fortschritte bei Pigmentbeschichtung über ständige Weiterentwicklung unserer Anlagentechnologie ermöglichen die Herstellung von Pigmenten für diesen Anwendungsbereich
- ☑ Neue Pigmenttechnologien
  - noch dünnere und noch feinere Pigmente mit verbesserter Beschichtungstechnologie ermöglichen



Chrom / Spiegeleffekt nimmt zu

Chemikalienbeständigkeit nimmt zu

Pow. 170	Pow. 8500-01 HC	Pow. 10600 ST UTM
15min 10% NaOH	30min 10% NaOH	60min 10% NaOH

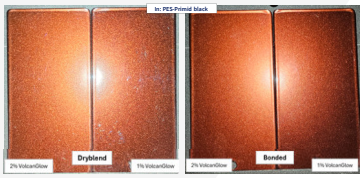
Und JA- es ist leider immer noch nicht möglich die Beständigkeiten von galvanisierten Oberflächen via Pulverlacktechnologie zu erreichen

ABER wir machen Fortschritte.

Zukunftsperspektiven im Bereich Pulverlack

Neue Pigmente – Neue Effekte

ZENEXO® VolcanGlow



- **Neues Effektpigment von SCHLENK**
  Zenexo® VolcanGlow ist die neueste Innovation der preisgekrönten Zenexo®-Serie und erweitert das Portfolio um eine markante Rotverschiebung im Rot- bis Orangespektrum
- **Starke visuelle Wirkung**
  Hohe Deckkraft, intensiver Chroma-Effekt und ausgeprägter Flop-Effekt ermöglichen auffällige, dynamische Designs mit metallischem Charakter
- **Vielseitig einsetzbar**
  Geeignet für Lacke, Druckfarben und Kunststoffe, inklusive Pulver-, Wasser- und UV-Lacke sowie Masseneinfärbung von Kunststoffen
- **100 % Pulverform**
  Einfach in der Verarbeitung, effizient in der Anwendung und ideal für moderne Beschichtungstechnologien. Sicher & nachhaltig. Kein Gefahrgut nach Transportvorschriften. Keine Einstufung nach CLP-Verordnung. Unterstützt nachhaltige und zukunftsfähige Produktionskonzepte

Schlussworte

„Für mich heißt es Abschied nehmen – vom Dresdner Pulverlacksymposium, vor allem aber von meiner Arbeit mit Metallicpigmenten im Pulverlack. Aber keine Sorge – der Pulverlack glänzt + glitzert auch in Zukunft in diesem Symposium weiter – nur ich sag jetzt Tschüss.“

„Mit innovativen Pulverlack-Trends und den besten Aluminiumpigmenten gestalten wir heute schon die Oberflächen von morgen.“

PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

ROPA

pulversymposium dresden

Ein Jahrzehnt der Innovation und Partnerschaft

10 Jahre PantaTec und Ropa

05.02.-06.02.2026
Frank Schlör
Maria Seber
Tobias Steger

PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

ROPA

pulversymposium dresden

Agenda:

- Vorstellung PantaTec
- Vorstellung Ropa mit Imagefilm
- Warum PantaTec
- Verbesserung des Substrates mit PantaTec
- Herausforderungen

2

Wer ist PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM **in der Eggersmann Gruppe - Recycling Technologie**
Familien-Unternehmen, 1300 MA, 320 Mio,

3

Wer ist PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

Eggersmann Gruppe Recycling - Produktportfolio

Eggersmann Gruppe

Stationäre und mobile Recyclinganlagen

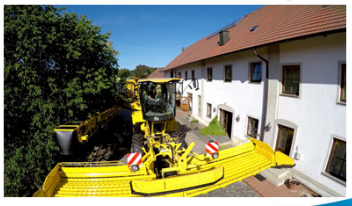
4

PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

ROPA

pulversymposium dresden

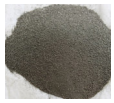
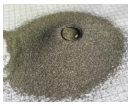
- Imagefilm



5

Warum ? PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

- Reinigung des Strahlmittels
- Rückstände von öligen Hilfs- und Schmierstoffen auf dem Substrat entfernen

- Über Recherche im Internet kam man auf PantaTec

6

Eine gute Beschichtung

erfordert auch ausreichend gut vorbehandeltes Substrat

7

Herausforderung PantaTec

- Standort des Dosierers direkt neben der Strahlanlage

- Durch den Standort gelangte Spritzkorn oder Verschmutzungen in den Behälter

8

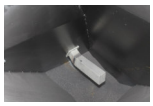
Herausforderung PantaTec

- Neuer Standort des Dosierers vor der Einhausung
- der Strahlanlage
- Kein Spritzkorn oder Verschmutzungen mehr im Behälter
- Dadurch weniger Verschleiß am Dosierblock

9

Herausforderung PantaTec

- Position der Lanze im Bunker

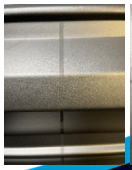


10

Abhilfe durch das PantaTec Verfahren

Vor dem Strahlen

Nach dem Strahlen ohne Vorreinigung



Abhilfe durch das PantaTec Verfahren

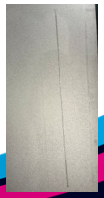
Vor dem Strahlen

Nach dem Strahlen ohne Vorreinigung

Abhilfe durch das PantaTec Verfahren

Vor dem Strahlen

Nach dem Strahlen ohne Vorreinigung



Staubabsaugung funktioniert

…Betriebsgemisch leistungsfähig - Teile sauber

14

PantaTec

PantaTec FAST METAL CLEANING SYSTEM

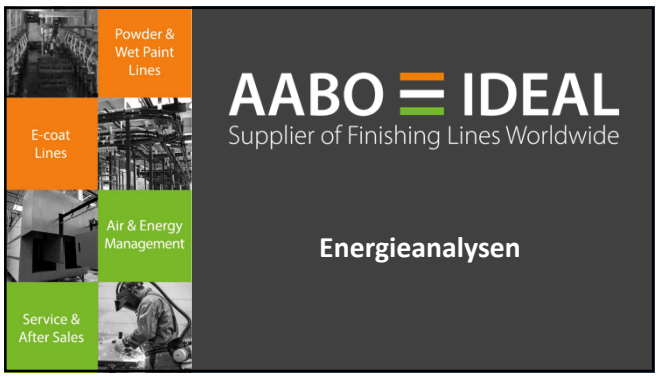
ROPA

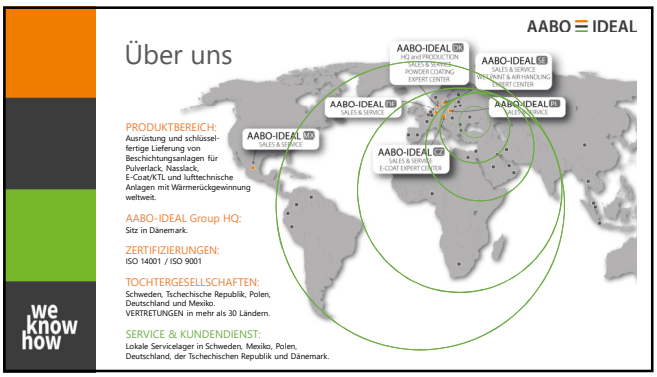
pulversymposium dresden

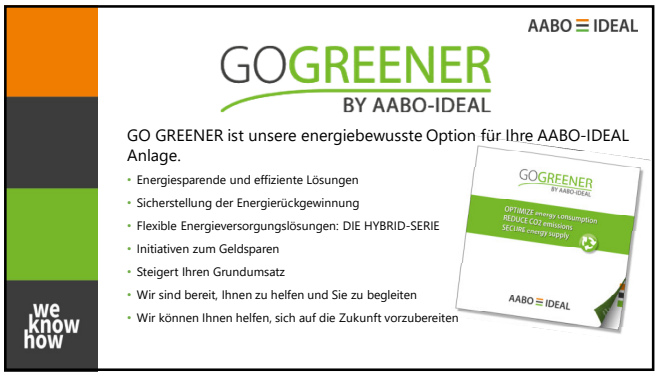
Bei Fragen sind wir jederzeit für Sie da

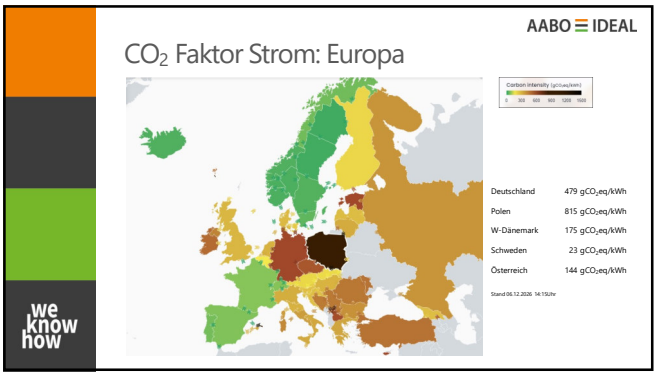
15

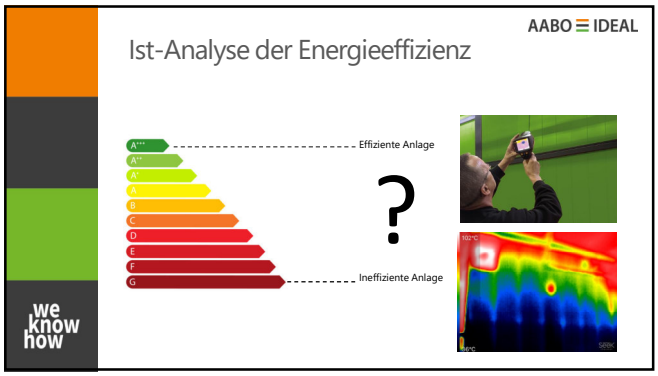
PantaTec

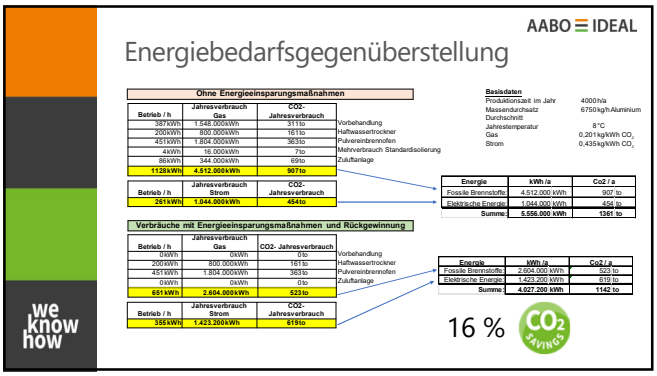

Powder & Wet Paint Lines
E-coat Lines
Air & Energy Management
Service & After Sales
AABO IDEAL
Supplier of Finishing Lines Worldwide
Energieanalysen


AABO IDEAL
Über uns
PRODUKTBEREICH:
Ausrüstung und schlüsselfertige Lieferung von Beschichtungsanlagen für Pulverlack, Nasslack, E-Coat/KTL und lufttechnische Anlagen mit Wärmerückgewinnung weltweit.
AABO-IDEAL Group HQ:
Sitz in Dänemark.
ZERTIFIZIERUNGEN:
ISO 14001 / ISO 9001
TOCHTERGESELLSCHAFTEN:
Schweden, Tschechische Republik, Polen, Deutschland und Mexiko.
VERTRETUNGEN in mehr als 30 Ländern.
SERVICE & KUNDENDIENST:
Lokale Servicelager in Schweden, Mexiko, Polen, Deutschland, der Tschechischen Republik und Dänemark.
AABO-IDEAL DK
AABO-IDEAL SE
AABO-IDEAL DE
AABO-IDEAL PL
AABO-IDEAL MX
AABO-IDEAL CZ
we know how


AABO IDEAL
GOGREENER
BY AABO-IDEAL
GO GREENER ist unsere energiebewusste Option für Ihre AABO-IDEAL Anlage.
Energiesparende und effiziente Lösungen
Sicherstellung der Energierückgewinnung
Flexible Energieversorgungslösungen: DIE HYBRID-SERIE
Initiativen zum Geldsparen
Steigert Ihren Grundumsatz
Wir sind bereit, Ihnen zu helfen und Sie zu begleiten
Wir können Ihnen helfen, sich auf die Zukunft vorzubereiten
OPTIMIZE energy consumption
REDUCE CO2 emissions
SECURE energy supply
we know how


AABO IDEAL
CO2 Faktor Strom: Europa
Deutschland 479 gCO2eq/kWh
Polen 815 gCO2eq/kWh
W-Dänemark 175 gCO2eq/kWh
Schweden 23 gCO2eq/kWh
Österreich 144 gCO2eq/kWh
we know how


AABO IDEAL
Ist-Analyse der Energieeffizienz
Effiziente Anlage
Ineffiziente Anlage
?
we know how


AABO IDEAL
Energiebedarfsgegenüberstellung
Ohne Energieeinsparungsmaßnahmen
Basisdaten
Verbräuche mit Energieeinsparungsmaßnahmen und Rückgewinnung
16 %
we know how

AABO IDEAL

Berechnung der Energieverluste durch veraltete Isolierung

	Fläche (m²)	Zusätzlicher Verlust Isolierung (W)	Verlust (W)	(kWh)	Betriebszeit (h)	(kWh/a)
Haftwassertrockner						
Seitenwände	320	20	6400	6,4	4000	25.600
Boden	70	20	1400	1,4	4000	5.600
Dach	70	20	1400	1,4	4000	5.600
Pulvereinbrennofen						
Seitenwände (nicht nachträglich isoliert)	700	30	21000	21	4000	84.000
Seitenwände (nachträglich isoliert)	600	20	12000	12	4000	48.000
Boden	260	50	13000	13	4000	52.000
Dach	260	30	7800	7,8	4000	31.200
					Energieverlust in kW pro Jahr:	252.000

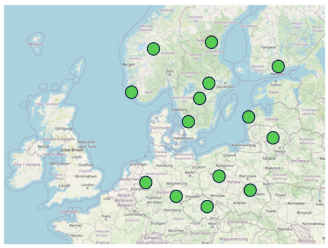
AABO IDEAL

Prozessauswertung

Datenerfassung:

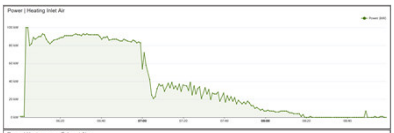
Übersicht der Anlagen mit installierten Energiesensoren.

Live Einsicht in:
-Energieverbräuche
-Energierückgewinnung
-Status der Anlage
-Fehlermeldungen



AABO IDEAL

Prozessauswertung



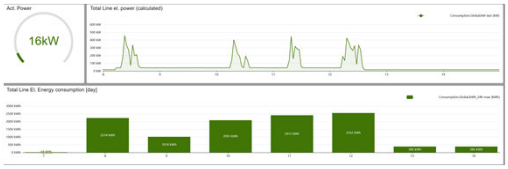
Erwärmung der Zuluft für die Arbeitsumgebung, bei Produktions-beginn.

Bei einer konstanten rückgewonnenen Energie schaltet sich die zusätzliche Erwärmung ab.

AABO IDEAL

Prozessauswertung

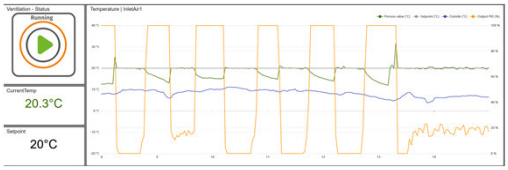
Gesamtverbrauch elektrischer Energie der Anlage



AABO IDEAL

Prozessauswertung

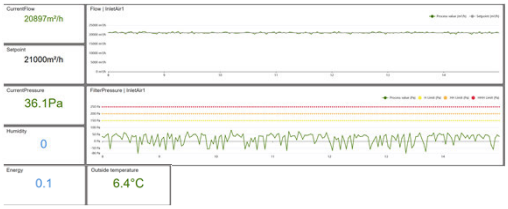
Temperatur Zuluftsystem



AABO IDEAL

Prozessauswertung

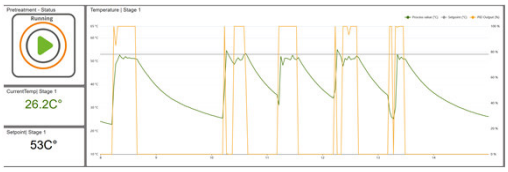
Airflow Zuluftanlage



AABO IDEAL

Prozessauswertung

Temperatur Vorbehandlungszone 1

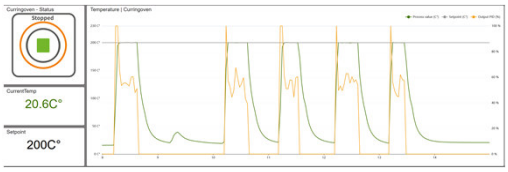


we know how

AABO IDEAL

Prozessauswertung

Temperatur Einbrennofen

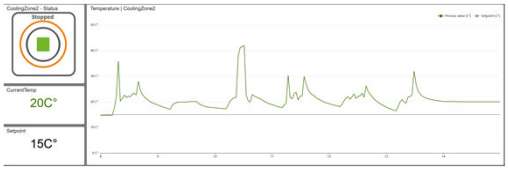


we know how

AABO IDEAL

Prozessauswertung

Temperatur Kühlzone

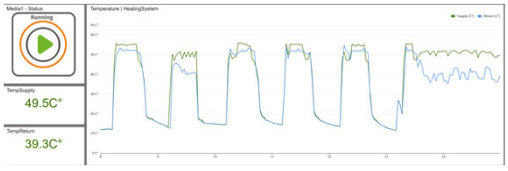


we know how

AABO IDEAL

Prozessauswertung

Temperatur Heizsystem



we know how

AABO IDEAL

Prozessauswertung

Stellen an denen Energieverbräuche oder Rückgewinnung gemessen werden können, dabei werden die Messpunkte vom Kunden gewählt.

we know how

AABO IDEAL

Ihre Zufriedenheit

... und Sie als Kunden umfänglich wie auch langfristig zu begleiten ist unser Ziel.

we know how

Vielen Dank
für Ihr Interesse!
Oliver Leifholz
REGIONALE VERTRIEBSLEITUNG DACH
ole@aabo-ideal.com
Tel: +49 171 3165526
AABO IDEAL
Supplier of Finishing Lines Worldwide
we know how

Innovative Grundierung mit Kantenschutz
und metallischem Zink als Opferanode

pulverit.it

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Ursache für Korrosion

- Oxidation von Fe durch Sauerstoff / Wasser
- Konstruktive Fehler (z. B. Spalte & Hinterschneidungen)
- Ungeeignete Vorbehandlung
- Scharfe Kanten oder nicht entgratete Kanten
- Lacksystem mit geringem Korrosionsschutz
- Lacksysteme mit hoher Kantenflucht
- Zu geringe Schichtdicke auf der Kante
- Verletzte Oberfläche

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Lacktechnischer Lösungsansatz

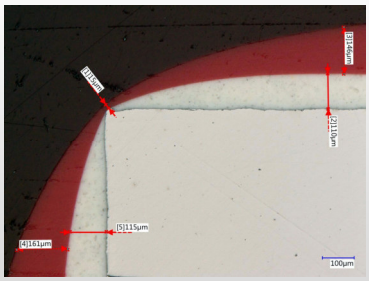
- Gleichmäßiger Lackaufbau
- Hohes Eindringvermögen
- Mehrschichtaufbau
- Lacksysteme mit stark reduzierter Kantenflucht
- Lacksystem mit aktivem Korrosionsschutz (Opferanode)

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

2-Schicht-Aufbau mit Standardsystemen

- Lasergeschnittene Oberfläche
- Keine mechanische Entgratung
- Mehrschichtaufbau mit EP-Grundierung
- Sehr geringe Gesamtschichtdicke an der Kante



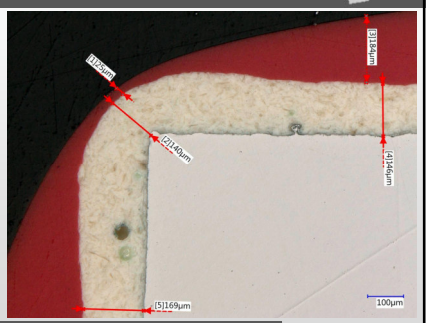
© Dr. Herrmann/PULVERIT

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Optimierter 2-Schicht-Aufbau

- Lasergeschnittene Oberfläche
- Keine mechanische Entgratung
- Mehrschichtaufbau mit optimierter EP-Grundierung
- Hohe Gesamtschichtdicke an der Kante

