Aktives Energiemanagement: Praxisbeispiele

Dipl.-Ing. Wolfgang Klein

Aktives Energiemanagement: Praxisbeispiele

Dipl.-Ing. Wolfgang Klein

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik

Tel: 0711 – 970 – 1757
Email: wolfgang.klein@ipa.fraunhofer.de

Motivation: Energieeffizienz in der Lackiertechnik

Extrem hoher Energieaufwand beim Lackieren

- ca. 50 % des gesamten Energieeinsatzes zur Herstellung von Produkten entfallen auf das Lackieren
- ca. 15-20 % der Lackierkosten sind Energiekosten
- Beispiel: Mit der jährlichen Wärmeenergie für die Belüftung von 1 m2 Spritzkabinenfläche von ca. 46.000 kWh können mehrere Einfamilienhäuser beheizt werden
  (3-Schichtbetrieb, Befeuchtung auf 65 % rel. Luftfeuchte)
- Karosserieherstellung in der Automobilindustrie:

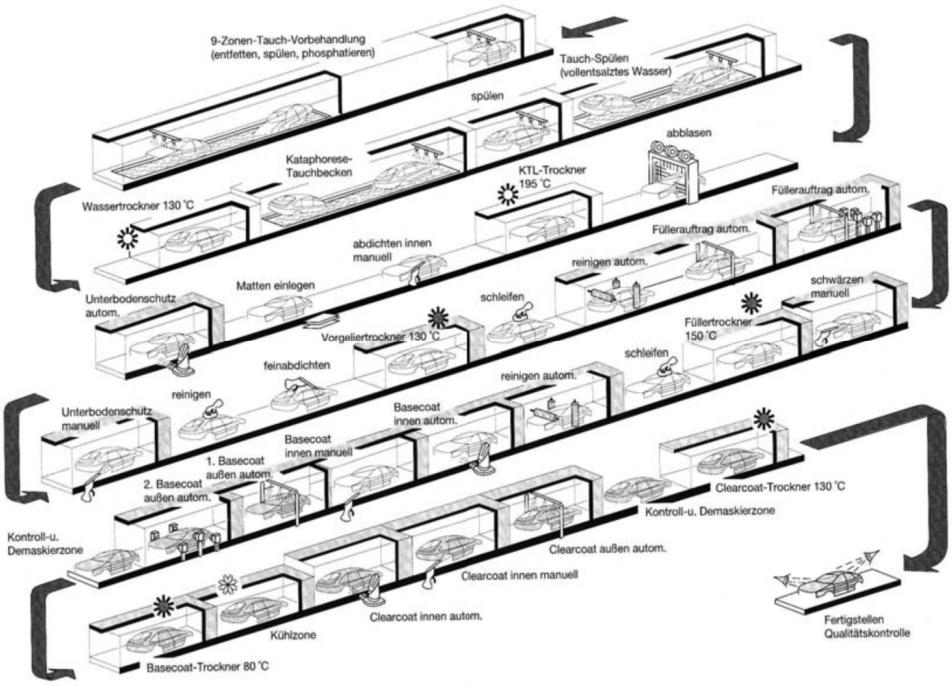
Produktionsbereich	Strom (ca.)	Wärme (ca.)
Lackierung	45 %	85 %
Rohbau	35 %	8 %
Montage	20 %	7 %

Quelle: Vortrag DFO-Tagung, 2006

Gründe zur Energieeffizienz in der Lackiertechnik

Mehrfaches Aufheizen einer Karosserie:

1.Spritzvorbehandlung	60 °C
2.Haftwassertrocknung	130 °C
3.KTL-Trocknung	195 °C
4.Vorgeliertrocknung	130 °C
5.Füllertrocknung	150 °C
6.Basecoat-Trockner	80 °C
7.Clearcoat-Trockner	130 °C



Begrenzende Faktoren zur Energieeinsparung

- Gesetzliche Anforderungen an Arbeitssicherheit und Umweltschutz
  - VOC-Verordnung (31. Bundesimmissionsschutzverordnung)
  - Betriebssicherheitsverordnung
  - Begrenzung der Reduzierung von Luftmengen oder Prozesstemperaturen hinsichtlich
    - Explosionsschutz (Mindest-Frischluftstrom)
    - Arbeitsschutz (Mindest-Luftsinkgeschwindigkeit)
- Prozess- und Beschichtungsqualität
  - Vermeidung erhöhter Ausschuss- und Nacharbeitsquoten
  - Vermeidung erhöhter Anlagenverschmutzung
  - Vermeidung verkürzter Reinigungs- und Wartungsintervalle

Kennen Sie Ihren Energieverbrauch?

