

A large, red, faceted sphere, resembling a gemstone or a complex geometric shape, is positioned on the left side of the slide. It has many flat, triangular and quadrilateral faces that create a complex, crystalline structure. The sphere is rendered with a gradient of red colors, from dark red on the left to lighter red on the right, giving it a three-dimensional appearance. It casts a soft shadow on the white background below it.

Roboter gestützte Automatisierung in der Profilumantelung

**Dr.-Ing. Daniel Muhle
Düspohl Maschinenbau GmbH,
Schloss Holte - Stukenbrock**

- **Das Unternehmen**
- **Was ist Profilmantelung?**
 - Status quo
 - Warum Automatisierung?
- **Roboterassistierte Automatisierung**
 - 19 Roboter und 60 Antriebe
- **Zusammenfassung**



- Gegründet 2003
- 38 Mitarbeiter
- 8,5 Millionen € Jahresumsatz 2014
- Schwerpunkte
 - Anlagen für die Profilmantelung
 - Anlagen für die Flächenkaschierung
 - Sägen, Fräsen, Primerstation, Kleberschmelzer, etc.



Kunden & Ihre Produkte – Möbelindustrie



Bild: <http://www.ikea.com/>



Bild: <http://www.heckewerth.de/>



Bild: <http://www.bmu-brinkmann.de/>



Kunden & Ihre Produkte – Fensterprofile



Bild: <http://www.rehau.com/>

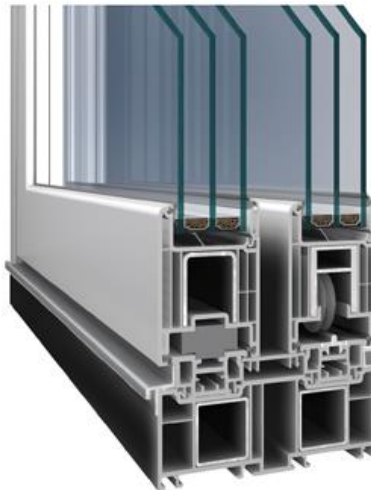


Bild: <http://www.siems-fenster.de/>

SCHÜCO



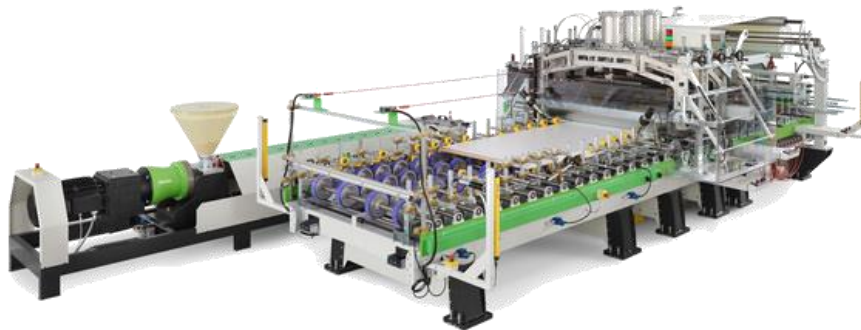
Bild: <http://www.schueco.com/>



Unsere Produkte: Ummantelung



MultiWrap: Fenster-/Holzprofile



WideWrap: Flächenkaschierung



RoboWrap: Automatisierung der
Profilummantelung



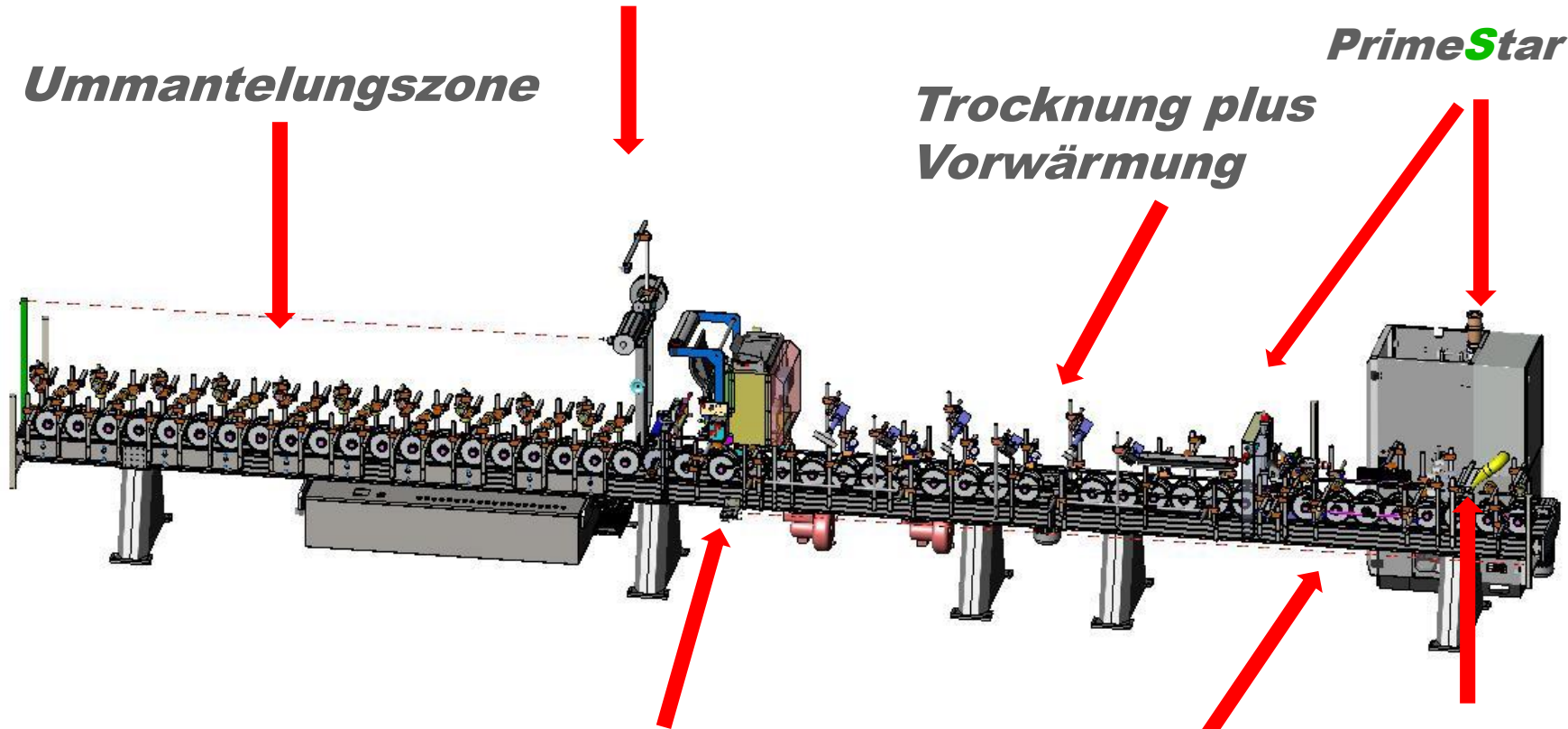
Konventionelle Ummantelungsanlage

Folienabwicklung

Ummantelungszone

*Trocknung plus
Vorwärmung*

PrimeStar



*Klebstoffauftrag
plus Aufschmelzer*

Vorwärmung Reinigung



Warum Automatisierung?

- Buzzword: **Industrie 4.0**
 - Individualisierte Produktion
 - Fertigung von Kleinstserien
- 
- Bild: <http://www.lieblinger.de/>
- 100 % Kontrolle des Prozesses / der Ergebnisse
 - Integration mit anderen Geschäftsprozessen
 - Automatisierte Betriebsdatenerfassung



Warum Automatisierung?