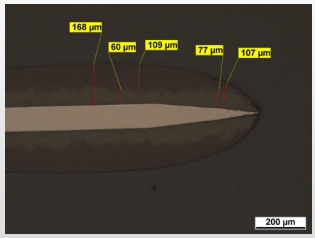


Sandro Albano/PULVERIT

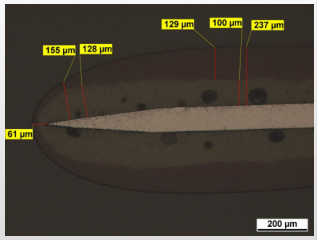
© Dr. Herrmann/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Standard VS optimiertem Grund Querschliff



Standardgrundierung © PULVERIT

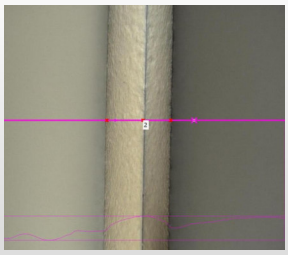


optimierte Grundierung © PULVERIT

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Standard VS optimiertem Grund unter dem Mikroskop



Standardgrundierung © Optisense

optimierte Grundierung © Optisense

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

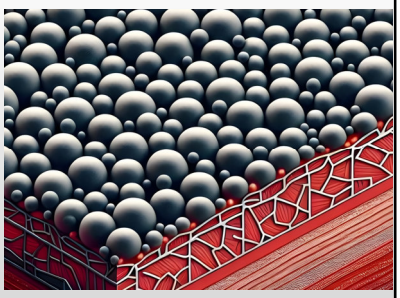
Standard VS optimiertem Grund

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Wirkmechanismus zinkhaltiger Lacke Zinkstaub Nasslack

- Zinkanteil sehr hoch
- Zinkpartikel sind praktisch miteinander verbunden
- Bei Verletzung des Films bietet sich Zn aus der Umgebung als lokale Opferanode an
- Zn geht in Lösung und Elektronen an Fe ab
- Mit Fortschreiten der Korrosion übernehmen weiter entfernte Zn-Partikel die Aufgabe der Opferanode, da eine leitfähige Verbindung vorhanden ist
- Elektrochemische Fernwirkung vorhanden

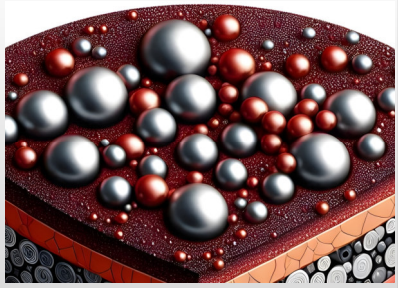


Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Wirkmechanismus zinkhaltige Lacke Zn-Rich Pulverlack

- Zinkanteil max 30%
- Bei Verletzung des Films bietet sich Zn aus der Umgebung als lokale Opferanode an
- Zn geht in Lösung und Elektronen an Fe ab
- Zn-Partikel befinden sich in Lackmatrix. Eine leitfähige Verbindung ist nicht immer vorhanden
- Opferanode wird unterbrochen
- Lediglich 30 – 40% des vorhandenen Zinks bietet sich als Opferanode an
- Elektrochemische Fernwirkung stark reduziert
- Korrosionsschutz leidet

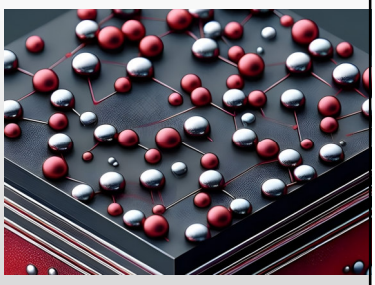


Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Wirkmechanismus zinkhaltige Lacke Nano Zinc Primer

- Zinkanteil sehr gering (ca. 5 %)
- Bei Verletzung des Films bietet sich Zn aus der Umgebung als lokale Opferanode an
- Zn geht in Lösung und Elektronen an Fe ab
- Zn-Partikel sind elektrisch miteinander verbunden (Nanotechnologie)
- Weiter entfernte Zn-Partikel können die Aufgabe der Opferanode übernehmen
- Elektrochemische Fernwirkung vorhanden
- Korrosionsschutz ≥ Zinc-Rich Pulver
- Korrosionsklasse C5-M im 2-Schichtaufbau



Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Korrosionsergebnisse KSP Test

1 Schicht
5050/0996
24 h

2 Schicht
1101/007
5050/0996
48 h

2 Schicht
13AO/2649
5050/0996
144 h

2 Schicht
13A4/2649
5050/0996
216 h

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

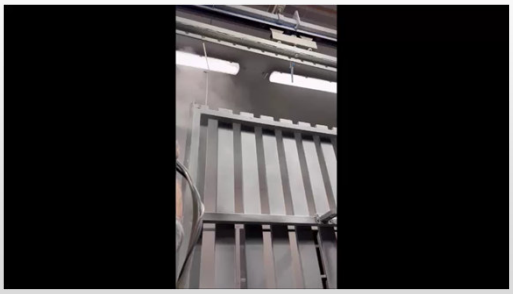
Applikation

- Gutes Eindringverhalten in Faraday'sche Käfige
- Keine Heißbeschichtung notwendig
- Sehr homogener Pulveraufbau
- Mit allen Oberflächen überbeschichtbar ohne nennenswerte Änderung der Appearance
- Pulver-In-Pulver applizierbar (nur E-Statik)
- Reduzierter Zeit- und Kostenaufwand

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

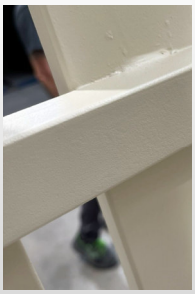
Applikation



Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Visuelle Ergebnisse



Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Visuelle Ergebnisse

Sandro Albano/PULVERIT

PULVERIT
VERNICI E RIVESTIMENTI IN POLVERE

Zusammenfassung

- Deutlich verbesserter Kantenaufbau gegenüber Standardsystemen
- Sehr hoher Korrosionsschutz sowohl auf der Kante, wie auf der Fläche
- Zink als Opferanode
- Geringe Umweltbelastung durch geringen Zinkanteil
- Sehr hohe Ergiebigkeit (ca. 25 % reduziertes spez. Gewicht)
- Pulver-In-Pulver möglich
- Mikrotextur mit allen Oberflächen überbeschichtbar ohne nennenswerte Änderung der Appearance
- Praktisch universell einsetzbar

Sandro Albano/PULVERIT

Pulverit.IT

AUFHÄNGUNG

MANAGEMENT-THEMA ODER REINE ARBEITSVORBEREITUNG

Erfahrungen aus der Praxis

hang On

Aufgabe der Aufhängung im Beschichtungsprozess

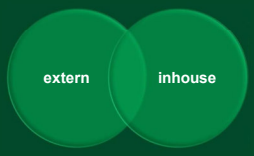
- Transport durch die Beschichtungsanlage
- Sichere Fixierung und Positionierung
- Gewährleistung sicherer Erdung
- Frei Zugänglichkeit der Oberfläche
- Qualitäts- und Prozesssicherung
- Sicherstellung von Ergonomie und Wirtschaftlichkeit

Zusammengefasst:
Die Aufhängung ist ein **funktionales Schlüsselelement**, das Fixierung, Kontaktierung, Oberflächenzugänglichkeit, Transport und Beschichtungsqualität sicherstellt.
Ohne eine passende Aufhängung ist ein stabiler, reproduzierbarer Beschichtungsprozess kaum möglich. Quelle: ChatGPT

hang On

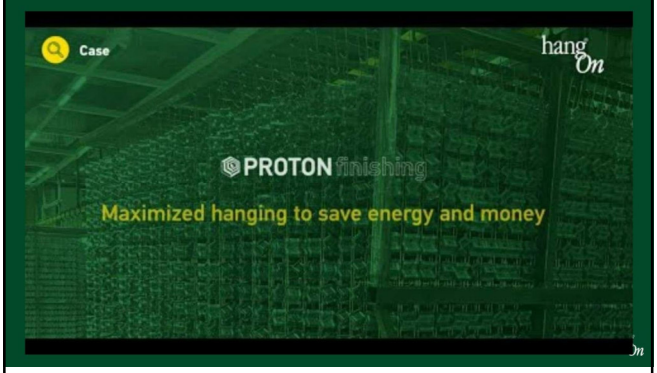
Planung der Aufhängung

- strategisch:

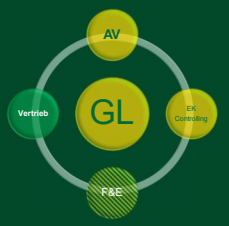


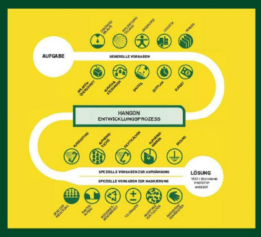
- praktisch:

hang On

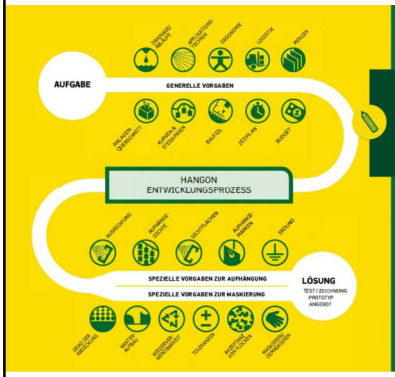


Beteiligte Abteilungen/Personen





Projektdatenanalyse



- Durch die genaue Betrachtung des Ist-Zustands und der Projektanforderungen werden…
- problematische Bereiche,
- Bottlenecks
- notwendige Anpassungen
- …identifiziert!

Eine (kurze) Geschichte der Schichtdickenmessung — von den Anfängen industrieller Lackierprozesse zur Sensor- und KI-gestützten Anlagensteuerung

Prof. Dr. Nils André Reinke

1. Einleitung

Die zuverlässige Messung der Schichtdicke ist seit jeher eine Kernaufgabe der Oberflächentechnik. Sie bestimmt Korrosionsschutz, mechanische Eigenschaften, optisches Erscheinungsbild und die Einhaltung technischer Spezifikationen und hat damit unmittelbare Folgen für Materialeinsatz, Ausschussquoten, Nacharbeit und die Gesamtkosten einer Beschichtungsanlage. Für Anlagenhersteller und Beschichter ist Schichtdickenmesstechnik daher nicht nur eine messtechnische Fragestellung, sondern eine betriebswirtschaftliche Pflichtaufgabe.

Historisch dominierten einfache, häufig zerstörende oder kontaktierende Verfahren wie Querschliff, Nassfilm-Kämme sowie magnetische und Wirbelstrommessungen. Diese Methoden eigneten sich für Endkontrollen und Validierungen, ließen sich jedoch kaum in automatisierte, hochgetaktete Produktionsprozesse integrieren. Die sukzessive Entwicklung hin zu zerstörungsfreien, berührungslosen und schließlich flächenbildenden Verfahren — insbesondere thermisch-optische Ansätze wie *Advanced Thermal Optics* (seit 2007) — hat die technische Voraussetzung für prozessnahe Inline-Messung und direkte Steuerungsintegration geschaffen.

Parallel zu dieser technischen Evolution hat sich die produktionsseitige Ausgangslage verändert: Die Applikationstechnik (Düsen, Pulverpistolen, Zuführsysteme) gilt heute weitgehend als ausgereift; Unterschiede zwischen führenden Herstellern sind marginal. Entscheidend für das reale Beschichtungsergebnis bleibt vielmehr der Bediener: Positionierung, Sprühwinkel, Wartung und situative Entscheidungen entscheiden oft mehr über Homogenität und Ausschuss als die Pistole selbst. Vor dem Hintergrund eines anhaltenden Fachkräftemangels stellt diese Bedienerabhängigkeit ein erhöhtes Betriebsrisiko dar.

Die einzige realistische Strategie, diesen Risiken zu begegnen und gleichzeitig Effizienzgewinne zu realisieren, ist datengetriebene Automatisierung: **KI-gestützte Steuerung**, die Bedieneraufgaben partiell oder vollständig ersetzt. Eine zentrale Erkenntnis ist dabei zwingend: KI funktioniert nur mit den richtigen Daten. Wenn das Ziel lediglich ein konstanter Pulver-Durchsatz ist, reichen Messgrößen am Applikationspunkt (Massenstrom, Förderkennwerte). Wenn das Ziel jedoch eine homogene, zeiträumlich konstante Schichtdickenverteilung ist, dann müssen **direkte, inline-fähige Schichtdickenmessungen** (punktuell, linienförmig oder flächenbildend) die Regelung treiben.

Nur so lassen sich Effekte wie Sprühwinkel, Geometrieeinfluss, elektrostatische Abweichungen oder lokale Über-/Unterdosierungen zuverlässig erkennen und korrigieren.

Dieser Artikel verfolgt daher zwei Ziele: Erstens die historische und technische Entwicklung der Schichtdickenmessung nachzuzeichnen; zweitens die operativen Konsequenzen für Anlagenbauer und Pulverbeschichter herauszuarbeiten. Die Leitfrage lautet dabei klar und praktisch: Wie lässt sich durch moderne Messtechnik und datengetriebene Steuerung die Bedienerabhängigkeit reduzieren und damit Qualität, Effizienz und Nachvollziehbarkeit in Beschichtungsprozessen sicherstellen? Die übergeordnete Forderung ist unmissverständlich: **Keine Anlage ohne Prozesssicherung der Schichtdicke.**

2. Von Endkontrolle zu Prozessfeedback

Die Messung der Schichtdicke begleitet die Beschichtungstechnik seit ihren Anfängen. Über Jahrzehnte hinweg war sie jedoch primär ein Instrument der **nachgelagerten Qualitätskontrolle** – nicht der aktiven Prozessführung. Dieses historische Erbe prägt viele Anlagenkonzepte bis heute, steht jedoch zunehmend im Widerspruch zu den wirtschaftlichen und organisatorischen Anforderungen moderner Beschichtungsprozesse.

2.1 Schichtdickenmessung als Prüf- und Dokumentationswerkzeug

Frühe Messmethoden wie Querschliff, gravimetrische Verfahren, Nassfilm-Kämme oder einfache mechanische Messungen entstanden in einer Produktionsrealität, in der Prozesse langsam, stark manuell geprägt und wenig automatisiert waren.

Figure 1 *Messung der Schichtdicke mit einem kontaktierenden Schichtdickenmessgerät (seit 1950)*

Die Schichtdicke wurde **nach dem Beschichten** und je nach Verfahren **erst nach dem Einbrennen** überprüft.

Der Zweck dieser Messungen war klar definiert:

- Nachweis der Einhaltung von Spezifikationen
- Stichprobenartige Qualitätsfreigabe
- Dokumentation gegenüber Kunden und Auditoren

Die Messung hatte **keine direkte Rückwirkung auf den laufenden Prozess**. Abweichungen wurden akzeptiert, solange sie innerhalb tolerierbarer Grenzen lagen – andernfalls folgten Nacharbeit oder Ausschuss.

2.2 Zerstörungsfreie, aber weiterhin nachgelagerte Verfahren

Mit der Industrialisierung der Beschichtungstechnik etablierten sich zerstörungsfreie, kontaktierende Messverfahren wie magnetinduktive und Wirbelstrommessungen. Diese Methoden verbesserten Geschwindigkeit, Wiederholbarkeit und Praktikabilität deutlich und sind bis heute Standard in der Qualitätskontrolle.

Trotz dieser Fortschritte blieb ein zentrales Paradigma unverändert:
Gemessen wurde nach dem Prozess, nicht im Prozess.

Auch diese Verfahren lieferten punktuelle Werte, waren operatorabhängig und eigneten sich nur begrenzt für eine kontinuierliche oder flächenhafte Erfassung. Sie reduzierten zwar den Prüfaufwand, änderten jedoch nichts an der grundsätzlichen Logik: Fehler werden erkannt, **wenn sie bereits entstanden sind**.

2.3 Historisch gewachsene Trennung von Applikation und Messtechnik

Parallel dazu entwickelte sich die Applikationstechnik rasant weiter. Pulverpistolen, Düsen, Fördertechnik und Hochspannungssysteme wurden leistungsfähiger, präziser und reproduzierbarer. Messtechnik und Anlagensteuerung hingegen blieben organisatorisch und technisch oft getrennt.

Diese Trennung führte zu einem bis heute verbreiteten Denkmodell:

- Die **Pistole** wird geregelt
- Der **Pulverdurchsatz** wird stabilisiert
- Die **Schichtdicke** wird geprüft

Was fehlte, war die direkte Kopplung zwischen dem **Ergebnis auf dem Bauteil** und den **Stellgrößen der Anlage**.

2.4 Konsequenzen des historischen Ansatzes

Dieses historisch gewachsene Vorgehen hatte lange Zeit funktioniert, weil:

- Materialkosten niedriger waren
- Taktzeiten weniger kritisch waren
- Fachpersonal verfügbar war
- Ausschuss wirtschaftlich verkraftbar blieb

Heute kehren sich diese Rahmenbedingungen um. Nachgelagerte Messung bedeutet:

- späte Fehlererkennung
- unnötigen Pulververbrauch
- erhöhte Nacharbeit
- hohe Abhängigkeit vom Bediener

Die historische Rolle der Schichtdickenmessung als reines Prüfmittel wird damit zum **wirtschaftlichen Nachteil**.

2.5 Übergang zu Prozessnähe als logische Konsequenz

Die logische Weiterentwicklung war nicht eine weitere Verfeinerung der Endkontrolle, sondern ein Paradigmenwechsel:

Schichtdickenmessung muss vom Prüfmittel zur Prozessgröße werden.

Erst mit berührungslosen, inline-fähigen Verfahren – insbesondere thermisch-optischen Ansätzen – wurde diese Verschiebung technisch möglich. Sie bilden die Grundlage für:

- frühes Feedback
- kontinuierliche Prozessbeobachtung
- Regelung statt Reaktion

Damit endet die historische Phase der Schichtdickenmessung als isolierte Qualitätssicherung. Sie markiert den Übergang zu einem neuen Verständnis: **Messung als integraler Bestandteil der Anlagensteuerung**.

3. Warum wirtschaftliches Beschichten heute nur noch mit frühem Prozessfeedback möglich ist

Die zentrale Veränderung moderner Beschichtungsprozesse ist nicht technischer, sondern wirtschaftlicher Natur. Steigende Materialkosten, zunehmende Variantenvielfalt, kürzere Losgrößen und wachsender Fachkräftemangel verschieben die Prioritäten in der Produktion. Unter diesen Bedingungen reicht es nicht mehr aus, Beschichtungsqualität nachgelagert zu prüfen. **Wirtschaftlichkeit entsteht nur, wenn Abweichungen frühzeitig erkannt und korrigiert werden.**

3.1 Der ökonomische Preis verspäteter Information

Nachgelagerte Schichtdickenmessung – etwa nach Einbrennen oder am Linienende – liefert zwar korrekte Messwerte, kommt jedoch zu spät, um wirtschaftlich wirksam zu sein. Jede erkannte Abweichung hat zu diesem Zeitpunkt bereits Kosten verursacht:

- verbrauchtes Pulver
- belegte Anlagenzeit
- Energieaufwand
- potenzielle Nacharbeit oder Ausschuss

In der Praxis bedeutet dies:
Je später eine Abweichung erkannt wird, desto teurer ist sie.

Dieses Prinzip ist nicht neu, wird jedoch in der Beschichtung besonders relevant, da Materialeinsatz, Energie und Personal unmittelbar betroffen sind. Ein Prozess, der erst nach Abschluss bewertet wird, ist per Definition nicht regelbar.

3.2 Pulverdurchsatz ist kein Qualitätskriterium

Viele bestehende Automatisierungskonzepte konzentrieren sich auf die Stabilisierung des Pulverdurchsatzes: Förderleistung, Druck, Stromstärke oder Pistolenparameter werden geregelt und überwacht. Diese Größen sind notwendig, aber nicht hinreichend.

Der entscheidende Punkt lautet:

Ein konstanter Pulverstrom garantiert keine konstante Schichtdicke.

Zwischen Pulverausstoß und resultierender Schichtdicke liegen zahlreiche Einflussgrößen, u.a.:

- Bauteilgeometrie und Behängungsdichte
- Abnutzungsgrad der Applikationstechnik
- Passivierung der Bauteiloberfläche

- Zustand und Zusammensetzung des Beschichtungsmaterials
- Anteil recycliertem Beschichtungsmaterials
- Elektrostatische Effekte (Erdung)
- Strömungsverhältnisse in der Kabine
- Luftfeuchtigkeit und Umgebungstemperatur

Diese Effekte wirken lokal, dynamisch und häufig nichtlinear. Sie sind weder vollständig modellierbar noch allein über Applikationsparameter kompensierbar. Wer ausschließlich den Output regelt, regelt **nicht das Ergebnis**.