Wichtig: Zuordnung der Energieverbrauchswerte!

Thermische Energie (aus Erdgas oder Heizöl)

- Erwärmung flüssiger Medien (z.B. Vorbehandlung)
- Erwärmung der Zuluft von Spritzkabinen
- Beheizung von Trocknern, Verbrennung von Lösemitteln

☞ Stellen Sie den zeitlichen Verlauf des Energiebedarfs fest, z.B. durch Zähler für Gas-, Ölmengen sowie Betriebsstunden

Elektrische Energie

- Antrieb für Pumpen, Ventilatoren, Druckluftkompressoren, Fördererantriebe
- Beleuchtung
- Bei ETL-Anlagen für Lackabscheidung

☞ Energieverbrauchsdaten können Sie aus Nennleistungen, Durchschnittsleistungen und Betriebszeiten entnehmen

Identifizierung von Energietreibern durch Momentaufnahme

Stromzange (1phasig)

Quelle: PCE

Leistungsmessgerät (3- bzw. 4-phasig)

Quelle: PCE

Typenschild

Wärmebildkamera

Quelle: Raytec

Flügelradanemometer

Quelle: Höntzsch

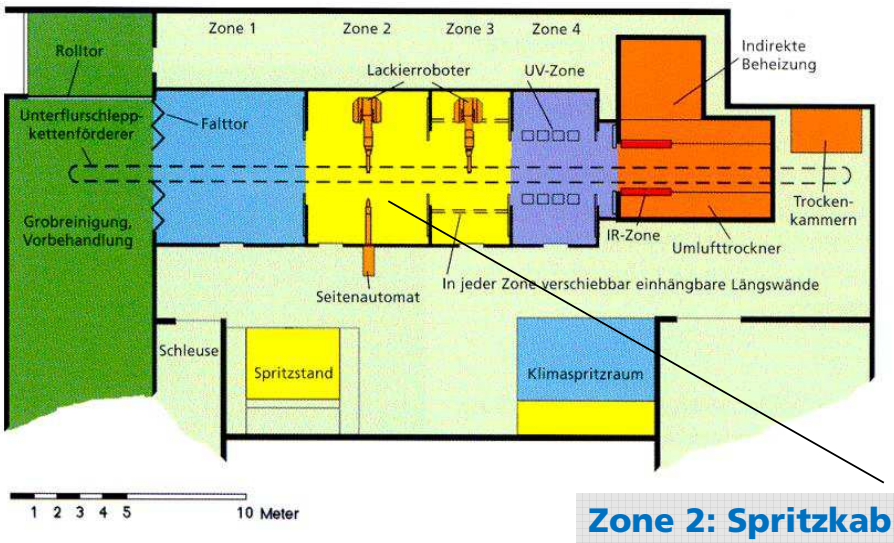
Berührungslose Temperaturmessung

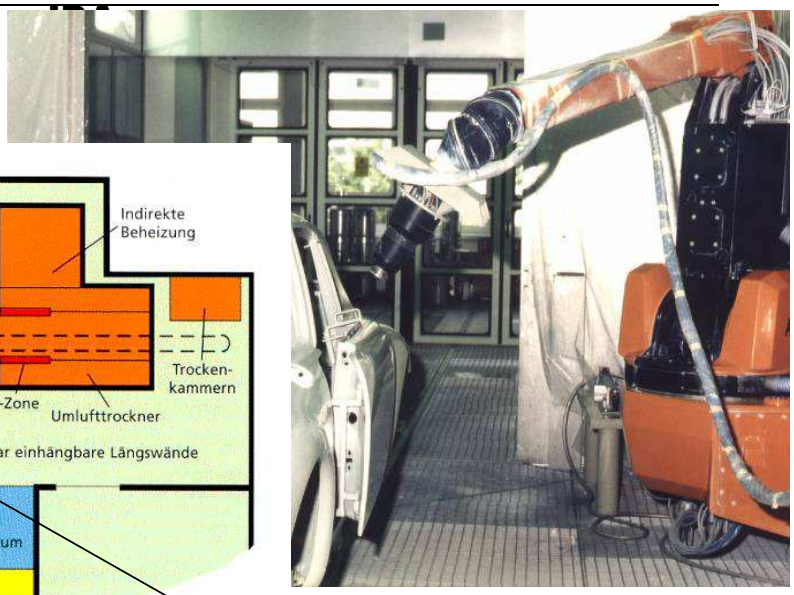
Quelle: Raytec

Diagnose des Energieverbrauchs: IST-Zustandsaufnahme

- Erfassung der Betriebszustände
- Temporäre Messungen des Energieverbrauchs von Heizeinrichtungen und Antrieben
- Temporäre Messungen der Energieverluste (Abluft, Abgas, Schleusen)
- Momentaufnahme der Produktionsleistung (Massen-, Flächendurchsatz)
- Erfassung von installierten Energieeinsparungs-Maßnahmen (Wärmerad, Frequenzumformer)