Figure 2 Typischer Arbeitsplatz mit Pulverbeschichtungsanlage

3.3 Die Schichtdicke ist die einzige relevante Regelgröße

Aus wirtschaftlicher Sicht ist nur eine Größe wirklich entscheidend:

Die reale Schichtdickenverteilung auf dem Bauteil.

Sie bestimmt:

- Korrosionsschutz
- mechanische und optische Eigenschaften
- Materialverbrauch
- Ausschuss- und Nacharbeitsquote

Alle anderen Prozessgrößen sind lediglich Stell- oder Hilfsgrößen. Ohne direkte Kenntnis der Schichtdicke bleibt jede Regelung indirekt und unsicher. Frühzeitige Schichtdickenmessung verwandelt das Beschichten von einem offenen in einen geschlossenen Prozess.

3.4 Früh bedeutet: während der Beschichtung, nicht danach

„Frühe“ Messung bedeutet nicht, wenige Minuten früher zu messen, sondern **im laufenden Prozess**:

- vor dem Einbrennen
- möglichst nahe an der Applikation
- mit ausreichender zeitlicher und räumlicher Auflösung

Nur dann lassen sich Abweichungen noch korrigieren, bevor sie sich über Bauteile, Chargen oder ganze Schichten fortpflanzen. Frühzeitiges Feedback reduziert:

- Überbeschichtung (Pulververbrauch)
- systematische Dünnstellen und damit Nacharbeit/Ausschuss
- Einstellzeiten bei Produktwechseln

Damit wird Messung zu einem **aktiven Werkzeug der Wirtschaftlichkeit**, nicht nur der Qualitätssicherung.

3.5 Von Reaktion zu Regelung

Der entscheidende Schritt ist der Übergang von reaktiver zu regelnder Prozessführung:

- **Reaktiv:** Abweichung erkennen → stoppen → korrigieren → neu starten
- **Regelnd:** Abweichung erkennen → automatisch kompensieren → weiter produzieren

Dieser Übergang ist nur möglich, wenn Messdaten:

- zeitnah verfügbar sind
- reproduzierbar sind
- direkt mit der Anlagensteuerung verknüpft sind

Ohne frühes Feedback bleibt jede Automatisierung unvollständig und jede KI blind.

3.6 Wirtschaftliche Wirkung in der Praxis

In der Praxis zeigt sich der Effekt früher Schichtdickenrückkopplung in drei Bereichen:

1. **Materialeinsparung** durch Vermeidung systematischer Überdosierung
2. **Ausschussreduktion** durch frühzeitiges Erkennen lokaler Dünnstellen
3. **Stabilere Prozesse** mit geringerer Abhängigkeit vom Bediener

Diese Effekte wirken kumulativ und machen den Unterschied zwischen einem stabil laufenden und einem nur scheinbar automatisierten Prozess.

4. Warum punktuelle Messwerte nicht ausreichen – und weshalb die Schichtdickenverteilung zur zentralen Messgröße wird

Der Einsatz der frühzeitigen Schichtdickenmessung ist ein notwendiger, aber noch nicht ausreichender Schritt. Entscheidend ist **nicht nur, wann gemessen wird**, sondern **was gemessen wird**. Viele bestehende Mess- und Automatisierungskonzepte scheitern nicht an der Messgenauigkeit, sondern an der Wahl der falschen Messgröße. Punktuelle Einzelwerte liefern scheinbare Sicherheit – verbergen jedoch systematische Fehler.

4.1 Der Irrtum der Einzelpunktmessung

Punktuelle Messungen – egal ob kontaktierend oder berührungslos – liefern stets **lokale Einzelwerte**. Diese Werte werden häufig gemittelt oder mit Grenzwerten verglichen. In der Praxis entsteht daraus ein trügerisches Bild:

- Der Mittelwert liegt im Toleranzbereich
- Einzelne kritische Stellen bleiben unentdeckt
- Systematische Abweichungen werden statistisch „weggemittelt“

Ein Bauteil kann formell innerhalb der Spezifikation liegen und dennoch funktional oder optisch unzureichend sein. Der Einzelwert sagt nichts über die **Homogenität** der Beschichtung aus – und die Gleichmäßigkeit der Schichtdickenverteilung ist der eigentliche Qualitätsfaktor.

4.2 Beschichten ist kein eindimensionaler Prozess

Beschichtungsprozesse sind räumlich und zeitlich komplex. Die Schichtdicke entsteht nicht gleichmäßig, sondern als Ergebnis zahlreicher lokaler Einflüsse:

- Geometrien mit Kanten und Ecken
- Abschattung und Überlagerung von Pistolenreihen

- Sprühwinkel- und Abstandsvariationen
- Dynamische elektrostatische Feldlinienverteilung
- Bauteilbewegung und Taktung

Diese Effekte erzeugen **räumliche Muster**: Streifen, Hotspots, Dünnstellen oder systematische Gradienten. Ein einzelner Messpunkt kann diese Muster nicht erfassen – selbst mehrere Stichproben bleiben unzureichend, wenn sie nicht repräsentativ verteilt sind.

4.3 Die Schichtdickenverteilung als echte Prozessbeschreibung

Die Schichtdickenverteilung beschreibt nicht einen Wert, sondern ein **räumliches Profil**:

- Wie verteilt sich die Schicht über das Bauteil?
- Wo liegen systematisch zu dünne oder zu dicke Bereiche?
- Wie stabil ist diese Verteilung über Zeit, Teile und Chargen?

Erst diese Information erlaubt eine realistische Bewertung des Prozesses. Sie macht sichtbar, **wo** der Prozess stabil ist und **wo** er versagt. Die Verteilung wird damit zur eigentlichen Prozesssignatur.

4.4 Wo Regelung ohne Verteilungsinformation scheitert

Regelung setzt voraus, dass Ursache und Wirkung unterscheidbar sind. Punktuelle Messwerte liefern dafür nicht genug Information:

- Eine Abweichung kann lokal oder global sein
- Die Ursache kann geometrisch, elektrostatisch oder prozessbedingt sein
- Eine Korrektur kann lokal helfen, aber global schaden

Ohne Kenntnis der Verteilung bleibt jede Regelung grob und unspezifisch. Sie führt häufig zu Überkompensation – und damit zu höherem Materialverbrauch oder neuen Fehlerbildern.

Mit Verteilungsdaten hingegen wird gezielte Korrektur möglich:

- zonenspezifische Anpassung
- dynamische Regelung entlang der Bauteilbewegung
- stabile Reproduktion über Serien hinweg

4.5 Punkt oder Fläche – qualitative Unterschiede

Messstrategien unterscheiden sich grundlegend in ihrer Aussagekraft:

- **Punktmessung:** liefert lokale Information, kaum repräsentativ
- **Flächenmessung:** bildet eine vollständige Landkarte der Schichtdicke

Je höher der Automatisierungsgrad und je geringer die Toleranzen, desto stärker verschiebt sich der Bedarf von Punkt zu Fläche. Flächenhafte Messung ist kein Luxus, sondern eine funktionale Voraussetzung für stabile Prozesse. Bereits heute ist die bildgebende Schichtdickenmessung ein unverzichtbares Werkzeug für die Applikation funktionskritischer Beschichtungen. Im Zuge der fortschreitenden Automatisierung wird die bildgebende Schichtdickenmessung zum unverzichtbaren Werkzeug sämtlicher Beschichtungsprozesse.

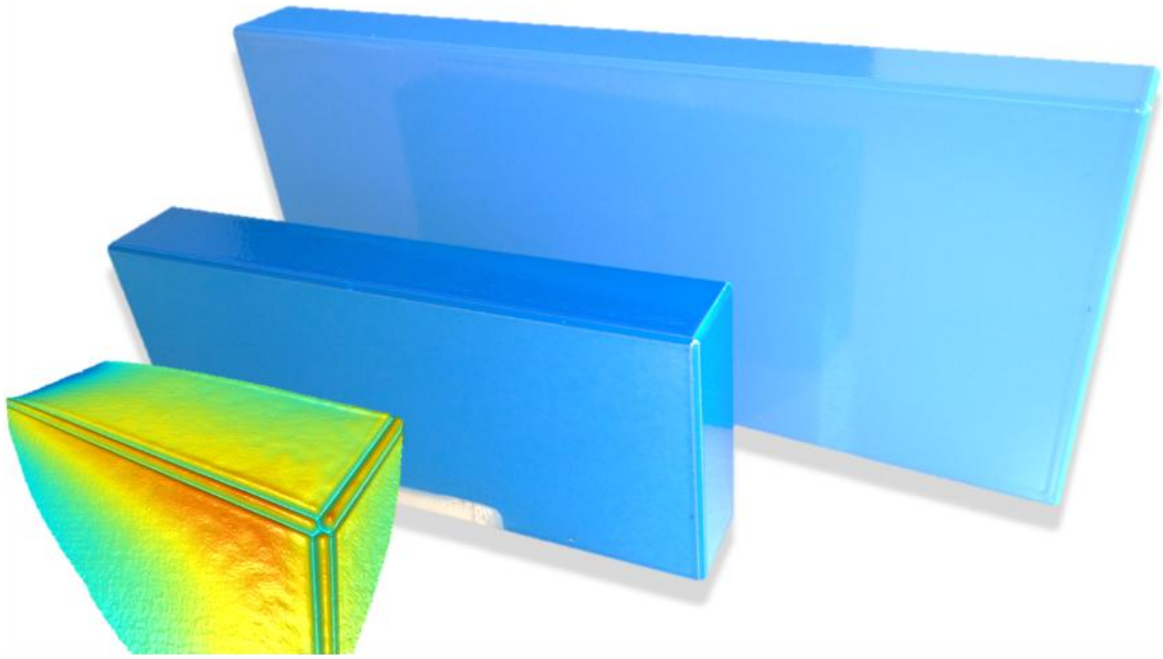


Figure 3 Prismatische Batteriezelle beschichtet mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung und der dazugehörigen bildgebenden Schichtdickenemessung (coatmaster atline 3D, 2020)

4.6 Verteilung als Grundlage für Daten, KI und Automatisierung

Für datengetriebene Ansätze ist die Schichtdickenverteilung unverzichtbar. KI kann Muster lernen, Trends erkennen und Abweichungen vorhersagen – aber nur, wenn die zugrunde liegenden Daten diese Muster enthalten. Punktwerte sind für KI nahezu wertlos, da sie Kontext und Struktur verlieren.

Die Verteilung hingegen ermöglicht:

- Mustererkennung
- Anomaliedetektion
- Ursachenanalyse
- adaptive Regelstrategien

KI – und damit die bildgebende Schichtdickenmessung – wird genau in dem Moment zum Standard, in dem Beschichtungsprozesse nicht mehr auf Erfahrung, sondern auf messbares, frühzeitiges Prozessfeedback angewiesen sind, um wirtschaftlich betrieben zu werden. Beschichtungslinien ohne integriertes Schichtdicken-Feedback werden sich zwangsläufig vom Stand der Technik entkoppeln und langfristig entweder aufwendig nachgerüstet oder aus wirtschaftlichen Gründen ersetzt werden müssen.

5. Von klassischen Messverfahren zu Advanced Thermal Optics – warum erst neue Ansätze die industrielle Inline-Messung ermöglichen

Die Forderung nach früher, flächenhafter Schichtdickenmessung ist nur dann sinnvoll, wenn sie technisch realisierbar ist. Genau hier scheiterten über Jahre viele Konzepte: Entweder waren Messverfahren präzise, aber nicht inline-fähig – oder inline-fähig, aber nicht robust genug für reale Pulverbeschichtungsprozesse. Erst mit thermisch-optischen Verfahren, heute zusammengefasst unter dem Begriff **Advanced Thermal Optics (ATO)**, wurde diese Lücke geschlossen.

5.1 Warum klassische Verfahren an Grenzen stoßen

Rein optische Messverfahren basieren auf der Wechselwirkung von Licht mit der Oberfläche oder der Schicht. Sie sind leistungsfähig bei:

- dünnen, optisch homogenen Schichten
- glatten, wenig streuenden Oberflächen

Pulverbeschichtungen erfüllen diese Voraussetzungen jedoch nur selten. Typische industrielle Herausforderungen sind:

- hohe Schichtdicken (>100 µm)
- starke Lichtstreuung
- metallische Pigmente und Klarpulver
- raue Oberflächen
- wechselnde Emissivität

In solchen Fällen verlieren optische Signale an Stabilität und Reproduzierbarkeit. Der Messwert wird empfindlich gegenüber Oberflächenzustand, Betrachtungswinkel und Materialvariationen. Als Alternative wurden Verfahren mit periodischer Anregung vorgestellt, die sich aufgrund von langen Messzeiten, Drifteffekten und daraus resultierender mangelnder Wiederholgenauigkeit und Richtigkeit nicht durchsetzen konnten. Für eine robuste Inline-Regelung sind diese Verfahren daher nur eingeschränkt geeignet.

5.2 Der Paradigmenwechsel

Advanced Thermal Optics verfolgt einen grundlegend anderen Ansatz. Nicht die Erscheinung der Oberfläche steht im Mittelpunkt, sondern die **thermische Impulsantwort der Beschichtung**. Die Schicht wird gezielt thermisch angeregt, und ihr zeitliches Temperaturverhalten im Millisekundenbereich wird ausgewertet.

Der entscheidende Vorteil:

Thermische Signale sind direkt an die Schichtdicke gekoppelt.

Während andere Verfahren im Industrieeinsatz scheitern, funktioniert der ATO Ansatz auch bei:

- Dicken Schichten
- Schwankenden und bewegten Bauteilen
- Metallic- und Klarlacken
- Komplexen Geometrien

stabil und auswertbar.

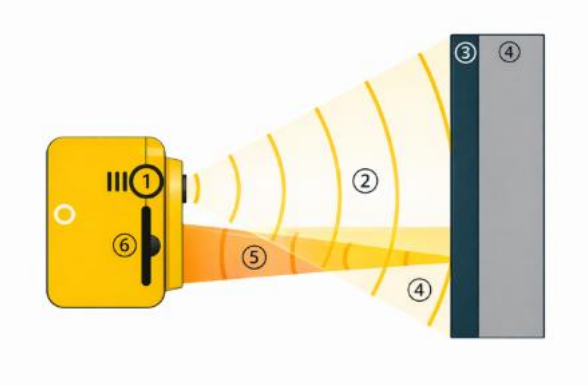


Figure 4 Advanced Thermal Optics sendet einen einzelnen 0.1ms langen Puls auf die Oberfläche der Beschichtung. Gemessen wird die Erwärmung und die Abkühlung der Oberfläche. Die Schichtdickenmessung erfolgt durch proprietäre Algorithmen im Subsekundenbereich.

5.3 Warum ATO besonders für Pulverbeschichtung geeignet ist

Pulverlacke sind thermisch vergleichsweise isolierend. Genau diese Eigenschaft macht sie ideal für thermisch-optische Messansätze. Die Schichtdicke beeinflusst:

- Aufheizverhalten
- Abkühlrate
- zeitliche Phasenlage der Temperaturantwort

Diese Effekte sind messbar – schnell, berührungslos und mit hoher Reproduzierbarkeit. Advanced Thermal Optics nutzt diese physikalische Kopplung gezielt aus, ohne den Prozess zu stören.

5.4 Industrielle Tauglichkeit: Geschwindigkeit, Toleranzen, Robustheit

Der eigentliche Durchbruch von ATO liegt nicht im Messprinzip allein, sondern in seiner **industriellen Umsetzbarkeit**. Moderne ATO-Systeme sind ausgelegt auf:

- hohe Messgeschwindigkeit bei laufender Kette
- große Abstands- und Winkeltoleranzen
- robuste Ergebnisse bei Staub, Temperaturdrift und Emissionsänderungen
- stabilen Betrieb in rauer Produktionsumgebung

Damit erfüllen sie erstmals alle Voraussetzungen für eine echte Inline-Messung – nicht als Laborlösung, sondern als integraler Bestandteil der Anlage.

5.5 Von Punktmessung zur bildgebenden Schichtdickenmessung

Advanced Thermal Optics lässt sich nicht nur punktuell einsetzen. Die Technologie skaliert zu:

- kontinuierliche Scans entlang der Bauteilbewegung
- flächenhaften Messungen ganzer Bauteile
- zeitaufgelösten Sequenzen zur Prozessbeobachtung

Damit wird ATO zur Schlüsseltechnologie für die Erfassung der **Schichtdickenverteilung**. Erst diese Skalierbarkeit macht die Verbindung zu Automatisierung und KI sinnvoll.

5.6 ATO als Datenlieferant für Regelung und KI

ATO liefert nicht nur Messwerte, sondern **prozessnahe, strukturierte Daten**:

- Präzise Schichtdickeninformation
- Räumliche und zeitliche Muster
- Früherkennung und Lokalisierung von Fehlstellen

Diese Daten sind exakt das, was moderne Regelstrategien und KI-Systeme benötigen. Ohne sie bleibt KI ein theoretisches Konzept; mit ihnen wird sie zum praktischen Werkzeug der Prozessführung.

6. Steigender Automatisierungsgrad – warum Beschichtungsanlagen in Zukunft nicht mehr ohne KI beherrschbar sind

Die technische Fähigkeit zur frühzeitigen, flächenhaften Schichtdickenmessung verändert den Beschichtungsprozess grundlegend. Sie allein löst jedoch noch kein Problem. Der entscheidende Schritt liegt in der **Interpretation und Nutzung dieser Daten**. Genau hier stoßen klassische Automatisierungskonzepte an ihre Grenzen. Mit wachsender Komplexität moderner Anlagen wird klar: **Ein hoher Automatisierungsgrad ist ohne künstliche Intelligenz nicht mehr beherrschbar.**

6.1 Die Grenzen klassischer Automatisierung

Klassische Regelung basiert auf klar definierten Zusammenhängen:

- bekannte Stellgrößen
- bekannte Zielgrößen
- lineare oder zumindest modellierbare Dynamiken

Beschichtungsprozesse erfüllen diese Voraussetzungen nur eingeschränkt. Die resultierende Schichtdickenverteilung ist das Produkt vieler gleichzeitig wirkender, teils nichtlinearer Einflüsse:

- Geometrieabhängigkeit
- elektrostatische Effekte
- Wechselwirkungen zwischen Pistole und Werkstück
- zeitliche Drift durch Temperatur, Verschleiß oder Materialchargen

Je höher der gewünschte Automatisierungsgrad, desto häufiger versagen starre Regelstrategien. Sie können Einzelparameter stabilisieren – aber keine komplexen Muster.

6.2 Der Fachkräftemangel als struktureller Treiber

Über Jahrzehnte wurde diese Komplexität durch erfahrene Bediener kompensiert. Experten erkannten Muster, interpretierten Abweichungen und reagierten intuitiv. Dieses Modell gerät zunehmend unter Druck:

- Erfahrene Beschichter sind am Markt nicht mehr verfügbar
- Wissen ist personengebunden und geht unwiederbringlich verloren
- Nachwuchskräfte meiden gesundheitliche belastende Arbeitsumgebungen

Automatisierung ist daher nicht primär ein Effizienzthema, sondern ein **Risikomanagement-Thema**. KI wird zum digitalen Ersatz für Erfahrung – nicht zur Spielerei.

6.3 Warum KI ohne Schichtdickenverteilung wirkungslos bleibt

KI-Systeme benötigen Daten, aus denen sie Muster, Zusammenhänge und Wirkmechanismen lernen können. Applikationsdaten allein (Pulverstrom, Spannung, Druck) reichen dafür nicht aus. Sie beschreiben den **Versuch**, nicht das **Ergebnis**.

Die Schichtdickenverteilung hingegen liefert:

- eine objektive, bauteilbezogene Ergebnisgröße
- räumliche Muster statt Einzelwerte
- zeitliche Stabilität oder Drift

Ohne diese Information bleibt KI blind. Mit ihr wird KI lernfähig.

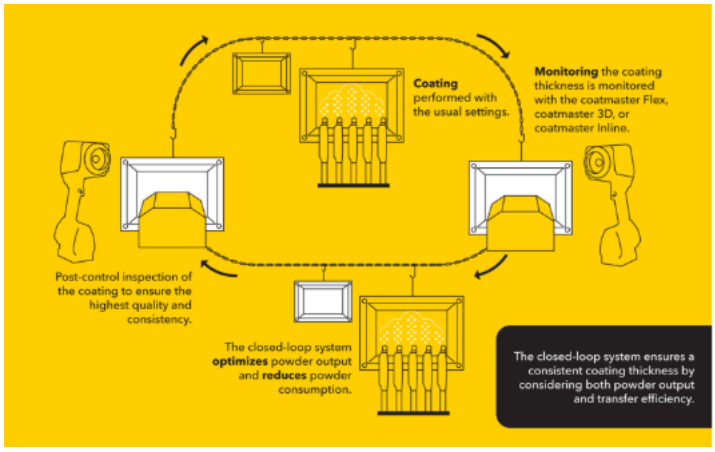


Figure 5 Übersicht einer closed-loop Regelung auf Basis von frühzeitiger Schichtdickenmessung. Die Schichtdickenmessung kann entweder gezielt an mehreren Punkten und bildgebend erfolgen.

6.4 KI als „virtueller Beschichter“

Richtig eingesetzt übernimmt KI die Rolle eines erfahrenen Bedieners:

- Sie erkennt typische Fehlerbilder
- Sie unterscheidet lokale von systematischen Abweichungen
- Sie schlägt gezielte Korrekturen vor
- Sie standardisiert Entscheidungen

Dabei geht es nicht um vollständige Autonomie von Beginn an. In der Praxis bewährt sich ein stufenweiser Ansatz:

1. **Beobachten und Lernen** (Advisory-Modus)
2. **Empfehlen** (Operator-in-the-loop)
3. **Teilautomatisieren**
4. **Regeln mit definierten Grenzen**

6.5 Von der Einzelregelung zur selbstoptimierenden Anlage

Mit KI verschiebt sich der Fokus:

- weg von der Stabilisierung einzelner Parameter
- hin zur Optimierung der gesamten Schichtdickenverteilung

Dies ermöglicht:

- zonenspezifische Anpassung
- adaptive Reaktion auf Material- und Geometriewechsel
- kontinuierliche Verbesserung über Zeit

Die Anlage wird nicht nur geregelt, sondern lernt.

6.6 Wirtschaftliche Konsequenzen

Der Nutzen dieser Entwicklung ist messbar:

- geringerer Pulververbrauch durch weniger Sicherheitsaufschläge
- weniger Ausschuss und Nacharbeit
- kürzere Einrichtzeiten
- reproduzierbare Qualität unabhängig vom Bediener

Damit wird KI nicht zum Kostenfaktor, sondern zum **wirtschaftlichen Enabler**.

7. Warum Datenqualität, Systemintegration und bidirektionale Kommunikation entscheidend sind

Die Leistungsfähigkeit moderner Schichtdickenmessung und KI entscheidet sich nicht im Labor, sondern in der industriellen Integration. Viele KI-Initiativen scheitern nicht an Algorithmen, sondern an unzureichender Datenqualität, fehlender Systemkopplung oder mangelnder Akzeptanz im Betrieb. Damit KI in Beschichtungsanlagen zuverlässig und wirtschaftlich wirkt, müssen drei Voraussetzungen erfüllt sein: **hochwertige Messdaten, eine saubere Systemarchitektur und bidirektionale Kommunikation.**

7.1 Datenqualität: Ohne verlässliche Messdaten keine KI

KI lernt aus Beispielen. Wenn diese Beispiele verrauscht, instabil oder nicht reproduzierbar sind, lernt das System falsche Zusammenhänge. Für Beschichtungsprozesse bedeutet das konkret:

- **Frühe, prozessnahe Messung** ist zwingend – Daten nach dem Einbrennen sind für Regelung zu spät.
- **Räumliche Information** ist erforderlich – Punktwerte verlieren Kontext.
- **Stabile Kalibrierung** ist Voraussetzung – Drift verfälscht Lernprozesse.

- **Material- und Prozesskontext** (Pulvertyp, Geometrie, Temperatur) müssen mitgeführt werden.

Advanced Thermal Optics liefert genau diese Art von Daten: frühzeitig, flächenhaft, reproduzierbar. Damit wird die Schichtdickenverteilung zur belastbaren Lern- und Regelgröße.

7.2 Von Rohdaten zu nutzbarer Information

Messdaten sind nur dann wertvoll, wenn sie strukturiert und interpretierbar sind. Industrietaugliche Systeme trennen daher klar zwischen:

- **Messung** (Sensorik)
- **Interpretation** (Regelung, KI)

Eine Vorverarbeitung erfolgt idealerweise **nah am Sensor** (Edge), um Latenz zu minimieren und robuste Signale an die Steuerung zu liefern. KI-Modelle benötigen keine Rohbilder, sondern konsistente, semantisch angereicherte Daten: Schichtdickenverteilung, Zonenwerte, Trends.

7.3 Systemintegration: KI darf kein Fremdkörper sein

Ein häufiger Fehler ist die isolierte Einführung von KI-Systemen neben der bestehenden Anlagensteuerung. Erfolgreiche Konzepte integrieren KI **in die bestehende Architektur**:

- Anbindung an SPS/Leitrechner
- Nutzung standardisierter Schnittstellen
- deterministische Datenpfade für Regelung
- klare Trennung von Echtzeit-Regelung und lernender Optimierung

KI ergänzt klassische Regelung, ersetzt sie nicht vollständig. Schnelle, sicherheitskritische Eingriffe bleiben deterministisch; KI übernimmt Mustererkennung, Optimierung und Assistenz.

7.4 Bidirektionale Kommunikation als Schlüssel

Ein rein unidirektionaler Datenfluss – Sensor → Anzeige – schöpft das Potenzial moderner Systeme nicht aus. Erst **bidirektionale Kommunikation** ermöglicht geschlossene Regelkreise und Assistenzfunktionen:

- Messsysteme liefern Daten an die Anlage
- Die Anlage liefert Kontext zurück (Zustände, Rezeptwechsel, Störungen)
- KI gibt Empfehlungen oder Stellgrößen aus
- Bediener erhalten nachvollziehbare Hinweise

Diese Rückkopplung ist entscheidend für Akzeptanz und Sicherheit. KI wird damit nicht zur Blackbox, sondern zum erklärbaren Co-Pilot.

7.5 Mensch–Maschine-Interaktion und Akzeptanz

Auch hochautomatisierte Anlagen benötigen Bediener. Entscheidend ist, **wie** KI sie unterstützt:

- transparente Visualisierung der Schichtdickenverteilung
- verständliche Handlungsempfehlungen
- Schritt-für-Schritt-Assistenz bei Abweichungen
- klare Eingriffsgrenzen und Fallback-Strategien

Akzeptanz entsteht nicht durch Autonomie, sondern durch **Nachvollziehbarkeit**. KI muss erklären können, *warum* sie etwas empfiehlt.

7.6 Operative Realität: vom Pilot zur Serie

Bewährt hat sich ein stufenweiser Ansatz:

1. **Messdaten erfassen und visualisieren**
2. **Zusammenhänge analysieren**
3. **Empfehlungen ausgeben (Advisory)**
4. **Teilautomatisierung**
5. **Stabile Closed-Loop-Regelung**

Dieser Weg reduziert Risiko, schafft Vertrauen und erlaubt wirtschaftliche Bewertung in jeder Phase.

8. Die Zukunft der Beschichtung

Die Beschichtungstechnik steht an einem strukturellen Wendepunkt. Die wesentlichen Hardware-Komponenten – Pistolen, Fördertechnik, Hochspannung – sind technologisch ausgereift. Weitere inkrementelle Verbesserungen an der Applikation selbst werden den entscheidenden Produktivitäts- oder Qualitätssprung nicht mehr liefern. Der nächste Entwicklungsschritt entsteht **durch Information, nicht durch Mechanik**.

8.1 Vom Werkzeug zur selbstoptimierenden Anlage

Zukünftige Beschichtungsanlagen werden nicht mehr primär durch manuelle Erfahrung stabilisiert, sondern durch kontinuierliches Prozesswissen. Die Anlage „weiß“, was sie tut:

- Sie kennt die aktuelle Schichtdickenverteilung
- Sie erkennt Abweichungen frühzeitig
- Sie korrigiert gezielt und lokal
- Sie dokumentiert ihr Ergebnis automatisch

Damit wird Beschichten vom handwerklich geprägten Prozess zu einem datengetriebenen Produktionsschritt mit reproduzierbarer Qualität.

8.2 Schichtdickenverteilung als digitale Prozesssignatur

In diesem Zukunftsbild ist die Schichtdickenverteilung nicht nur ein Qualitätsmerkmal, sondern die **zentrale digitale Prozesssignatur**:

- Sie beschreibt den Zustand der Applikation
- Sie macht Geometrie- und Bedienereinfluss sichtbar
- Sie erlaubt Vergleichbarkeit über Zeit, Linien und Standorte hinweg

Anlagen ohne diese Information arbeiten im Blindflug – unabhängig davon, wie modern ihre Applikationstechnik ist.

8.3 Advanced Thermal Optics als infrastrukturelle Basistechnologie

Advanced Thermal Optics wird sich dabei als **Baseline-Technologie** etablieren, vergleichbar mit Encodern, Strommessung oder Temperaturüberwachung. Nicht, weil sie neu ist, sondern weil sie erstmals alle Voraussetzungen erfüllt:

- frühe Messung im Prozess
- Eignung für dicke, metallic und klare Nasslack-/Pulverbeschichtungen
- Robustheit gegenüber industriellen Störgrößen
- Skalierbarkeit von Punkt zur Fläche

ATO liefert die Datenbasis, auf der Automatisierung und KI überhaupt erst sinnvoll werden.

8.4 KI als Antwort auf Komplexität und Fachkräftemangel

Der Fachkräftemangel wird die Branche langfristig prägen. Die Lösung liegt nicht in der Vereinfachung der Prozesse, sondern in ihrer **Beherrschung durch KI**:

- KI standardisiert Entscheidungen
- KI bewahrt Erfahrungswissen
- KI ermöglicht stabile Qualität unabhängig vom Bediener

Dabei wird KI nicht den Menschen ersetzen, sondern ihn entlasten. Die Rolle des Bedieners verschiebt sich vom „Einsteller“ zum „Supervisor“.

8.5 Wirtschaftlichkeit als treibende Kraft

Diese Entwicklung ist keine Vision aus technischer Begeisterung, sondern eine wirtschaftliche Notwendigkeit:

- Materialpreise steigen
- Toleranzen werden enger
- Variantenvielfalt nimmt zu
- Stillstand wird teurer

Frühes Feedback, Verteilungsinformation und KI-gestützte Regelung sind die wirksamsten Hebel, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

8.6 Die neue Leitlinie

Aus all dem ergibt sich eine klare, einfache Leitlinie für Anlagenbauer und Beschichter:

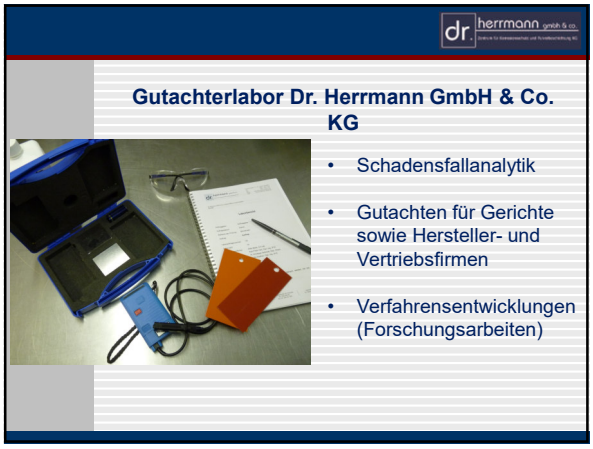
Keine Beschichtungsanlage ohne frühzeitige Schichtdickenmessung.
Keine Automatisierung ohne Schichtdickenverteilung.
Keine KI ohne verlässliche Messdaten.

Wer diese Kette schließt, beschichtet reproduzierbar, wirtschaftlich und zukunftssicher.

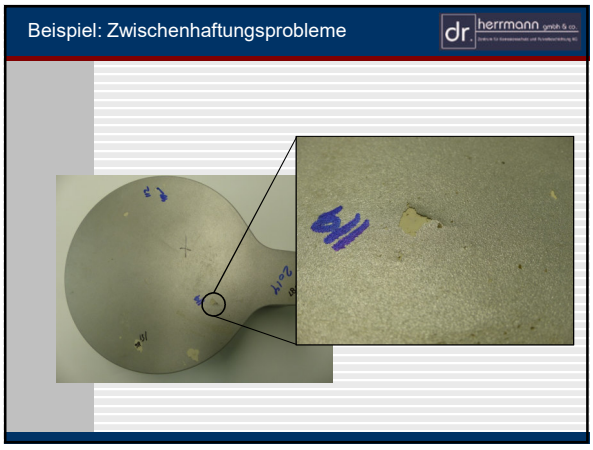
8.7 Schlussbemerkung

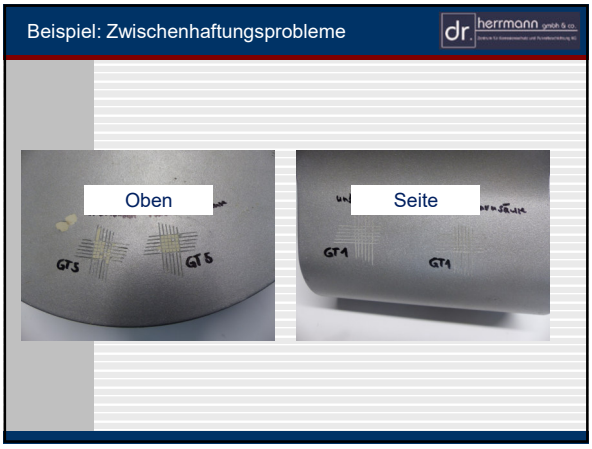
Die Zukunft der Beschichtung liegt nicht in besseren Pistolen, sondern in besseren Entscheidungen. Diese Entscheidungen entstehen aus Daten – und die wichtigste dieser Daten ist die Schichtdickenverteilung. Advanced Thermal Optics liefert sie heute. KI macht sie nutzbar. Alles andere ist Rückschritt.

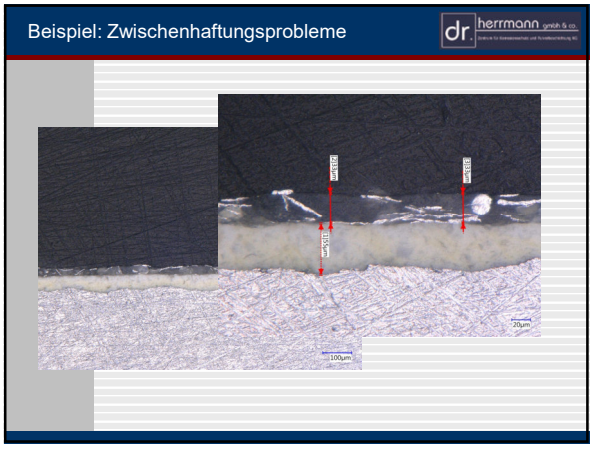
Pulversymposium 2026
Pulverbeschichtung – schön, aber empfindlich?
Betrachtung zweier Gerichtsgutachter
Dr. Paul Förster + Marc Holz
dr. herrmann gmbh & co.
IFO
Institut für Oberflächentechnik GmbH


Gutachterlabor Dr. Herrmann GmbH & Co. KG
• Schadensfallanalytik
• Gutachten für Gerichte sowie Hersteller- und Vertriebsfirmen
• Verfahrensentwicklungen (Forschungsarbeiten)

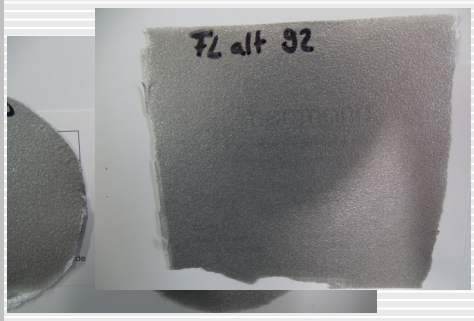
Pulverprüfungen
REM und EDX-Analysen
Korrosionsprüfungen CH, nSS, FFK…


Beispiel: Zwischenhaftungsprobleme


Beispiel: Zwischenhaftungsprobleme
Oben
Seite


Beispiel: Zwischenhaftungsprobleme

Beispiel: Zwischenhaftungsprobleme

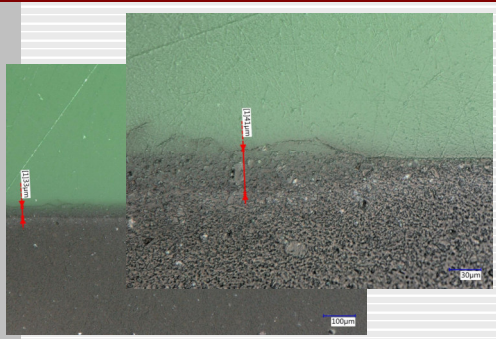


Beispiel: Kreiden

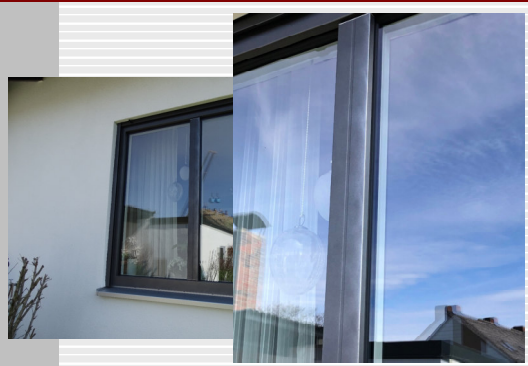
Beispiel: Ausbleichen

Beispiel: Ausbleichen

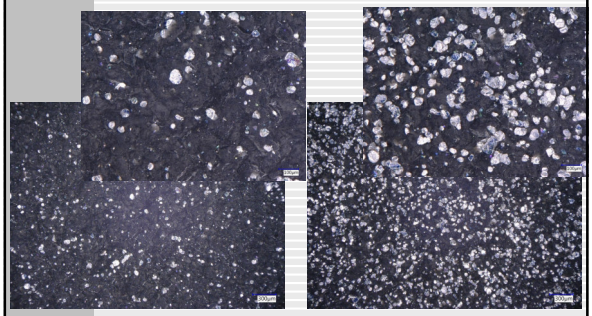
Beispiel: Ausbleichen



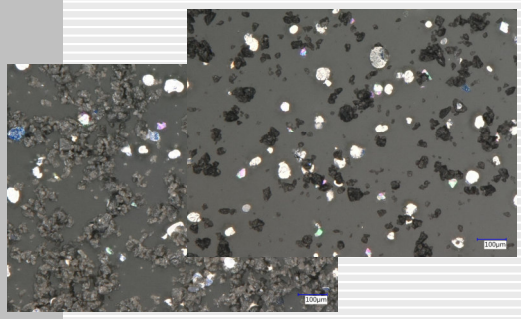
Beispiel: Pulverentmischung



Beispiel: Pulverentmischung



Beispiel: Pulverentmischung



KONTAKT

Dr. Herrmann GmbH

Dr. rer. nat. Paul Förster

Grüne Straße 17

01067 Dresden

E-Mail:

p.foerster@dr-herrmann-gmbh.de

Telefon:

0351 – 496 11 03

Telefax

0351 – 496 11 47

Dr. Herrmann GmbH & Co. KG

Zentrum für Korrosionsschutz und Pulverbeschichtung Dresden

Chemisch-Materialanalytisches Gutachterlabor

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

www.dr-herrmann-gmbh.de

office@dr-herrmann-gmbh.de

IFO QUBUS

Marc Holz
Dipl.-Chem.

holz@ifo-gmbh.de

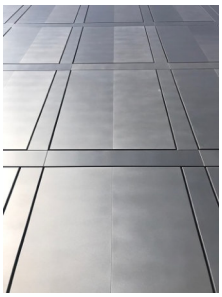
- Unternehmen

- Labordienstleistungen
- Schadensfälle und Sachverständige
- Gerichtsgutachten
- Güte- und Qualitätsprüfungen
- Beschichtungsinspektionen
- Auftragsforschung
- Zertifizierungsstelle

- Anlagen- und Fabrikplanung
- Managementsysteme
- Gutachten
- Umwelt und Arbeitssicherheit
- Brandschutz
- Seminare und Schulungen

Wasserfleckenbildung

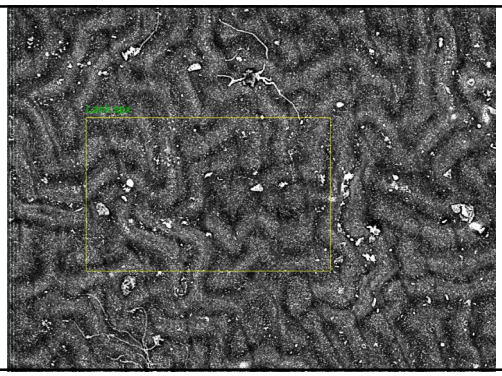
Metalleffekt Entmischung



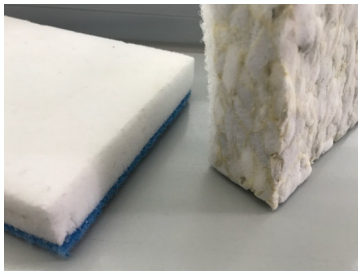
Metalleffekt-Reinigungs-schaden

Wo bleibt die Nutzerfreundlichkeit?