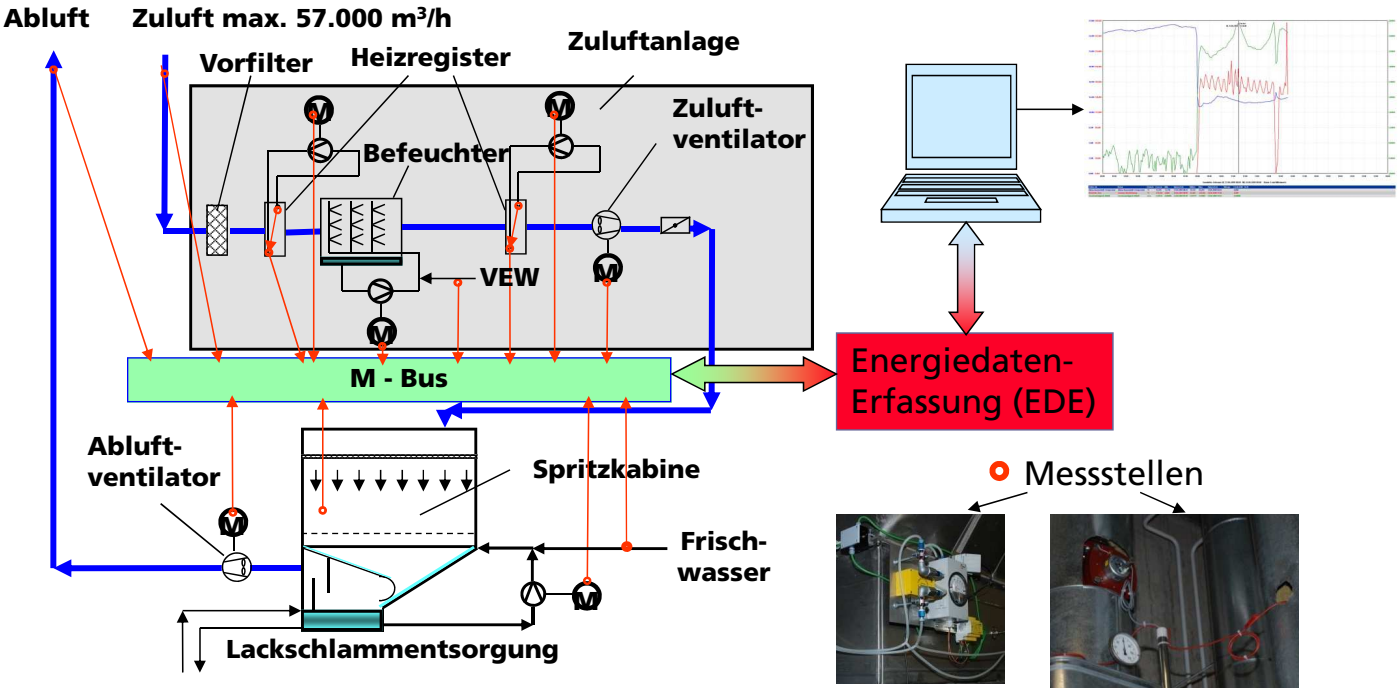
Auswahl für Monitoringsystem: Lackiertechnikum am Fraunhofer IPA



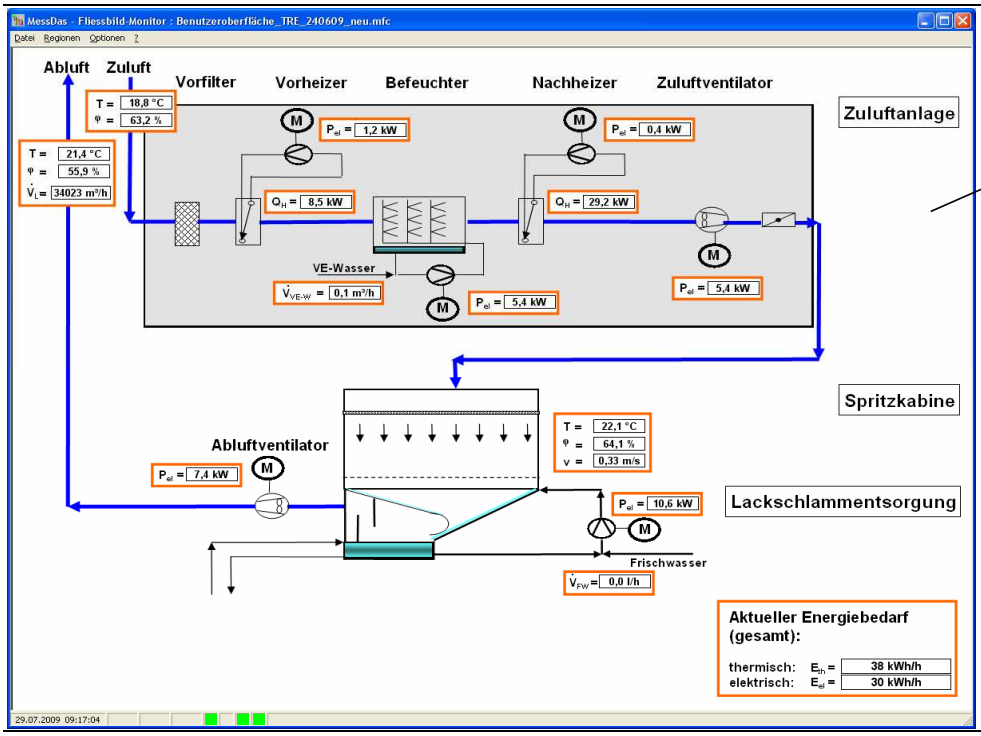


Zone 2: Spritzkabine mit Nassauswaschung

Praxisbeispiel: Einrichtung eines Monitoringsystems



Erfassung von aktuellen Energieverbrauchswerten im Fließschema

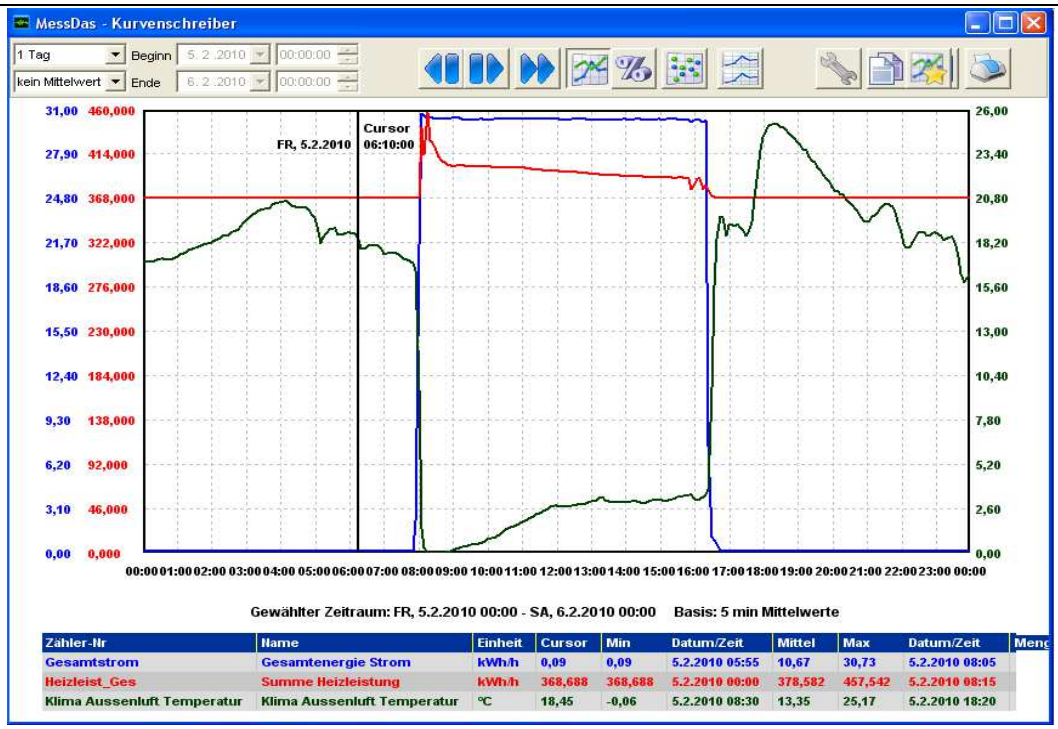


Screenshot

TEEM Total Energy Efficiency Management

Fraunhofer IPA

Verlauf ausgewählter Energieverbrauchswerte für weitere Auswertung



Zähler-Nr	Name	Einheit	Cursor	Min	Datum/Zeit	Mittel	Max	Datum/Zeit	Meng
Gesamtstrom	Gesamtenergie Strom	kWh/h	0,09	0,09	5.2.2010 05:55	10,67	30,73	5.2.2010 08:05	
Heizleist_Ges	Summe Heizleistung	kWh/h	368,688	368,688	5.2.2010 00:00	378,582	457,542	5.2.2010 08:15	
Klima Aussenluft Temperatur	Klima Aussenluft Temperatur	°C	18,45	-0,06	5.2.2010 08:30	13,35	25,17	5.2.2010 18:20	

TEEM Total Energy Efficiency Management

Fraunhofer IPA

Ableitung von Optimierungsmaßnahmen aus dem Monitoring

- Bewertung von Einsparungen nach Umrüstungsmaßnahmen (Einbau von Rückgewinnungssysteme, wie Wärmetauscher usw.) über definierte Zeiträume, bisher erfolgte die Bewertung nur auf der Basis von Momentaufnahmen
  - Überprüfung von Herstellerangaben zu garantierten Wirkungsgraden
  - Gesicherte Aussagen über die Wirtschaftlichkeit (Amortisationszeit, CO_2-Minderung, ROI usw.)
  - Feststellung von Wärmequellen und –senken zur Auslegung von Rückgewinnungssystemen

- Auswirkung von Abschaltung oder „Standby-Schaltung“ in Betriebspausen
  - Energieverbrauch für Aufheizvorgänge,
  - Stabilisierung von Prozessparametern

Ableitung von Optimierungsmaßnahmen aus dem Monitoring

- Gewinnung von produktbezogenen Energieverbrauchswerten als Ergänzung zu bisherigen Produktionsdaten als Datenbasis für Optimierungen
  - Senkung des Energiebedarfs durch optimierte Anlagensteuerung