Reinigungsfähigkeit angezweifelt!

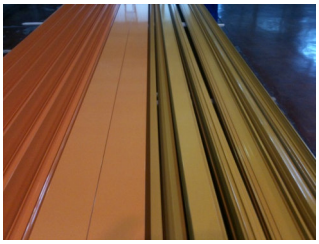


Melamin Pad – Lackstrukturierung benötigt die richtige Unterstützung bei lackierten Oberflächen durch angepasste Reinigungshilfsmittel



Reinigungsergebnis mit Melaminpad und Netzmittelwäsche

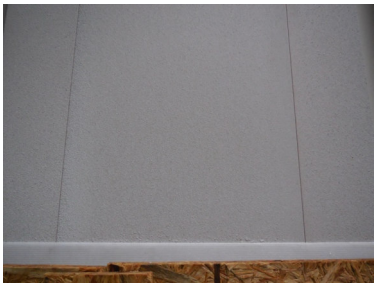
Temperaturempfindlichkeit des Pulversystems im Einbrennofen



Grobstruktur - Effekt der Rauputzoberfläche

Probleme bei der Verarbeitung

Probleme bei der Verarbeitung



Probleme bei der Verarbeitung

Ausgekreidete Pulverlackierung aus den 70er Jahren

Ausgekreidete Pulverlackierung aus den 70er Jahren

Nach einer professionellen Grundreinigung

Netzmittelwäsche + Abrasive Reinigung

→ Neuzustand erreichbar

Muster nach 5 Jahren weitere Bewitterung

Kunde entscheidet sich für Sanierung
durch Vor-Ort Lackierung mit Nasslack

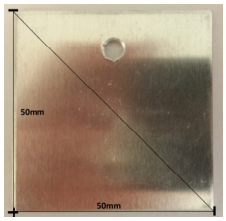
IFO QUBUS

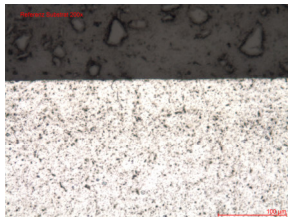
Noch Fragen?

Aluminium an der Küste – Eloxal-Technologien im Vergleich

Stückgut- oder Bandveredlung
Systemdenken für maritime Anwendungen

Korrosion ist keine Schicht – sie ist ein Systemproblem



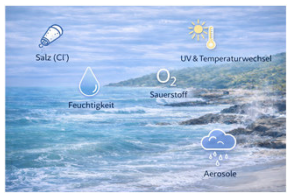


Systemblick Küste

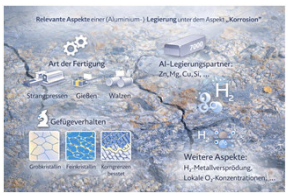
Wo Korrosion beginnt: Medium & Material

Was wir nicht beeinflussen können – und trotzdem verstehen müssen

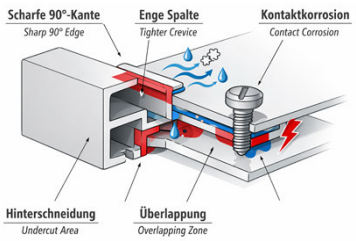
Medium:



Material:



Konstruktion entscheidet
Kanten, Spalten, Wasser – die echten Beschleuniger



VBH: der eigentliche Hebel
Vorbehandlung schlägt Schichtdicke

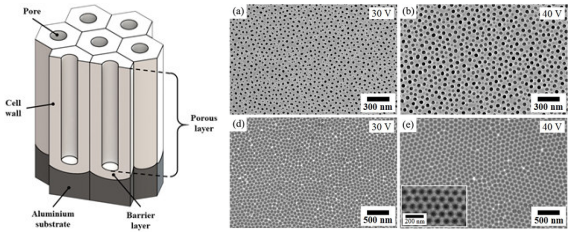
Vorbehandlung unzureichend

Fett, Öl, Schmutz,
Oxid-/Korrosionsprodukte

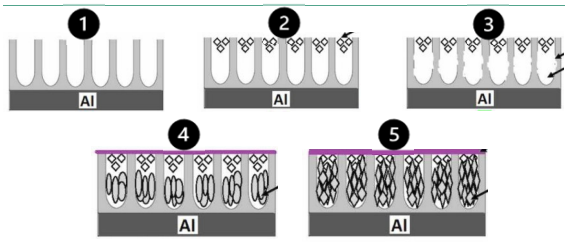
Vorbehandlung sauber

Leicht angeraute
metallisch blanke Oberfläche

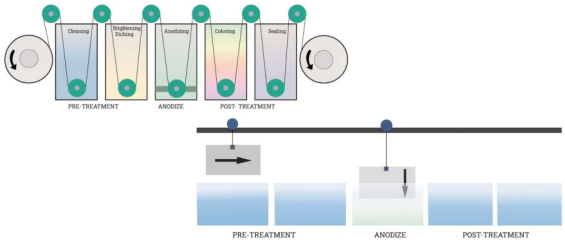
(Vor-)**Eloxal** - Nanoporös schlägt glatte Oberfläche



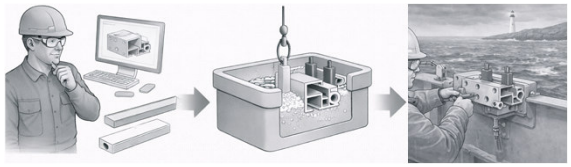
Verdichtung – Verschluss der Poren



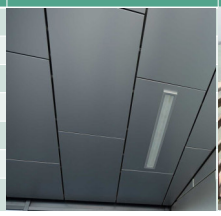
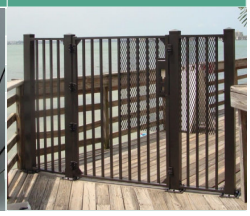
Band vs. Stückgut
Wo Band stark ist – und wo es scheitert



Die richtige Reihenfolge:
FORMUNG – VEREDELUNG - MONTAGE



Anwendung

Kriterium	Bandeloxal	Stückeloxal
Bauteilgeometrie		
Prozessführung		
Poren & Sealing		
Reproduzierbarkeit		
Fehlerrobustheit		
Typische Bauteile		
Typischer Fehler		

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

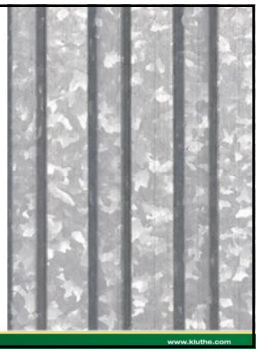
DECORRDAL 955

Multimetallfähig, Zugelassen, Zukunftsweisen

Kluthe
Harmony in Chemistry

DECORRDAL 955

- modernes Konversionssystem
- umweltfreundliche Inhaltsstoffe
- einkomponentig / Easy to use
- Mulitmetallfähig und geprüft von QualiSteelCoat / QIB
- einsetzbar in Spritz- und Tauchprozessen
- kombinierbar mit verschiedenen Entfettungstypen
- einfach zu steuern über HAKUGUARD



ANWEDUNGSPARAMETER

Badansatz:	1.5 – 3.0%
pH-Wert:	4.5 – 5.0
Temperatur:	20 – 35°C
Behandlungszeit:	50 – 90 sec
Zirkonauflage:	50 – 120 mg/m²

FREIGABEPROZESS

Spritzprozess

Prozessschritt	Produkt	Konzentration [g/l]	Temperatur [°C]	pH-Wert	Schichtgewicht [g/m²]
Entfettung	HAKUPUR 10-920	10	45	12 - 13	
Spülen	Stadtwasser		RT		
Spülen	Stadtwasser		RT		
Spülen	VE-Wasser		RT		
Konversion	DECORRDAL 955	15	20	4,7	100
Spülen	VE-Wasser		RT		

FREIGABEPROZESS

Ergebnisse

Oberfläche	Delamination [mm] ISO 9227	Unterrostung [mm] ISO 9227	Blasenbildung ISO 4628-2	Gitterschnitt ISO 2409	Kugelschlag [Nm] ISO 6272-1
Anforderung	≤ 3 / ≤ 8	≤ 1 / C5 ≤ 2	≤2 (S2)	≤ 1	≥ 2,5
Stahl (ST2 / ST3)	1,5	0,5	0(S0)	0	Okay
Sendzimir verzinkter Stahl (SZ2)	3 - 3,5	0	0(S0)	0	Okay
Feuerverzinkter Stahl (HD2)	2 – 2,5	0	0(S0)	0	Okay

INFRATEC
INFRAROTSTRAHLER TECHNOLOGIE

Von Ein/Aus bis KI-gesteuert – Regelungsstrategien für moderne Infrarot-Trocknungssysteme

AGENDA

1. Grundsätzliches
2. Regelung über Potentiometer
3. Regelung über Pyrometer
4. Ausbauvarianten der Pyrometer-Regelung
5. Regelung mit KI
6. Fazit

REGELBARKEIT VON INFRAROT

- Generell lassen sich Infrarotstrahler zwischen 0 und 100% regeln
- Für einfache Regelprozesse sind Standardkomponenten erhältlich
- Bei komplexeren Prozessen stoßen diese jedoch an ihre Grenzen
- Regelungspläne und –strategien müssen unbedingt bei Auslegung der Anlage berücksichtigt werden für sinnvolle Zonen- und Gruppenbildung

STEUERUNG ÜBER POTENTIOMETER-UMSETZUNG

- Regelung von Strahlergruppen / -zonen über Schaltkasten mit Potentiometer („Dimmer“)
- Keine Datenerhebung durch Messverfahren
- Einstellungsvorgaben für Mitarbeiter
- Einstellungsparameter müssen einmalig in Versuchen ermittelt werden
- Bei Änderungen der Bedingungen müssen Parameter angepasst werden

STEUERUNG ÜBER POTENTIOMETER

Vorteile und Möglichkeiten

- Besonders geeignet für gleichbleibende Prozesse
- Gute Abbildbarkeit von Chargenbelegungen
- Kostengünstige Option

Limitationen

- Keine Kontrollmechanismen
- System reagiert nicht auf Veränderungen im Prozess
- Wenig bis keine Daten verfügbar
- System abhängig von „Tagesform“ des Einstellers

REGELUNG ÜBER PYROMETER- UMSETZUNG

- Berührungslose Temperaturmessung an der Werkstückoberfläche
- Festlegung einer Soll-Temperatur
- Pyrometer übermittelt Temperaturdaten an Steuerung
- Ist Soll-Temperatur erreicht wird die Strahlerleistung reduziert, sinkt die Temperatur ab, wir die Leistung erhöht

REGELUNG ÜBER PYROMETER

Vorteile und Möglichkeiten

- Abbildung komplexerer Regelungsstrategien möglich
- Gut für wärmeempfindliche Bauteile
- Automatisierter Ablauf
- Hohes Potential der Energieeinsparung
- Nachvollziehbare Qualität durch Datenspeicherung

Limitationen

- Kostenintensivere Ausstattung
- Sinnvolle Auslegung von Gruppen und Regelkreisen entscheidend
- Festlegung und Umsetzung der Messpunkte eventuell schwierig

AUSBAUVARIANTEN PYROMETER REGELUNG

Höhenerkennung

Zu und Abschaltung von Strahlerzonen auf Basis der Bauteil Höhe durch Sensor

Lückensteuerung

Reduktion oder Abschaltung der Strahlerleistung bei Erfassung einer Lücke zwischen den Bauteilen durch einen Sensor

REGELUNG ÜBER KI

Exkurs: Forschungsprojekt Ostos

- Tailored Organo Sheets werden über KI gesteuertes Strahlerfeld erwärmt
- Organobleche haben an wechselnden Stellen Verstärkungen und benötigen zur Verbindung unterschiedlichen Wärmeeintrag
- →KI ist trainiert für jedes neue Blech die korrekte Ansteuerung für Infrarotfeld vorauszusagen

REGELUNG ÜBER KI

Übertragung auf Pulverbeschichtung

- Relevante Merkmale des zu beschichtenden Bauteils werden aufgenommen (z.B. durch Kamera)
- In Abhängigkeit der erkannten Größen, Bauteilform, Größe, Beschichtungsfarbe erhöht oder reduziert KI-Steuerung die Strahlerleistung in der entsprechenden Strahlergruppe

REGELUNG ÜBER KI

Vorteile und Möglichkeiten

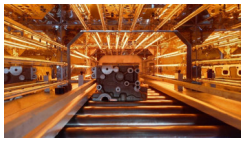
- Kein Umstellen von Anlagenparametern notwendig
- Reduzierung von Programmieraufwand für bspw. Rezepterstellung über SPS
- Hohe Systemeffizienz bei gemischten Chargen

Limitationen

- Trainingsaufwand für KI
- Je nach Produktsortiment sehr kleinteilige Aufteilung der Strahlerzonen erforderlich

FAZIT

- An erster Stelle muss immer Analyse des Produktsortimentes stehen
- Effizienz der Regelung steht und fällt mit sinnvoller Aufteilung von Regelgruppen und –zonen
- Eine durchdachte Regelung erhöht Energieeffizienz und Produktivität des Trocknungssystems



UND SO ERREICHEN SIE UNS

INFRATEC
INFRAROTSTRAHLER TECHNOLOGIE

Lohmühleweg 24
72213 Altensteig

Telefon: +49 (0) 7453/ 93800-11
Fax: +49 (0) 7453/ 93800-30
E-Mail: Anika.Pfeiffer@infratec.com
Web: http://www.infratec.com

Modernisierung der Pulverbeschichtung bei Jungheinrich in Norderstedt

Februar 2026

Die kompakte Lösung für optimale Automation

JUNGHEINRICH pulversymposium dresden Gema

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG (Produkte)

Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, Installation 2010

Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, Bedarf, Anfrage und Aufgabe

Heraus- und Anforderung an die Produktion

- Zusammenschluss von zwei Pulverbeschichtungsanlagen
  - Integration von Hubgerüsten und Lastschlitten in die zentrale Pulverbeschichtungsanlage
- Bauteilevielfalt absichern, das heißt
  - chaotisches aufhängen von Produkten
  - „neue" Bauteile problemlos integrieren

Ziel der Modernisierung

- zentrale Pulverbeschichtungsanlage als innovative Lösung mit
  - optimierter Teileaufgabe
  - angepasster nasschemischer Vorbehandlung
  - flexibler Farbgebung
- vollautomatische Pulverbeschichtung (100%) von Hubgerüsten und Lastschlitten mit
  - individueller Pistolenanordnung
  - einer Kombination unterschiedlichster Achsen
  - präziser und kontinuierlicher Positionierung
  - optimiertem Robotersystem

Gema JUNGHEINRICH

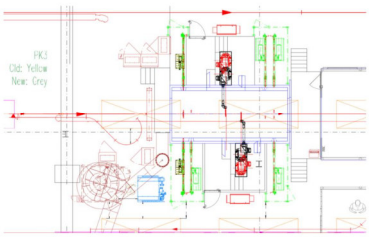
Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, Bedarf, Anfrage und Aufgabe

Ziel der Modernisierung

- effizienter Beschichtungsprozess mit
  - gezielter Beschichtung
  - reduziertem Kreislaufpulver
  - Qualitätssicherung durch maximale Flexibilität auf kleinstem Raum
- überarbeitetes Abluftsystem mit
  - Einsparpotential (elektrische Energie und Druckluft)
  - optimiertem Abscheidewirkungsgrad
  - reduzierter Geräuschentwicklung

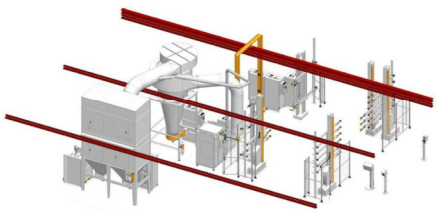
Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, Installation 2025



Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, Applikation und Achsen



Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, die Lösung

Das Gema-Konzept wurde im November 2024 vorgestellt und überzeugte. Im Frühjahr 2025 wurde die Beschichtungskabine erhalten und wie folgt modernisiert.

- Filter mit eingebauten selbstreinigenden Filterpatronen (99,99 % Abscheidegrad)
- der reduzierte Druckverlust gewährleistet eine optimale Abscheideleistung des neuen Monozyklon (95 %).
- optimaler Druckluft- und Energieverbrauch ist garantiert
- der Geräuschpegel beträgt nun max. 76 [dB(A)]

Der Einsatz von automatischen Pistolen GA04-P/GA04-R-P, Pumpen AP02 und dem OptiCenter OC10 gewährleistet

- effizientes Laden verschiedener Beschichtungspulver (kontrollierte Pulverausstoß)
- optimale Pulverwolke in Bezug auf die zu beschichtende Bauteile
- eine saubere Umgebung und reduzierter Pulververbrauch, dank des geschlossenen Pulverkreislaufs

Gema JUNGHEINRICH

Jungheinrich Norderstedt AG & Co. KG, die Lösung

Eine Kombination aus den neuen ZA17-Linearachsen, ZA16-Vertikalachsen und der Einsatz automatischer Pistolen auf U-Horizontalachsen ermöglicht

- maximale Automatisierung und effiziente Beschichtung durch optimale Pistolenkonfiguration
- optimale Positionierung mehrerer Pistolen für Unter- bzw. Überbeschichtung

Das Zusammenspiel von 3D Programmierung (Roboter) und dynamischer Konturerkennung ermöglicht

- die vollautomatische Beschichtung einer Vielzahl von Bauteilen

Dank der engagierten Zusammenarbeit zwischen Jungheinrich und Gema wurden, wenn es nötig war, während des Projektablaufs optimale und gleichzeitig wirtschaftlichste Lösungen erarbeitet, gefunden und umgesetzt. Das System konnte nach nur sechs Monaten in Betrieb genommen werden.

Gema JUNGHEINRICH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

JUNGHEINRICH pulversymposium dresden Gema

BASF We create chemistry | Chemetall expect more

Cleaner Coater

Thomas Burkhardt

Dresden, 06.02.2026

Der Cleaner Coater Prozess

Was ist ein Cleaner Coater?

- Ein Cleaner Coater ist eine effiziente Vereinfachung der Metallvorbehandlung.
- Dieser vereint Reinigung und Beschichtung in einem einzigen Prozessschritt.
- Dadurch werden nötige Prozessschritte reduziert.
- Damit einhergehend sind Ressourcen- und Kostenersparnisse möglich.
  - Wasser, Energie, Zeit, ggf. Produktionskosten
- Umweltfreundliche phosphatfreie Vorbehandlungstechnolgie auf Zirkoniumbasis.
- Der Cleaner Coater bietet auf behandelten Metallteilen einen guten Korrosionsschutz und Lackhaftung.

Vorteile des Cleaner Coaters

Vorteile von Cleaner Coater Prozessen:

- Kürzeres Liniendesgin möglich (4 Zonen) im Vergleich zu traditionellen Verfahren (> 8 Zonen)
- Schnellerer Prozess im Vergleich zu traditionellen Verfahren.
- Weniger Produktionschemikalien notwendig.
- Weniger Prozessbäder müssen kontrolliert und gesteuert werden.
- Einsatz aller Pulverlacksysteme sind möglich.
- Bessere Wasser- und Energieeinsparung (nachhaltiger Prozess) im Vergleich zu traditionellen Verfahren.
- Reduktion des CO2-Fußabdrucks.
- Das Verfahren ist multimetallfähig.