  - Anpassung der Energieaufnahme an die aktuell geforderte Leistung (konkret: Kopplung Trocknerabluftmenge an die SPS der Lackieranlage, frequenzgeregelte Steuerung elektrischer Antriebe)
  - Optimierte Auftragssteuerung (Bildung von Auftragsblöcken zur Vermeidung von Leerläufen)
  - Zeitversetztes Anfahren von Anlagenkomponenten (z.B. Anfahren von Waschmaschinen und Trockner erst wenn Teile anfallen)
  - Erfassung von Energieverbrauchsmengen pro beschichtetes Teil (auch für Ökobilanz)

Ableitung von Optimierungsmaßnahmen aus dem Monitoring

- Analyse der Verbrauchsstruktur an der Spritzkabine Zone 2
  - Trotz hoher Außentemperatur schaltet das Nachheizregister ein
  - Ursache ist die Regelung des Spritzkabinenklimas über den Taupunkt
  - Berechnungen mit Hilfe des Hx-Diagramms ergaben, dass durch eine Regelung der Befeuchtung eine Energieersparnis von mindestens 6,2 % erreicht wird
  - Die Kosten für eine Umrüstung der Steuerung wird auf ca. € 6.000,--, die Einsparung auf ca. € 1.500,--/a geschätzt

Auswirkung von Optimierungsmaßnahmen auf den Energieverbrauch

Maßnahme	Auswirkung	Energieeinsparung
Reduzierung der Zulufttemperatur von 22 °C auf 20 °C	Erweiterung des Prozessfensters von Lacksystemen	9 % thermisch
Reduzierung der rel. Luftfeuchtigkeit von 60 % auf 40%	Erweiterung des Prozessfensters von Wasserlacksystemen	19 % thermisch
Reduzierung der Luftsinkgeschwindigkeit von 0,5 auf 0,3 m/s	Einsatz von Overspray reduzierte Lackapplikationsverfahren	40 % thermisch 35 % elektrisch
Einsatz von IE 3-Motoren	Umrüstung	8 % elektrisch
Einsatz eines Wärmerads zur Zuluftvorwärmung	Nutzung der Abluftwärme zur Vorheizung der Zuluft	60 % thermisch -10 % elektrisch (Mehrverbrauch)
Umrüstung auf eine Umluftanlage	Derzeit werden neue Trockenabscheidungssysteme entwickelt, wodurch der Umluftbetrieb wirtschaftlich wird.	80 % thermisch