Prozessvergleich

Traditionelle Verfahren vs. Cleaner Coater

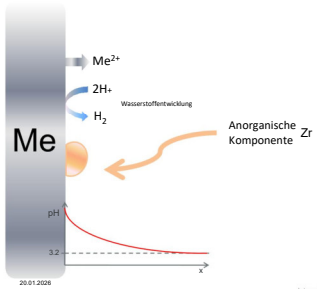
Prozessvergleich

Traditionelle Verfahren vs. Cleaner Coater

PROZESS	TRADITIONELL	CLEANER & COATER
Anzahl Prozesschritte	8 – 10	4
Energieverbrauch	hoch (60°C)	niedrig (ab 30°C)
Wasserverbrauch	hoch	reduziert
Abfall	Phosphatschlämme	minimal

Zirkonium Abscheidung auf Metall

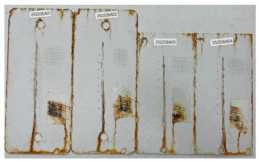
Reaktion auf Metalloberflächen



Anwendungsgebiete

- Möbelindustrie (z. B. Metallrahmen)
- Haushaltsgeräte („weiße Ware")
- Anlagen- und Maschinenbau (z. B. Schaltschränke)
- Automobilzulieferer
- Energy Generative and Storage („EGS")

Ergebnisse von Kunden



2. Übersicht der Prüfergebnisse

Prüfungen	Norm	Prüfwerte			
Prüfteil		Teil 1	Teil 2	Teil 3	Teil 4
		vor der Belastung			
Gitterschnitt	DIN EN ISO 2409	Gt 0	Gt 0	Gt 0	Gt 0
		Bewertung nach 240 Stunden			
Blasengrad Fläche	DIN EN ISO 4628-2	0	0	0	0
Enthaftung Schnitt	DIN EN ISO 4628-8	0 mm	0,2 mm	0 mm	0,2 mm
Rostgrad Fläche	DIN EN ISO 4628-3	Ri 0	Ri 0	Ri 0	Ri 0
Gitterschnitt	DIN EN ISO 2409	Gt 0	Gt 0	Gt 0	Gt 0

Fazit

Was spricht für den Einsatz des Cleaner Coater Prozesses:

- Der Cleaner Coater sorgt für eine Prozessvereinfachung.
- Es handelt sich um einen umweltfreundlichen Prozess.
- Der Prozess erzeugt wirtschaftliche Vorteile für den Anwender.
- Es lässt sich in bestehende Anlagendesgins implementieren.

BASF
We create chemistry

RISIKEN ERKENNEN
WERTE ERHALTEN
POTENZIALE NUTZEN

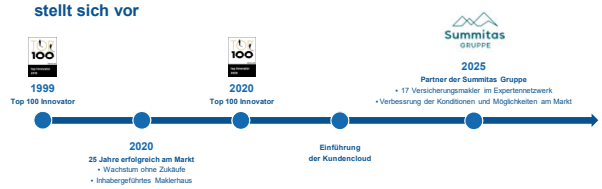
Sparen aus dem Brutto, denken wie ein Chef - Mitarbeiterbindung und Geschäftsführerversorgung im perfekten Zusammenspiel

35. Pulversymposium Dresden
05.02 - 06.02

Hoffmann Industrieversicherungsmakler GmbH & Co.KG stellt sich vor

Bundesverband Deutscher Versicherungs-Makler e.V. | INDUSTRIEMAKLER24.COM | PRIVATMAKLER24.COM

Hoffmann Industrieversicherungsmakler GmbH & Co.KG stellt sich vor



Bundesverband Deutscher Versicherungs-Makler e.V. | INDUSTRIEMAKLER24.COM | PRIVATMAKLER24.COM

„Ich investiere in mein Unternehmen – das ist meine Rente“.

Versorgung: Blinde Fleck im Unternehmerdenken

- **Unternehmer handeln strukturiert –** aber oft ohne Strategie für die eigene Vorsorge.
- **Der Verkaufswert des Unternehmens reicht oft nicht aus,** um den Lebensstandard im Alter zu sichern.
- **Die Regelung der Unternehmensnachfolge wird erschwert**, wenn die nachfolgende Generation zusätzlich zu ihrer eigenen Entwicklung keine ausreichend hohe Versorgung für den ausscheidenden Unternehmer sicherstellen kann.
- **Fehlende Vorsorge gefährdet: Z**ukunft des Unternehmens & Freiheit des Unternehmers.

Praxis zeigt:

Die Versorgungslücke wird in der aktiven Zeit unterschätzt, ist aber einfach lösbar!

Unternehmerische Versorgungsrisiken

Aktive Unternehmerphase	Passive Unternehmerphase
Krankheit & Berufsunfähigkeit	Altersvorsorge- / Einkommenslücke
Unfall & Tod	Steigende Lebenserwartung vs. Kapitalbedarf
Geringe Rücklagenbildung im Unternehmen	Steuerliche Belastung von Auszahlungen “das Leben findet Netto statt”
Unklare Trennung Privatvermögen / Unternehmensvermögen	Abhängigkeit von Unternehmenswert
Praxis-Tipp: **Versorgung muss unternehmerisch gedacht werden - nicht erst beim Ausstieg sondern ab dem Einstieg / Unternehmensgründung. Neben dem Fokus auf Unternehmenswachstum auch den Fokus auf die persönliche Vorsorge setzen.**	

hoffmann

- **Unternehmer haben andere Risiken als Angestellte:**
  - Keine gesetzliche Rente
  - Kein BU-Schutz
  - Keine automatische Absicherung für Familie oder Liquidität
- **Die 3 Ziele der Vorsorge:**
  - Vermögensaufbau fürs Alter
  - Schutz bei Krankheit / BU
  - Absicherung des Unternehmens für Übergabe oder Notfall u.a. schwere Erkrankung / Tod

hoffmann

Sinnvolle Wege zur Absicherung von Unternehmern

Optionen im Überblick

- **Betriebliche Vorsorgewege:**
  - **Unterstützungskasse (U-Kasse):** steueroptimiert, bilanzneutral, frei gestaltbar
  - **Direktversicherung / Pensionszusage:** Auswirkung Bilanz beachten
  - Todesfallabsicherung über Kollektivlösungen: z.B. Risikolebensversicherung
  - **Absicherung schwerer Krankheiten:** über Dread-Disease Konzept
  - **Absicherung Berufsunfähigkeit:** BU-Einzel oder Kollektivlösung (u.a. ohne Gesundheitsfragen bei Kollektivlösungen prüfbar)

Private Vorsorgelösungen:

- Basis-Rente (Rürup): hohe steuerliche Förderung, auch für Unternehmer, insolvenzsicher
- Private Rentenversicherungen: flexibel, aber ohne Steuerhebel
- Vermögensaufbau privat: z.B ETF, Immobilien, Holdingstruktur
- Absicherung schwerer Krankheiten / Berufsunfähigkeit: über Dread-Disease- oder BU-Kombilösungen.

Die Kunst liegt nicht in der Produktauswahl – sondern in der strategischen Kombination !

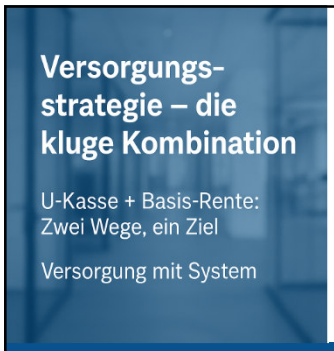
hoffmann

Unternehmerlösung und Versorgung von wichtigen Führungskräften:

- Möglichkeit der **Umwandlung hoher Beiträge** ohne Obergrenzen wie z.B. Direktversicherung
- **Steuerlich** voll als **Betriebsausgabe** absetzbar
- **Insolvenzsicher & Bilanzneutral:** Die Versorgung wird über eine rechtlich selbständige Einrichtung (U-Kasse) abgewickelt. Durch Verpfändungsvereinbarung ist die Absicherung Insolvenzsicher

hoffmann

- **Hohe steuerliche Förderung:**
  - Beiträge bis ca. 50.000.--€ p.a. zu 100% steuerlich absetzbar als Sonderausgabe
- **Insolvenzsicher & nicht pfändbar:**
  - Auch im Insolvenzfall ist das angesparte Kapital geschützt
- **Privatvertraglich, aber staatlich gefördert:**
  - Unabhängig vom Unternehmen
  - Laufende oder Einmalzahlungen möglich – ideal z.B. bei Entnahmen aus der GmbH
- **Auszahlung als lebenslange Rente ab Rentenbeginn:**
  - **Wichtig:** Keine Kapitalauszahlung möglich
  - Lebenslange Altersrente mit Hinterbliebenenversorgung möglich



hoffmann

- **U-Kasse = steueroptimiert**
  - Hohe Beiträge
  - Bilanzneutral
  - Versorgung über das Unternehmen
  - Kapitalauszahlung möglich
- **Basis-Rente = privat und flexibel**
  - Eigenständige Vorsorge, steuerlich gefördert, insolvenzsicher
- **Kombination aus beiden Welten:**
  - Liquiditätsorientierte Aufteilung z.B. 70% U-Kasse, 30% Basis-Rente
  - Lebenslange Altersrente mit Kapitalauszahlung (U-Kasse)

hoffmann

Risiken für das Unternehmen:

- **Bilanzbealstung durch nicht ausfinanzierte Pensionszusagen (§ 6a EStG)**
- **Liquiditätsrisiken im Versorgungsfall**
- **Kaufpreisabschläge oder -verzögerungen bei Unternehmensverkauf**
- **Fehlende Insolvenzsicherung**

Risiken für den Unternehmer:

- **Keine gesicherte Altersversorgung bei Unternehmensschieflage**
- **Fehlende Verpfändungslösungen vs. Insolvenz**
- **Steuerlich Nachteile bei unklarer Vertragsgestaltung**
- **Versorgungslücke trotz geglaubter Absicherung**

Versorgung muss belastbar, bilanziell durchdacht und übertragbar sein - auch für den Exit

Unternehmenszukunft gestalten heißt Mitarbeiter mitzunehmen

hoffmann INDUSTRIE VERSICHERUNGS MAKLER

Unternehmer stehen täglich vor komplexen Entscheidungen, Märkte verändern sich rasant.

- **Uber** ist das größte Taxiunternehmen der Welt - ohne ein einziges eigenes Auto.
- **Arbnb** vermittelt Millionen Wohnen - ohne selbt Immobilien zu besitzen.

Wer hätte das gedacht? Disruption ist heute Realität!

Innovation entsteht durch die frühzeitige Einbindung von Menschen. Mitarbeitermotivation und Mitarbeiterbindung stehen an oberer Stelle

Die Arbeitswelt befindet sich im massiven Umbruch

hoffmann INDUSTRIE VERSICHERUNGS MAKLER

- **Fachkräftemangel** bleibt ungelöst
- Maßnahmen zur **Mitarbeiterbindung** und zum **Wohlergehen** greifen nicht
- **HR-Abteilungen stehen unter Druck**, gleichzeitig **Kosten zu senken** und **Zufriedenheit zu gewährleisten**
- **Rechtsanspruch** der Mitarbeiter auf Entgeltumwandlung **wird als Muss gesehen**

Top 3 Herausforderungen für HR-Führungskräfte zur Stärkung Arbeitgebermarke
1. Vertrauen in **Wohlbefinden & Vergütung** herstellen; **Ziel:** Mitarbeiterbindung
3. Talentgewinnung
3. Fachkräftemangel

TOP JOB · HR · Europe's Best Workplaces 2021 · top EMPLOYER EUROPE 2021 · arbeitgeber-ranking.de · kununu

Mitarbeitermotivation | Die neue betriebliche Altersvorsorge

hoffmann INDUSTRIE VERSICHERUNGS MAKLER

Überzeugende Gründe für die Stärkung Ihrer Arbeitgebermarke - Hintergrundinformation

Attraktivität durch Benefits
Laut **StepStone** steht **„Vergütung inklusive Benefits“** bei allen Altersgruppen auf Platz 2 der Top-Arbeitsplatzfaktoren – junge Mitarbeitende (20–39 Jahre) priorisieren bereits heute Zusatzleistungen stark.

Gesundheit & Vorsorge zählt
Bei **kununu** gehören Gesundheitsleistungen und Altersvorsorge zu den fünf beliebtesten Benefits. Viele Mitarbeitende wären sogar bereit, auf Gehalt zu verzichten, um solche Leistungen zu erhalten.

Mitarbeiterbindung & Talentgewinnung
Studien belegen, dass gezielte Benefits und strukturierte Employer-Branding-Strategien die emotionale Bindung stärken – verbunden mit geringerer Wechselbereitschaft aufgrund „kalkulatorischer“ Kosten-Nutzen-Abwägung .

hoffmann INDUSTRIE VERSICHERUNGS MAKLER

Fluktuation schön rechnen oder der Wahrheit ins Auge schauen?

- Kosten für ein effektives Mitarbeiterbindungs- und Motivationsprogramm sind deutlich billiger als die hohen Kosten für Fluktuation zu riskieren!

Quelle: Linkedin (Arbeitgeberschmiede)

Mitarbeitermotivation | Die neue betriebliche Altersvorsorge

hoffmann INDUSTRIE VERSICHERUNGS MAKLER

ZEIT ONLINE

Altersvorsorge

Fast die Hälfte aller Rentner hat weniger als 1.250 Euro netto

Vor allem Frauen bekommen weniger als die durchschnittliche Bruttorente. Und jeder vierte Rentner verfügt über weniger als 1.000 Euro persönliches Nettoeinkommen.

21. Januar 2024, 115 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, KNA, ij / 754 Kommentare / ☐

"Hauptverlierer der Inflation"

Laut Rentenatlas 2023 der Deutschen Rentenversicherung betrug die durchschnittliche Bruttorente 2022 bei den Männern 1.728 Euro und 1.316 Euro bei den Frauen.

- **Finanzielle Unabhängigkeit mit der betrieblichen Altersversorgung.**
- **Zuversichtlich in die Zukunft !**

Mitarbeitermotivation | Die neue betriebliche Altersvorsorge

Benefit Strategie als Basis zur Mitarbeiterbindung und Mitarbeitergewinnung

Welche Mitarbeitervorteile Arbeitnehmer wollen

in Prozent

WELT Quelle: Statstone

Rechtliche Grundlagen der betrieblichen Altersversorgung

§ 1a BetrAVG | Rechtsanspruch des Arbeitnehmers auf Entgeltumwandlung

- (1) Der Arbeitnehmer kann vom Arbeitgeber verlangen, dass von seinen künftigen Entgeltansprüchen bis zu 4 von Hundert der jeweiligen Beitragsbemessungsgrenze in der allgemeinen Rentenversicherung durch Entgeltumwandlung für seine betriebliche Altersversorgung verwendet werden.
- (1a) Der Arbeitgeber muss 15 Prozent des umgewandelten Entgelts zusätzlich als Arbeitgeberzuschuss an den Pensionsfonds, die Pensionskasse oder die Direktversicherung weiterleiten, soweit er durch die Entgeltumwandlung Sozialversicherungsbeiträge einspart.

Quelle: www.gesetze-im-internet.de/betravg/_1a.html

Steuerlicher Förderrahmen = 8 % der BBG	
Steuer- und Sozialversicherungsfreiheit: 4% der BBG	Verpflichtender Arbeitgeberzuschuss 15% sofern er durch die Entgeltumwandlung Sozialversicherungsbeiträge einspart.
Steuerfreiheit: 4% der BBG	

Rechtliche Grundlagen der betrieblichen Altersversorgung

§ 4a BetrAVG | Informations- und Aufklärungspflicht

§ 4a Abs. 1 Nr. 1 BetrAVG:
„Der Arbeitgeber hat dem Arbeitnehmer auf dessen Verlangen mitzuteilen ob und wie eine Anwartschaft auf betriebliche Altersversorgung erworben wird."

- Keine eindeutige Regelung ob der Arbeitnehmer aktiv oder passiv informiert werden muss.

Mitarbeitermotivation | Die neue betriebliche Altersvorsorge

Benefit Strategie als Basis zur Mitarbeiterbindung und Mitarbeitergewinnung

Fazit:
- Die Arbeitnehmer legen Wert auf finanzielle Unabhängigkeit im Alter.
- Aus dem "Muss" ein "Plus".

Mitarbeitermotivation | Die neue betriebliche Altersvorsorge

Top-Zusatzversorgung für die Belegschaft

Sparen aus dem Bruttogehalt → Innovative Anlage des Sparanteils → Lukrativer Arbeitgeberzuschuss → Lebenslange Rentenzahlung und/oder alternativ Kapitalauszahlung

Mitarbeitermotivation | Der neue Arbeitgeberzuschuss

Lukrativer Arbeitgeberzuschuss | Interessant für Arbeitgeber und Arbeitnehmer

Mtl. Beitrag zur Entgeltumwandlung 100.--€	Gesetzlicher Zuschuss	Lukrative Arbeitgebervarianten		
	15 % Zuschuss	**30 % Zuschuss**	**50 % Zuschuss**	**100 % Zuschuss**
Arbeitgeberzuschuss mtl.	15 €	30 €	50 €	100 €
Ersparnis (Verdienst <BBG KV) Lohnnebenkosten mtl. Arbeitgeber rd.	20 €	20 €	20 €	20 €
Aufwand Arbeitgeber mtl. - vor Steuer -	+ 5 €	10 €	30 €	80 €
Steuerersparnis Arbeitgeber Betriebsausgabenabzug (z.B. 30 % Steuersatz)	- 1,50 €	3 €	9 €	24 €
Tatsächlicher Aufwand Arbeitgeber mtl. (nach Steuer)	**+ 3,50 €**	**7 €**	**21 €**	**56 €**

Mitarbeitermotivation | Der neue Arbeitgeberzuschuss

Arbeitgeberzuschuss als sinnvolle Ergänzung zu einer Gehaltserhöhung

100 € Gehaltserhöhung	Folgen einer Gehaltserhöhung: • Arbeitgeberaufwand über 120 € • Arbeitnehmernutzen ca. 50 € Netto • Aufwand Steuer- und Sozialabgaben ca. 70 €

Vorteile Arbeitgeberzuschuss vs. Gehaltserhöhung:
- Steuer- und sozialversicherungsfreie Einzahlung
- 100% der Lohnerhöhung werden angepasst
- Mitarbeiterbindungs- und Gewinnungsinstrument

Empfehlung:

Ein hoher Arbeitgeberzuschuss ist lukrativ für Arbeitgeber und Arbeitnehmer !

Umsetzung in der Praxis

Unternehmens-Konzept Mitarbeiter-Motivations-Programm			
VORSORGE Entgeltumwandlung (bAV) | Biometrieabsicherung		GESUNDHEITSVORSORGE Betriebliche Krankenversicherung (bKV)	
Altersversorgung (Konsumfähigkeit im Alter)	**Einkommenssicherung | Todesfallabsicherung**	**Krankheit (Kranken-Zusatzversicherung)**	**Gesundheitskonzept**
• Erfüllung Rechtsanspruch Arbeitnehmer auf betriebliche Altersversorgung mit lukrativem Arbeitgeberzuschuss.	• Absicherungskonzept bei Berufsunfähigkeit und/oder für den Todesfall.	• Ambulant • Stationär • Zahn • Pflege • Tagegeld	• Spezielles Gesundheitskonzept mit Leistungen zur Erhaltung der Gesundheit ☺
Geschäftsführung / Leitungskreis:			
• Bilanzneutrale Absicherung „Sparen aus dem Unternehmensumsatz" • Hohe Versorgungsleistungen bei Berufsunfähigkeit			

Auf eine gute Zusammenarbeit!

Glück entsteht oft durch Aufmerksamkeit in kleinen Dingen, Unglück oft durch Vernachlässigung kleiner Dinge.

Wilhelm Busch

» industriemakler.com

INDUSTRIEMAKLER24.COM

PRIVATMAKLER24.COM

Bundesverband Deutscher Versicherungs-Makler e.V.

CE-Haken an Pulverbeschichtungsanlagen

Vortrag beim Pulversymposium Dresden

Frank Brünnig -Geschäftsführer–
Jürgen Emptmeyer GmbH

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Agenda

1. Über die Jürgen Emptmeyer GmbH
2. Materialien & gehärtete Haken
3. Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel
4. Unternehmervorteil bei CE-Einsatz
5. Kundenvorteil von CE-Artikeln
6. Kosten / Aufwand für CE-Kennzeichnung
7. CE-Kennzeichnung bei der Jürgen Emptmeyer GmbH
8. Alternative zu CE-Artikeln
9. Fazit & Handlungsempfehlungen

1. ÜBER DIE JÜRGEN EMPTMEYER GMBH

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Unser Portfolio

- **Lackierhaken & Aufhängungen**
- **Gestelle**
- **Maskierungen**
  Abdeckband | Stopfen | Kappen
- **Hilfsmittel**
- **EMPTMEYER plus⁺**
  Kundenspezifische Sonderanfertigungen

Unsere Sonderlösung im Bereich Emptmeyer plus⁺

- Nicht immer gibt es eine passende Standardlösung. Aber wir unterstützen Sie gerne mit Ihrem Anliegen und gehen auf Ihre spezifischen Anforderungen ein.
- Von der technischen Planung bis zur fertigen Lösung stehen wir Ihnen zur Seite.

Gestelle & Aufhängungen	Drahtbiegeteile	Silikon-Maskierungen	Plotterteile

Unser Portfolio

- Mit mehr als 2.400 Kunden sind wir am Markt vertreten.
- Eine Vielzahl unserer Kunden stammen aus folgenden Branchen:
  - Lohnbeschichtung
  - Maschinenbau
  - Automobil- und Landmaschinen
  - Möbelindustrie
  - Luftfahrttechnik

Hettich
LIEBHERR
KESSEBÖHMER
CLAAS
STILL
GENERAL DYNAMICS

Imagevideo

2. MATERIALIEN & GEHÄRTETE HAKEN

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Materialien & gehärtete Haken

- Anwendertypische Materialien:
  - Unlegierter Baustahl (blank & verkupfert):
    - S235JR Streckgrenze: 235 N/mm²
    - S355JR Streckgrenze: 355 N/mm²
    - C60 (Federstahl) Streckgrenze: 450-580 N/mm²
  - Legierter Stahl:
    - X5CrNi18.10 (V2A) Streckgrenze: 190-400 N/mm²
    - X10CrNi18-8 (VA-Federstahl) Streckgrenze: 195 N/mm²
    - 42CrMo4 Streckgrenze: 720 N/mm²

Materialien & gehärtete Haken

- Gehärtete Drahthaken:
  - Grundmaterial 42CrMo4
- Vorteil:
  - Deutlich höhere Festigkeit bei kleiner Baugröße
  - Geringerer Verschleiß an dem Haken
- Beispiel Drahthaken aus 42CrMo4 (nach SF2):
  - Drahthaken Ø8mm Traglast roh: 82,5 kg Traglast gehärtet: 260 kg
  - Drahthaken Ø18mm Traglast roh: 450 kg Traglast gehärtet: 1350 kg
- Nachteil:
  - Erhöhte Herstellkosten
  - Drahthaken nach dem Härteprozess deformiert

3. BEDEUTUNG CE-ZERTIFIZIERUNG IM BEREICH LASTAUFNAHMEMITTEL

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

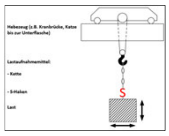
Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel

- **CE-Kennzeichnung:**
  - Relevante Normen und Richtlinien für Lastaufnahmemittel müssen erfüllt werden.
  - Die CE-Kennzeichnung ist eine Herstellererklärung, dass ein Produkt den geltenden EU-Richtlinien entspricht und in der EU verkauft und verwendet werden darf.
- **Relevante Normen und Richtlinien**
  - Richtlinien sind verbindlich, Normen haben keine gesetzliche Bindung.
    - Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
    - DIN EN ISO 12100 Allgemeine Norm für Sicherheit von Maschinen
    - DIN EN 13155 „Lose Lastaufnahmemittel“
    - DGUV Vorschriften

Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel / Haken

Lastaufnahmemittel (laut EU-Maschinenrichtlinie) CE

Ist ein nicht zum Hebezeug gehörendes Bauteil oder Ausrüstungsteil, das das Ergreifen der Last ermöglicht und das zwischen Maschine und Last oder an der Last selbst angebracht wird oder das dazu bestimmt ist, ein integraler Bestandteil der Last zu werden, und das gesondert in Verkehr gebracht wird; als Lastaufnahmemittel gelten auch Anschlagmittel und ihre Bestandteile."



Lasthaltemittel (kein CE)

Lasthalte-Funktion: Technische Lösung zum Halten/Fixieren oder Sichern der Last.

Keine Hebefunktion!!

Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel / Haken

Anforderung an CE-gekennzeichnete Lastaufnahmemittel für einen Hersteller

Ein Hersteller muss:

- Risikoanalyse und Risikobeurteilung durchführen (nach ISO 12100)
- Konstruktive Sicherheit
  - EN 13155 (für abnehmbare Lastaufnahmemittel)
  - EN 818 (für Ketten)
  - EN 1677 (für Haken und Anschlagmittel)
- Technische Dokumentation
  - Konstruktionszeichnungen incl. Schweißangaben (bei Gestellen)
  - Werkstoffnachweise (Materialwerkszeugnis)
  - Prüfnachweise / Belastungstests
  - Betriebsanleitung
- Konformitätserklärung ausstellen
- CE-Kennzeichnung sichtbar anbringen

Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel / Haken

Wann benötigt ein Lackierhaken eine CE-Zertifizierung?

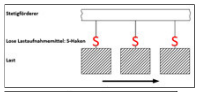
Die Verwendung von Lackierhaken unterliegt der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Der Arbeitgeber hat vor dem ersten Einsatz eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und geeignete Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen.

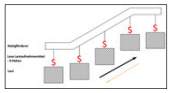
Bei der Verwendung von Lackierhaken gibt es zwei unterschiedliche Anwendungsfälle, welche rechtlich anders zu behandeln sind

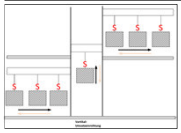
- **Unterscheidung der Anwendungsfälle**
  - **Stetigförderer**
    - Trägt die Last und ermöglicht das Bewegen der Last
  - **Kran**
    - Führt Hebebewegungen aus

Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel / Haken

- **Stetigförderer**
  - Führen keinen Hebevorgang nach Maschinenrichtlinie aus.
  - Lose LAM dienen als Aufnahme für Halte- und Transportvorgängen.





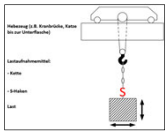


Lose Lastaufnahmemittel zwischen Last und Hängeförderer sind **keine Lastaufnahmemittel nach MRL**, müssen aber die Belastungen sicher aufnehmen.

CE nicht erforderlich am Stetigförderer.

Bedeutung CE-Zertifizierung im Bereich Lastaufnahmemittel / Haken

- **Krananlagen**
  - Führen Hebevorgänge nach Maschinenrichtlinie aus.
  - LAM und Anschlagmittel dienen als Tragmittel.



Lose Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel zwischen Last und Kran **sind Lastaufnahmemittel nach MRL 2006/42/EG.**

CE erforderlich.

CE-Kennzeichnung und Konformitätsverfahren durchführen.

4. UNTERNEHMERVORTEIL BEI CE-EINSATZ

EMPTMEYER

AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Unternehmervorteil von CE-Artikeln

Der Einsatz von CE-gekennzeichneten Produkten bringt einem Unternehmen – sei es als Hersteller, Händler, Anwender oder Betreiber von Anlagen – klare Vorteile in rechtlicher, wirtschaftlicher und sicherheitstechnischer Hinsicht.

- **Rechtssicherheit:**
  - Erfüllung gesetzlicher Anforderungen (z.B. Maschinenrichtlinie 2006/42/EG)
  - Beweisführung durch Rückverfolgbarkeit im Schadensfall einfacher (z.B. bei Arbeitsunfällen)
  - CE ist Zulassungsvoraussetzung für den EU/EWR-Markt
- **Marktzugang, Image und Qualitätssignal**
- **Erhöhte Sicherheit**

5. KUNDENVORTEIL BEI CE-EINSATZ

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Kundenvorteil von CE-Artikeln

Bessere Dokumentation und Nachverfolgbarkeit:

- Produktsicherheit durch Anwenden von Normen und Richtlinien
- Geprüfte Sicherheit durch streng dokumentierte Zugversuche und Berechnungen
- CE- Dokumentationspflicht führt zu klarer technischer Dokumentation
- **Betriebsanleitungen:**
  - Bestimmen den Anwendungsbereich (Bestimmungsgemäße Verwendung)
  - Schließen eine Fehlanwendung aus (Nicht bestimmungsgemäße Anwendungen)
  - Regeln die technischen Kennwerte des Hakens (Traglastangaben, Entlackung)
  - Die Ablegereife legt die Nutzungsdauer der Lastaufnahmemittel fest (nach MRL 16.000 Lastwechsel)
  - Wiederkehrende einmal im Jahr verpflichtende Prüfungen durch befähigtes Personal

CE zwingt zur Sorgfalt – und das lohnt sich langfristig!

6. KOSTEN / AUFWAND FÜR CE-KENNZEICHNUNG

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Kosten / Aufwand für CE-Kennzeichnung

- **Erhöhte Aufwendungen dadurch Kostentreiber:**
  - Normenrecherche
  - Werkstoffprüfung / Materialzertifikate
  - Erhöhte Konstruktionsarbeit (jeder Haken muss gezeichnet werden)
  - Belastungstests
  - Dokumentation der technischen Unterlagen und Zertifikate
  - Schweißarbeiten nur durch zertifizierte Schweißer
  - Chargenreine Fertigung nach Werkszeugnissen
  - Bauteilkennzeichnung bei CE-Artikeln
  - Erstellen einer Betriebsanleitung
- **Kostensenkung durch:**
  - Höhere Stückzahlen (Kosten verteilen sich besser)
  - Variantenvielfalt gering halten

7. CE-KENNZEICHNUNG BEI DER JÜRGEN EMPTMEYER GMBH

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

CE-Kennzeichnung bei der Jürgen Emptmeyer GmbH

Ablauf von CE-gekennzeichnete Lastaufnahmemittel

- Kundenanfrage CE Artikel
- Bearbeitung der Kundenanfrage
- Konstruktion der Bauteile incl. der technischen Zeichnungen nach Normvorgaben
- Auswahl der Materialien und Fertigung der Artikel mit Werkszeugnissen
- Prüfung nach DIN EN 13155 (Zugversuch) und Dokumentation der Ergebnisse
  - *Elastischer Zustand:* Die mechanisch lasttragenden Teile müssen so bemessen sein, dass sie einer statischen Belastung standhalten, die dem **2-Fachen** der Last entspricht, der sie unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen standhalten müssen, ohne dass dabei eine bleibende Verformung auftritt.
  - *Plastischer Zustand:* Die mechanisch lasttragenden Teile müssen so bemessen sein, dass sie einer statischen Belastung standhalten, die dem **3-Fachen** der Last entspricht, der sie unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen standhalten müssen, ohne dass sich die Last löst, auch wenn dabei eine bleibende Verformung auftritt.
- Erstellen der Betriebsanleitung
- Aufbringen der CE-Kennzeichnung auf dem Bauteil

CE-Kennzeichnung bei der Jürgen Emptmeyer GmbH

Kennzeichnung auf dem Bauteil gemäß MRL

- Maschinell mit einem Nadelgerät
  - Kennzeichnung ist nach dem Entlacken weiterhin sichtbar.

- Herstellerangaben („EM")
- Materialcode („1" steht für S235JR *„Aufschlüsselung in Bedienungsanleitung")*
- Herstelldatum „10/25"
- Traglast „110 kg"
- Kundennummer „SP-13427"
- Artikelnummer „003"
- CE Kennzeichen „CE"

8. ALTERNATIVE ZU CE-ARTIKELN

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Alternative zu CE-Artikeln

Kostengünstige Alternative zur CE-Zertifizierung

- Vorteil:
  - Entfall der Dokumentationen, Konstruktionen, Schweißabläufe, Werkszeugnisse…
  - Belastungstest nach DIN EN 13155
  - Ausstellung einer „einfachen" Betriebsanleitung mit Traglastangaben
  - Einfache Kennzeichnung mit dem Produktionsdatum „Prod. 08/2025"

- Kundenpflicht:
  - Interne Prozessbeschreibung, die die Lebensdauer der Haken regelt. Austausch z.B. alle 3 Jahre.
- Nachteil:
  - Keine CE-Zertifizierung

9. FAZIT & HANDLUNGS-EMPFEHLUNGEN

EMPTMEYER
AUFHÄNGEN & ABDECKEN

Fazit & Handlungsempfehlungen

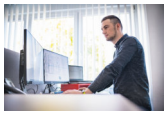
- **Transparentes und nachvollziehbares Produktportfolio**
  - Durch CE-Kennzeichnung entsteht Klarheit über Spezifikationen wie Tragkräfte, Normen, Materialeigenschaften etc. Das erleichtert Einkauf, Qualitätskontrolle und Lieferantenbeurteilung.
  - Die Anforderungen an Produktsicherheit und Normenkonformität werden eher strenger als weniger. Ein frühes und solides CE-Konformitätsverfahren macht Anpassungen später leichter. Außerdem kann es helfen, neue Entwicklungen (z. B. in Materialien, Umgebungstemperaturen, Automatisierung) besser zu integrieren.
- **Vertrauen & Wettbewerbsfähigkeit**
  - Ein Unternehmen, das CE-konforme Produkte liefert, wirkt vertrauenswürdiger gegenüber Kunden, Auftraggebern und Aufsichtsbehörden. Es ist einfacher, Aufträge zu gewinnen, bei denen Sicherheits- oder Normennachweise verlangt werden.
- **Handlungsempfehlung:**
  - Genaue Prüfung, ob ggf. die Alternative zur CE in Betracht gezogen werden kann.

ZIEGLER®
Mehr Wert für draußen.

- Die ZIEGLER Metallbearbeitung GmbH wurde 1993 gegründet und bietet Produkte sowie Lösungen für die Freiflächengestaltung öffentlicher und gewerblicher Auftraggeber. Die Hauptsächlichen Zielgruppen sind Architekten und Planer, Kommunen, Bau- und Industrieunternehmen, Hausverwaltungen sowie Garten- und Landschaftsbauer.
- Das Unternehmen hat mehrere Standorte. Der Firmensitz und die Vertriebsniederlassung Süd-West sind in Weissach-Flacht bei Stuttgart ansässig.
- Der Produktions-, Verwaltungs- und Logistikstandort ebenso wie die Firmenleitung von ZIEGLER sowie die Vertriebsniederlassung Ost befinden sich in Nebelschütz bei Dresden.
- Dort werden Stahlleichtbaukonstruktionen – von der Fahrrad- über die Wertstoff- bis zur Bahnhofsüberdachung entwickelt und hergestellt. Neben bekannten Modellen fertigt ZIEGLER angepasste Konstruktionen nach den jeweiligen Bedürfnissen.
- Das ZIEGLER-Vertriebsnetz umfasst außerdem fünf weitere Standorte nahe Berlin, Troisdorf bei Köln, Niederdorf bei Chemnitz, Stockelsdorf bei Lübeck und Germering bei München.

- Darüber hinaus ist ZIEGLER über die österreichische Tochtergesellschaft ZIEGLER Außenanlagen GmbH und weitere Kooperationspartner europaweit vertreten.
- Seit 2020 ist ZIEGLER Teil der niederländischen CROWD Gruppe.
- Bei ZIEGLER arbeiten über 250 Mitarbeiter in den unterschiedlichsten Bereichen.
- Auf dem Produktionsgelände mit 34.000 qm wird mit modernsten Maschinen gefertigt.

- ZIEGLER ist der ideale Projektpartner, durch umfangreiche Kompetenz in den Bereichen Beratung, Planung, Fertigung und Montage.



Referenzen

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Ziegler
  - Grund für den Neubau
  - Lastenheft
  - Projektplan
  - Ergebnis
- Meeh
- Gema
- Nabu
- Ziegler
  - Herausforderungen

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Grund für den Neubau
  - Alte Anlage aus 2008 nicht mehr ausreichend
    - Altanlage nur für feuerverzinkte Ware konzipiert
      - mechanische Vorbehandlung mittels Sweepen
    - Produktspektrum hat sich geändert
    - Kapazitiv nicht ausreichend (3-Schicht-Betrieb)
    - Zusätzlich extern beschichtet

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Lastenheft (2021)
  - Werkstücke
    - Länge: 6200 mm
    - Breite/Tiefe: 800 / 1500 mm
    - Höhe: 2400 mm
    - Werkstückgewicht: 200 kg / 1000 kg
    - Materialstärke: 1 – 20 mm

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Lastenheft (2021)
  - Material:
    - » Stahl feuerverzinkt 96.000 m²
    - » Stahl galvanisch verzinkt 16.500 m²
    - » Stahl elektrolytisch verzinkt 2.200 m²
    - » Stahl bandverzinkt 62.000 m²
    - » Edelstahl 1.4301 3.300 m²
    - » Alu 3.850 m²
    - » Stahl schwarz vorsehen
    - » → Summe 183.850 m²

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Lastenheft (2021)
  - Korrossionsschutzklassen:
    - C3 90%
    - C4 5%
    - C5 5%

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Anlagenausstattung:
  - 4 Zinkputzplätze/Vormontage mit 2 Portalkränen
  - Vorbehandlung: Chemie
  - Beschichtung: Automatik + Hand (jeweils mit Hubpodest)
  - Auf- und Abgabestellen fest: 2
  - Auf- und Abgabestelle mit Querhub: 1
  - Parkplätze: 50+
  - Verdampfer
  - Taktung: ca. 15 Min./Traverse
  - Monitor mit Abbildung Gesamtanlage (Meeh)

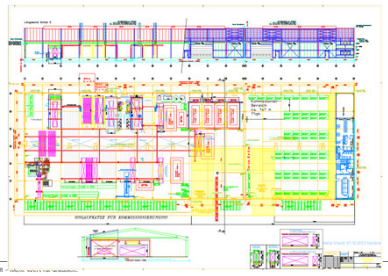
Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

Bauablaufplan

Budgetfreigabe:	01/23
Anlagenbestellungen:	12/23
Hallenbaubeginn:	03/24
Anlagenmontage:	09/24
Inbetriebnahme:	12/24
Produktionsbeginn:	01/25

ZIEGLER – Mehr Wert für draußen. 13

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

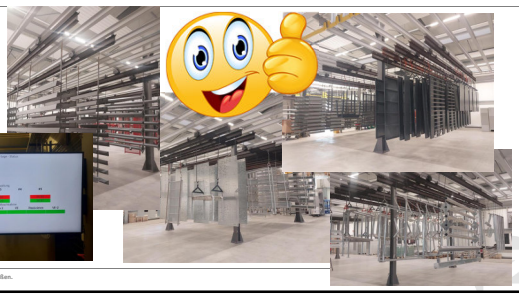
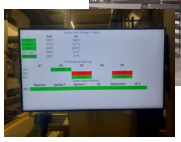


2023_12_07 Meeh mit Ausstattung und Lager Verw. West.pdf

ZIEGLER – Mehr Wert für draußen. 14

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Ergebnis

ZIEGLER – Mehr Wert für draußen.

Aufbau

1. MEEH-Firmenprofil
2. MEEH-Anlagenkonzepte
3. „Alte"- Anlage
4. „Neue"- Anlage

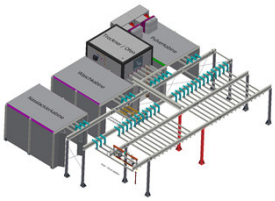
MEEH
Firmenprofil

- Sitz in Wimsheim (bei Stuttgart)
- Gegründet in 1992
- 70+ Angestellte
- Über 10 Mio. Umsatz
- Inhaber und Geschäftsführer Ulrich Meeh
- Über 1.300 Projekte realisiert
- Sehr hoher Eigenfertigungsanteil (<90%)
- Anlagenbau, Lohnbeschichtung & Laser und Blechfertigung

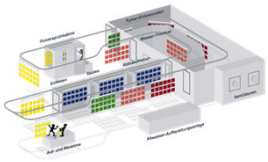
MEEH
Firmenprofil

MEEH
Anlagenkonzepte

Große Lasten, Große Abmessungen, große Flexibilität
JUMBO-COAT



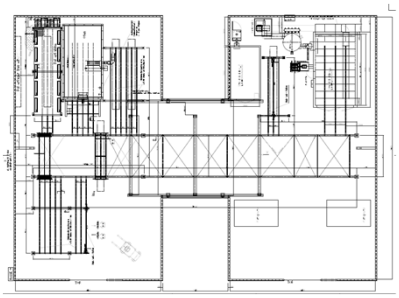
Großer Durchsatz, Hohe Effizienz
***FLEX-i-COAT** (früher WIELAND)*



Anlagenkonzept
„Alte"- Anlage

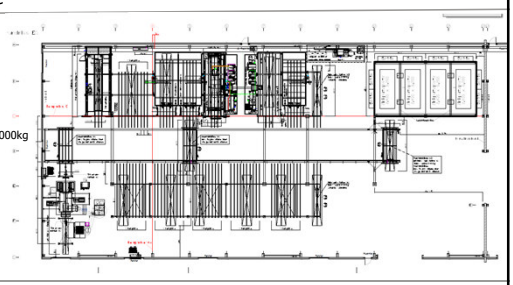
Max.Werkstücke:
Länge 8.000m
Breite 800mm
Höhe 3.000mm
Max. Traversengewicht 1.000kg

Anlagenmodule:
- Hub-/und Senkstationen
- Querfahrbühnen
- Strahlkabine
- Pulverkabine
- Ofen
- Parkplätze



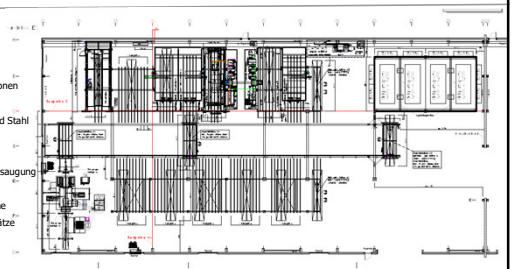
Anlagenkonzept
„Neue"- Anlage

Max.Werkstücke:
Länge 8.000m
Breite 1.500mm
Höhe 2.600mm
Max. Traversengewicht 1.000kg



Anlagenkonzept
„Neue"- Anlage

Anlagenmodule:
- Zinkputzplätze
- 3 Auf- und Abnahmestationen
- 1 Temperofen
- 1 Waschkabine für Alu und Stahl
- Vorbereitung für Zweite Waschkabine
- Pulverkabine mit Längsabsaugung und Jumbo-Lift
- Automatische Pulverkabine
- Fördertechnik und Parkplätze
- 2 Zuluftgeräte



Anlage

Gema, das Unternehmen

60 Jahre Erfahrung in der elektrostatischen Pulverbeschichtung
Hauptsitz in der Schweiz, seit Sommer 2024 in Gossau

- Gema ist seit der Entwicklung der elektrostatischen Pulverapplikations-technologie in den 1960er Jahren weltweit führend.
- Das Unternehmen mit Sitz in Gossau (Schweiz) entwickelt und produziert mit mehr als 200 Mitarbeiter qualitativ hochwertige Geräte und Anlagen.
  - etablierte Marke
  - Technologieführer
  - hochwertige Qualität
  - attraktive Marktsegmente
  - großartige Position in Schwellenmärkten

Gema

- Seit April 2012 ist Gema eine unabhängige Abteilung innerhalb Graco.