Praxisbeispiel:
Planungsmethode zur Ressourcen-/Energieeffizienz

Anwendung des VDMA Einheitsblatts 24 378 bei der Neuplanung von Lackieranlagen

- Einheitliche und anlagenspezifische Berechnungshilfe für die Prognose des Energieverbrauchs von Lackieranlagen
- Berücksichtigung der Interessen von Anlagenanbietern /-betreibern
- Berücksichtung/Einbindung der Einflussfaktoren der Energieeffizienz in die Verkaufsverhandlungen
- Detaillierte und vergleichbare Prognose des Energieverbrauchs der angebotenen Anlagenkonzepte
- Berücksichtung des Anteils einzelner Betriebszustände an der Gesamtbetriebszeit (z.B. Referenzbetrieb / Teillast / Volllast / Stand-by)
- Berücksichtigung des Energieverbrauchs als Teil der Lebenszykluskosten einer Anlage bei der Betrachtung der Gesamtkosten

Praxisbeispiel:
Umsetzung neuer Energiesparmaßnahmen bei einem Lohnbeschichter

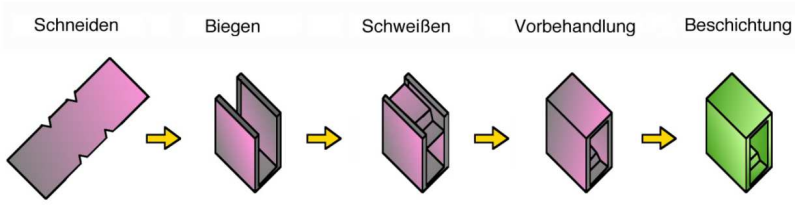
Anlagenteil	Maßnahmen	Auswirkung auf Energieeinsparung	Energieeinsparung (MWh/a)	Minderung CO_2-Emission (t/a)
Spritz-vorbehandlung	Frequenzregelung für Motoren der Spritzpumpen	Ersatz der energievernichtenden Drosselklappen durch Drehzahlregelung der Pumpen	13,2	8,5
Haftwasser-trockner	Einbau von Luftschleusen	Reduzierung von Wärmeverlusten an den Materialöffnungen	117,7	34
	Lichtschrankengesteuerte Öffnung der Schiebetore		49,4	9,3
	Verlängerung des Trockners und damit der Trocknungszeit	Reduzierung der Betriebstemperatur von 140 °C auf 120 °C	20,9	6,9
	Wärmerückgewinnung aus dem Brennerabgas (Heizöl)	Rückgewinnung der Wärme durch Luft-/Wasser-Wärmetauscher zur Einspeisung in der Rücklauf der Badbeheizung für die Vorbehandlung	24,9	8,2
Aushärteofen	Wärmebox für Rückgewinnung der Werkstückwärme nach der Aushärtung		ca. 8	ca. 2,6
	Wärmerückgewinnung aus dem Brennerabgas (Heizöl)		39,2	13,1
Summe			**274,0**	**82,6**

Warum Pulver-Precoating?

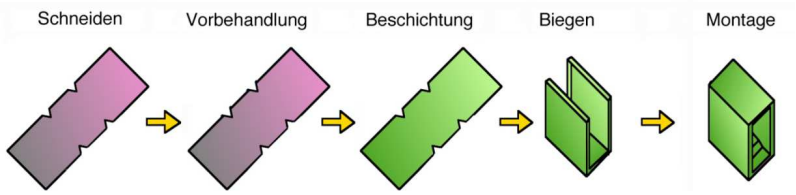
Höhere Produktivität gegenüber Stückgut-Pulverbeschichtung

- Weniger Energie-, Chemikalien- und Wasserverbrauch
- Platzsparende Anlage
- Hoher Flächendurchsatz
- Beschichtung in einem Schritt
- Weniger Überbeschichtung
- Weniger Overspray im Kreislauf
- Geringerer Personalaufwand

Stückgutbeschichtung (Post-Coating-Konzept)



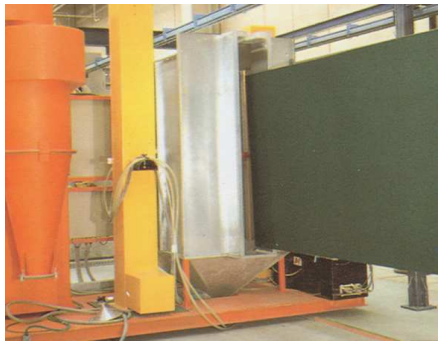
Platinen-Beschichtung (Pre-Coating-Konzept)