Gema 26

© - All rights reserved

manuelle Beschichtung vs. automatische Beschichtung

- wie hoch ist der Anteil an Bauteilen die automatisch beschichtet werden können
- wie hoch sind die Kosten für Off-House Beschichtungen
- wie hoch ist der Automatisierungsgrad

Gema 27

© - All rights reserved

Konzeptionierung

Automatikanlage auslegen

maximale Teile-Höhe und -Breite
- Kabinenöffnungen und Abluftvolumen werden ermittelt

maximale Fördergeschwindigkeit
- die Flächenleistung und die Teilegeometrie ergeben die benötigte Pistolenanzahl

Hubbewegung & Pistolenpositionierung
- präzise Technologie bei Verfahrachsen für maximale Automatisierung

Pulverförderung
- Injektortechnologie
- Smart In-Line Applikationspumpe

Konzepte für automatische Kabinen
- maßgeschneiderte Beschichtungskabinen für jede Anwendung

Handhabung des Pulvers
- Pulverversorgung durch Pulverzentrum oder Behälter

Schneller Farbwechsel
- wie häufig ist ein Farbwechsel geplant

Manuelle Beschichtung
- wie hoch bleibt der manuelle Aufwand

Gema

© - All rights reserved

Beschichtungsversuch Labor Gema Gossau

→Nachweis der theoretischen Werte z.B. Pistolenanzahl

→wie hoch ist der tatsächliche Automatisierungsgrad

→wie lange dauert ein Farbwechsel

→wie gut ist das Beschichtungsergebnis

Gema 23.01.2026 29

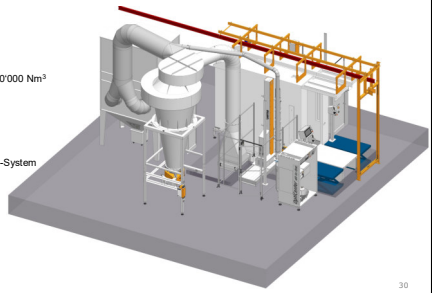
© - All rights reserved

Layout

Technische Daten

Lieferumfang:

1 x MagicCompact EquiFlow BA 04 mit 20'000 Nm³ Absaugfilter und Monozyklon
1 x MagicControl 4.0 Systemsteuerung
12 x All-in-one Applikationspumpen
12 x Automatikpistole OptiGun GA03
2 x Handpistole OptiSelect GM04
1 x OptiCenter OC10 Pulvermanagement-System
1 x Ultraschallsieb US07
2 x ZA07-23 mit XT10 Horizontalachse
2 x Scherenhubtisch



Gema 30

Smart Inline Technology, die OptiSpray AllInOne

Die intelligente Technologie der Pulverförderung für höchste Ansprüche

Integrierte Reinigungsfunktion
- höchste Sauberkeit beim Farbwechsel
- keine Risiko bzgl. Kontaminierung
- für alle Pulversorten geeignet

Applikationsoptimierung
- PCC Mode für eine präzise Ladungskontrolle
- DVC mit präziser Luft- und Pulversteuerung
- professionelle Anwendung mit minimaler Luft

Kürzeste Schaltzeiten
- präzises Auslösen der Beschichtungspistole
- Qualitätsbeschichtung mit geringem Pulververbrauch

Kontinuierliche Überwachung
- Überwachung Pulverfluss
- Fehlermeldung an den Bediener in Echtzeit
- Rückmeldung aller relevanten Leistungsdaten

Langlebige Bauteile
- minimale Wartungsanforderungen
- langfristige Pulvereinsparung ohne Leistungsabfall
- reduzierte Ausfallzeiten in der Produktion

Optimaler Pulverfluß
- präzise Einstellung der Pulverwolke
- konstanter Pulverausstoß über einen langen Zeitraum

Gema

© - All rights reserved

Energiemanagement / Ressourceneffizienz

- GemaConnect Dashboard
  - → Visualisierung aller Prozessteilnehmer
  - → Key Performance Indicators (KPI) sorgen für Prozesstransparenz und -visualisierung und eröffnen Verbesserungspotentiale (Aufhängeeffizienz, Farbwechselzeiten, etc.)
  - → Überwachung und Visualisierung der elektrischen Energie und Druckluft

Gema

32

© - All rights reserved

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

pulversymposium dresden

Gema
Your global partner for high quality powder coating

© - All rights reserved

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

NABU-OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH

Erfolgreiche, energieeffiziente und prozesssichere Vorbehandlung mit NABU

NABU-Oberflächentechnik GmbH
Werksweg 2
92551 Stulln
TEL +49 9435 30065-0
MAIL office@nabu-stulln.de
WEB www.nabu-stulln.de

Version 11/2025

Über uns – NABU ist mehr als nur Vorbehandlungschemie

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

Der NABU 360°-Service-Ansatz schafft Mehrwert

Wir bieten Ihnen maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Herausforderungen in Vorbehandlungs- und Beschichtungsprozessen.

- Alles aus einer Hand, mit zentralem Ansprechpartner:
  - Chemische Produkte
  - Anlagentechnische Lösungen für den Vorbehandlungsprozess
  - Anlagentechnische Lösungen für Abwasser, Kreislaufwasser und Frischwasseraufbereitung

VORBEHANDLUNGSCHEMIE UND ENTLACKUNG
Entwicklung & Herstellung (GSB / QC zertifiziert)

ABWASSERBEHANDLUNG
Anlagen & Chemie

MESS- & DOSIERTECHNIK
Projektierung, Montage & Service

LABOR & ANALYSEN
Beratung & Schulung

BESCHICHTUNG
Qualitätsanalysen

GEFAHRSTOFF
Beratung & Unterstützung

NABU-Oberflächentechnik GmbH
Werksweg 2
92551 Stulln
TEL +49 9435 30065-0
MAIL office@nabu-stulln.de
WEB www.nabu-stulln.de

VERFAHRENSABLAUF

Firma Ziegler Metallbearbeitung

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

Prozessschritte:
Feuerverzinkter Stahl nicht gesweept, Schwarzstahl, galvanisch verzinkter Stahl, bandverzinkter Stahl

Schritt	Technologie	Produkt	Parameter	Wasserhaushalt
1	FePhos	Nabuphos® 81 Intens S	pH-gesteuert	Diskontinuierlicher Verwurf Ins Abwasser
2	Spüle 1		Leitfähigkeit	Verwurf ins Abwasser Kaskade
3	Spüle 2		Leitfähigkeit	Kaskade
4	VE-Spüle			Kaskade
5	Cr-frei Passivierung Alle Substrate	Nabutan 402		Verwurf

NABU-Oberflächentechnik GmbH
Werksweg 2
92551 Stulln
TEL +49 9435 30065-0
MAIL office@nabu-stulln.de
WEB www.nabu-stulln.de

VERFAHRENSABLAUF
Firma Ziegler Metallbearbeitung

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

Prozessschritte:
Aluminium, Edelstahl, bandverzinkter Stahl, bandverzinkter Stahl, feuerverzinkter Stahl nicht gesweept (Weißrost)

Schritt	Technologie	Produkt	Parameter	Wasserhaushalt
1	Saure Beize	Nabudur 156 S Intens S	Lf-gesteuert	Kontinuierlicher Verwurf Ins Abwasser
2	Spüle 1 (sauer)		Leitfähigkeit	Verwurf ins Abwasser Kaskade
3	Spüle 2 (sauer)		Leitfähigkeit	Kaskade
4	VE-Spüle			Kaskade
5	Cr-frei Passivierung Alle Substrate	Nabutan 402		Verwurf

Referenzen // Branchen

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

Fassade

Landwirtschaft

Bandbeschichtung

Weitere Anwendungen

Kontakt

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

NABU-Oberflächentechnik GmbH | Tel +49 9435 30065-0
Werksweg 2 | Fax +49 9435 30065-10
D - 92551 Stulln | Mail office@nabu-stulln.de
Germany | Web www.nabu-stulln.de

ZIEGLER Mehr Wert für draußen.

Projekt Kapazitätserweiterung / Pulveranlage

- Herausforderungen:
  - Kurze Projektzeit (2 Jahre)
  - Abstimmung + Freigaben von Behörden
  - Auswahl der chemischen Vorbehandlung
  - Auswahl Heizmedium (Lieferstopp Gas 09/2022 aus Russland)
  - Berechnung des Durchsatzes(Traversenauslastung/Farbvielfalt/Materialstärken/Materialmix, …
  - Infrastruktur
    - Gasanschluss
    - Strombedarf
    - Wasseranschluss
    - Druckluft
  - Mitarbeiter neu Anlernen (Aufhängen, neue Prozesse, Beherrschung Chemie+Verdampfer,…)

VIELEN DANK!

ZIEGLER Mehr Wert für draußen.

NABU OBERFLÄCHENTECHNIK

MEEH PULVERBESCHICHTUNGSTECHNOLOGIE

Gema

WAGNER 3D aero

pulversymposium dresden

Mitarbeitende entlasten & befähigen

„Pulverbeschichtung mithilfe von Lackierrobotern und einfachen Bedienlösungen erfolgreich automatisieren“

Jens Knigge (J. Wagner GmbH) & Eike Krebs (3D.aero GmbH)

Pulversymposium Dresden
05./06.02.2026

Die moderne Beschichtung steht vor vielen Herausforderungen

EFFIZIENZ	QUALITÄT	FACHKRÄFTE	BEDIENUNG
Steigender Kostendruck führt zu höheren Effizienzanforderungen	Die Qualitätsansprüche an Optik und Oberfläche steigen bei der Pulverbeschichtung kontinuierlich an	Fachkräftemangel durch rückläufiges Interesse an Berufen wie Lackierer oder Verfahrensmechaniker	Im digitalen Zeitalter wird bei modernen Systemen eine einfache Bedienung vermehrt wichtiger („Easy to use“)

EGAL WER SIE SIND…

AUTOMATISIERUNG IST **EIN MUSS.**

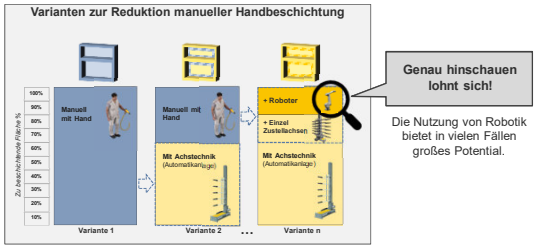
Wir sollten über Automatisierung sprechen!

Obwohl Automatisierung keine Neuheit ist, muss sich etwas verändern…

	Vor Kurzem: Automatisierung ist nur für…	vs.	Heute und Morgen: Automatisierung ist auch für…
„Serien“ Produktion	**Mittlere - große Losgrößen** ROI bei mittleren-großen Losgrößen	Verschiebung	**Kleinere Losgrößen** ROI bei Losgröße 1 Flexibilität
	Kleines Bauteilspektrum Wiederkehrende Bauteile	Verschiebung	**Großes Bauteilspektrum** Unterschiedliche Bauteile Große Bauteilvarianz
	Erfahrene Automatisierer Erfahrung und Expertise inhouse vorhanden	Verschiebung	**Neueinsteiger** Wenig Erfahrung und keine Programmierkenntnisse
			„High-Mix“ Produktion

Zentrales Ziel: Das Bauteilportfolio voll-automatisiert anforderungsgerecht beschichten

Viele Werkstücke erfordern die Kombination aus Linearachstechnik und Robotik

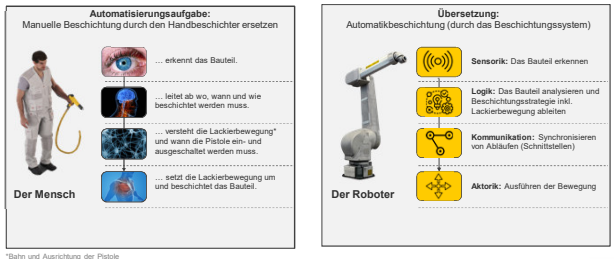


Genau hinschauen lohnt sich!

Die Nutzung von Robotik bietet in vielen Fällen großes Potential.

Automatisierung ist **nicht** einfach: Die Anlagenkomplexität wird erhöht

Das Ersetzen der manuellen Handbeschichtung erfordert zusätzliche Anlagenfunktionen



*Bahn und Ausrichtung der Pistole

Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

3D.PositionDetection - Intelligentes Positionserkennungssystem (Sensorik)

Funktion, Integration & Bedienung

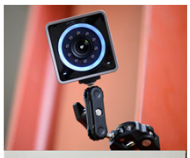
- System zur Bauteilverifikation und Lageerkennung
- Warenträger mit 1 oder mehreren Bauteilen möglich
- Vergleich Soll-Position zu Ist-Position
- Automatische Bahnanpassung des Roboters
- 1 – 2 „Key User" für das (einmalige) Aufnehmen von neuen Bauteilen empfehlenswert

Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

3D.EasyTeach - Motion Tracking System (Logik)

Funktion, Integration & Bedienung

- Die Bewegung des Handbeschichters wird durch Kameras aufgezeichnet und an den Roboter übertragen
- Nutzung der Handpistole mit Tracking-Aufsatz für den Teach-Vorgang (ATEX konform)
- Nahtlose Kommunikation (WAGNER Anlage, 3D.EasyTeach & Roboter) ermöglicht einfache Bedienung
- 1 – 2 „Key User" für das Aufnehmen von neuen Roboterprogrammen empfehlenswert



Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

WICOS - WAGNER Integrated Control and Operating System (Kommunikation)

Funktion, Integration & Bedienung

- Tiefgreifende Steuerungs-Integration von 3D.EasyTeach, 3D.PositionDetection, Lackierroboter
- Synchronisation von Fördererbewegung und Roboter / Achsen
- Zentrale Verwaltung der Beschichtungsrezepturen der Applikation und der Roboterprogramme
- Zentrale Verwaltung der gespeicherten Bauteile
- Durchgängige Prozesskette für einfache Bedienung der Automatisierungs-Anwendungen

Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

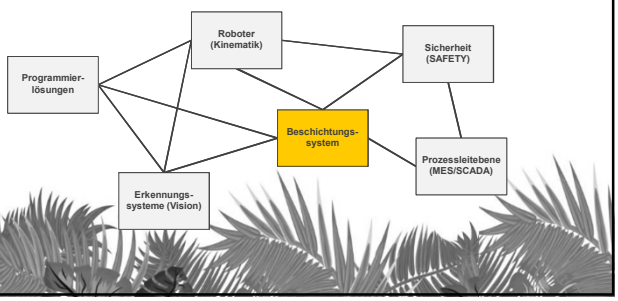
Robotik und Achstechnik – Lackierroboter und 3D Beschichtung (Aktorik)

Funktion, Integration & Bedienung

- Hohe Bewegungspräzision und -flexibilität durch die Nutzung von Lackierrobotern
- Automatische Anpassung der Bewegungsbahn bei Lage-Abweichung
- Nutzung unterschiedlicher Pistolen und Pistolenhalterungen für optimale Erreichbarkeiten möglich

Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

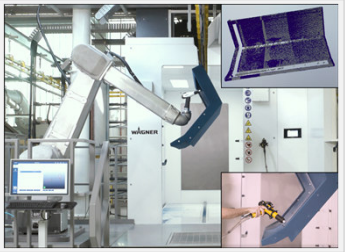
Automatisierung ist nicht einfach: Man muss sich im Lösungs-Dschungel zurechtfinden
Die Auswahl der richtigen Lösung erfordert eine umfassende Lösungskompetenz



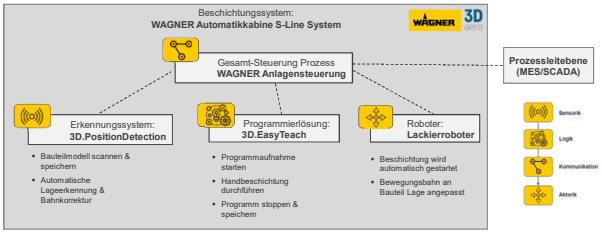
Pulverbeschichtung erfolgreich automatisieren

WAGNER Automatikkabine (S-Line System) mit Motion Tracking System (3D.EasyTeach), intelligentem Erkennungssystem (3D.PositionDetection) und Lackierroboter

Anwendungs-Video



Die gemeinsame Lösung von WAGNER und 3D.aero ermöglicht die verlässliche Nutzung von Robotik mit einfacher Bedienmöglichkeit



Neben der Entlastung & Befähigung der eigenen Mitarbeitenden sorgen vielfältige Mehrwerte für einen schnellen „Return on Investment“

Entlastung der Mitarbeitenden

- Manuell ausgeführte Beschichtungsprozesse entfallen
- Zeitaufwendige und komplexe Programmierung entfällt
- Mitarbeitende können weniger belastende Aufgaben ausführen
- Keine Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitenden

Befähigung der Mitarbeitenden

- Neue Roboterprogramme können von einem einzelnen Mitarbeiter erstellt werden
- Das vorhandene Beschichtungs-Know-How von erfahrenen Mitarbeitenden kann multipliziert werden
- Neue Bauteile können von einem Mitarbeiter auf die Anlage gebracht werden

Mehrwerte im Prozess

- Kosten (Fehlerkosten, …) des Beschichtungsprozesses können gesenkt werden
- Die Qualität der beschichteten Teile steigt
- Steigerung des Anlagendurchsatzes möglich
- Auch bei kurzen Vorlaufzeiten und komplexen Bauteilen lassen sich schnell und einfach Roboterprogramme erzeugen

Zusammenfassung

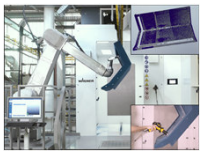
Was sind die zentralen Take-aways und wie können Sie von der Lösung profitieren

Take-aways

- **Automatisierung ist für viele Unternehmen (mittelfristig) ein Muss.**
- Automatisierungslösungen sind **für Jeden vorteilhaft anwendbar.** Auch bei großer Teilevielfalt und kleinen Losgrößen.
- **Automatisierung ist nicht einfach**, kann mit der richtigen (individuellen) Lösung jedoch gut gelingen und diverse Vorteile mit sich bringen.
- Robotik sollte zur einfachen Handhabung und Bedienung **ein vollintegrierter Bestandteil der Beschichtungskabine** sein

Wie profitieren Sie von der Lösung?

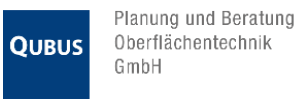
- Die Lösung kann mit Ihren Bauteilen vollumfänglich im WAGNER Technikum in Markdorf getestet werden
- Investition in eine Pulver Automatikanlage mit Robotik oder Prüfung der Möglichkeit eines Retrofits



Sprechen Sie uns an

Jens Knigge
Mail: Jens.Knigge@wagner-group.com
Tel.: +49 160 618 17 98

Eike Krebs
Mail: Ekrebs@3d-aero.com
Tel.: +49 1515 716 6726



Copyright ©:
Vervielfältigung, Weitergabe an Dritte und Veröffentlichung – auch auszugweise - ohne schriftliche Genehmigung nicht gestattet.