Bisherige Ansätze schnelle Pulverapplikation bei Coil/Platinen

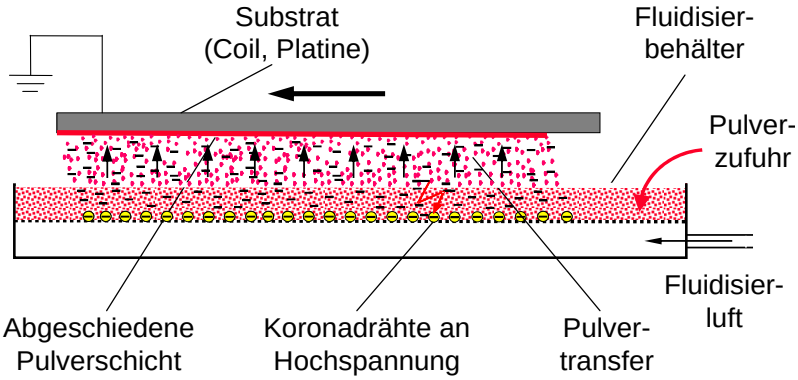
Elektrostatische Pulversprühanlagen (EPS)

- für Coil und Platinen geeignet
- max. Durchlaufgeschwindigkeit ca. 20 m/min
- hoher Energieverbrauch
- starke Schichtdickenschwankungen
- voluminöse Absauganlage, hohe Investkosten
- aufwendiger Farbwechsel

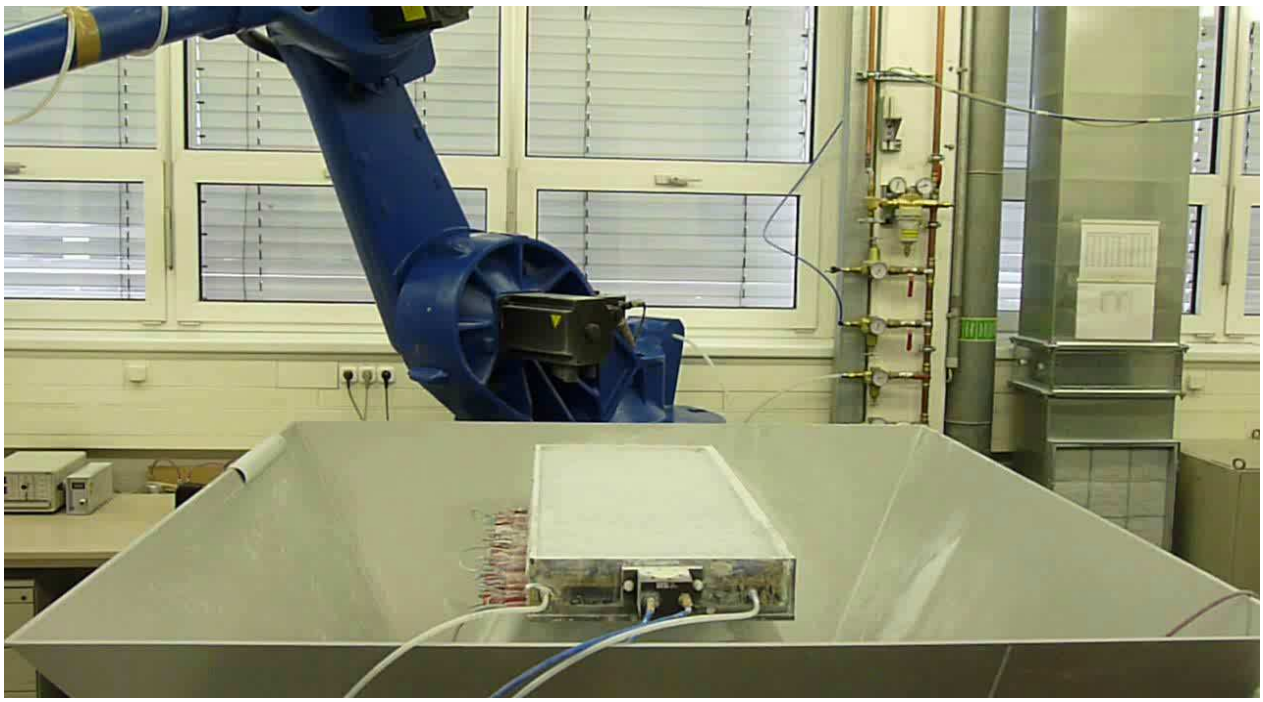


Praxisbeispiel:
Pistolenlose TransApp-Technik für energieeffiziente Pulverbeschichtung

- Druckluftverbrauch ca. 1/3 einer vergleichbaren EPS-Anlage mit Pistolen
- Absaugleistung weniger als 1/3 einer vergleichbaren EPS-Anlage mit Pistolen
- Extrem kompakte Anlagentechnik
- Fördergeschwindigkeit bis > 2 m/s möglich
- Gleichmäßige Schichtdicken (keine Lackierbahn-überlappung)
- Hohe Flexibilität bezüglich Pulverlackeigenschaften (Dünnschichtpulver möglich)



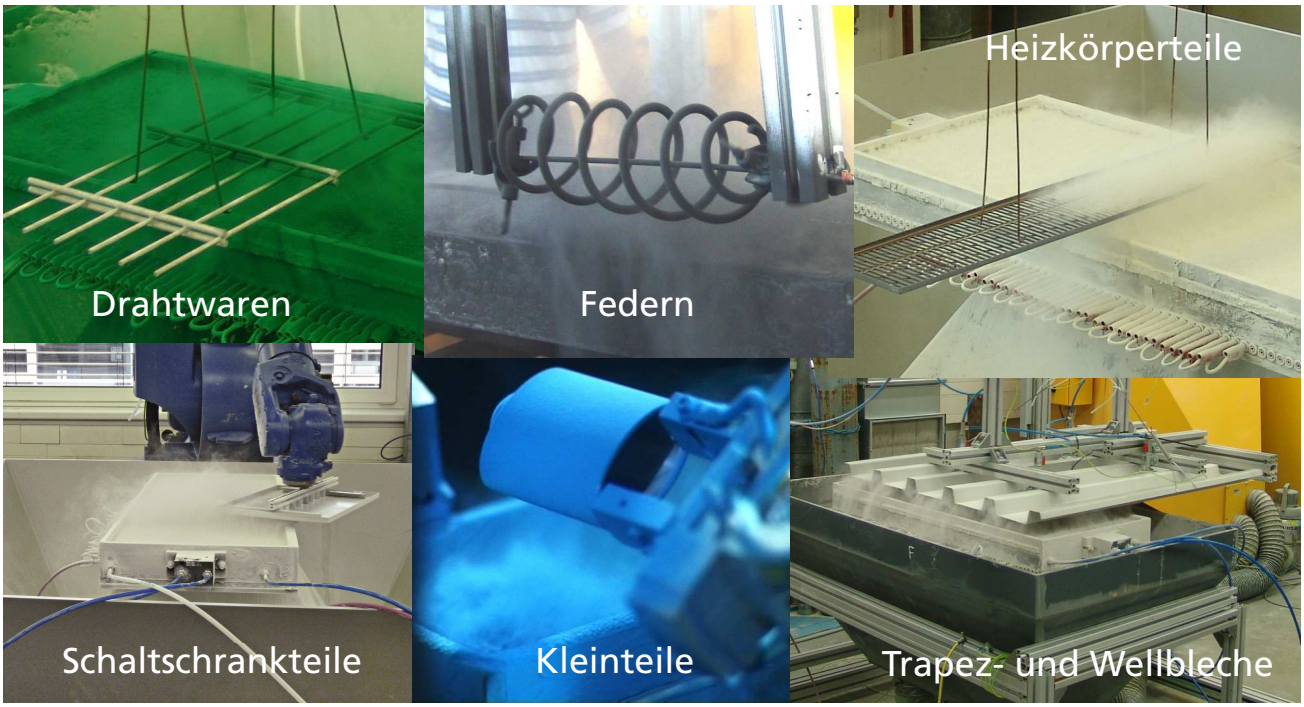
Pistolenlose Pulverlackapplikation mit dem TransApp-Verfahren



Pistolenlose Pulverlackapplikation mit dem TransApp-Verfahren

Marktpotenzial pistolenlose Pulverbeschichtung von Coil und Platinen

Pistolenlose Pulverbeschichtung von 3-D-Teilen (Beispiele)



Stuttgarter
Produktionsakademie

ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION

METHODEN, WERKZEUGE UND PRAXISBERICHTE ZUR NACHHALTIGEN SENKUNG DES RESSOURCENVERBRAUCHS

Seminar **SPA 073**
3. April 2014
Stuttgart