- Buzzword: **Industrie 4.0**
 - Individualisierte Produktion
 - Fertigung von Kleinstserien
- 
- Bild: <http://www.lieblinger.de/>
- 100 % Kontrolle des Prozesses / der Ergebnisse
 - Integration mit anderen Geschäftsprozessen
 - Automatisierte Betriebsdatenerfassung



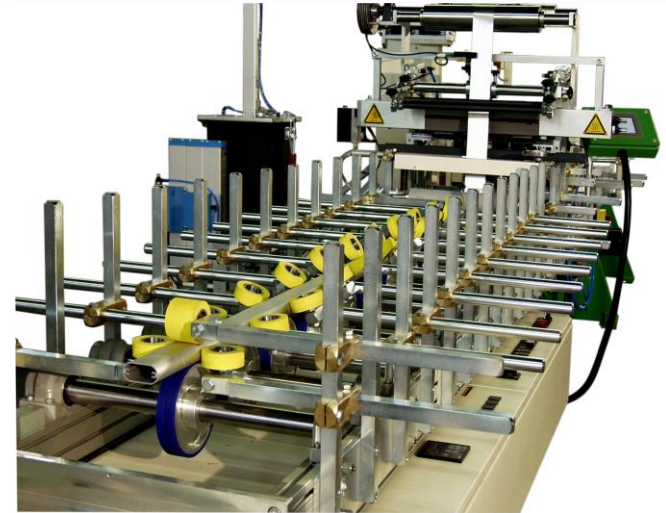
Herausforderungen Individueller Produktion

- Rüstzeiten bei Profil-/Dekorwechsel verkürzen
- Reproduzierbarkeit sicherstellen
- Prozesssicherheit



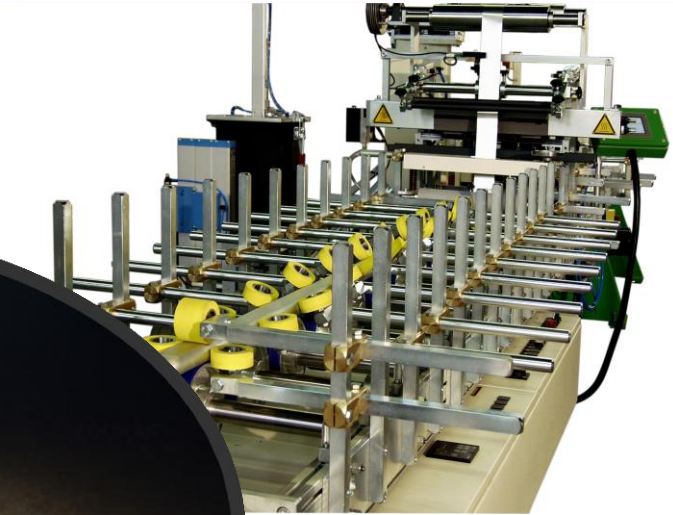
Herausforderung Rüstzeit

- Manuelle Justage von 20-60 Andruckrollen
- Vier Freiheitsgerade
 - Horizontal, vertikal,
 - 2 Winkel
- Erfordert viel Erfahrung
- Rüstzeit abhängig von Komplexität der Profile



Herausforderung Rüstzeit

- Manuelle Justage von 20-60 Andruckrollen
- Vier Freihandstellungen
 - Horizontal
 - 2 Winkel
- Erfordert viel Erfahrung
- Rüstzeit abhängig von Komplexität der Profile



Video Rüstvorgang



Herausforderung Reproduzierbarkeit

Reproduzierbarkeit meint:

- Identische Ausrichtung/Position aller Andruckrollen bei erneutem Einrüsten
- Nachführen der Andruckrollen bei Verschleiß (flächen-/linienhaft)
- Identische Ausrichtung aller übrigen Anlagenteile

➤ **Manuell nur sehr schwer realisierbar**



Lösungsansatz Automatisierung

- Manuelle Justage der Andruckrollen erfordert viel Erfahrung
- Reproduzierbare Einstellung manuell kaum möglich

Idee: Industrieroboter positionieren Andruckrollen



Vorteile der Industrieroboter

- Reproduzierbare Bewegungsabläufe
- Hohe *relative* Genauigkeit bei der Positionierung
- Können parallel bewegt werden

Großes Potential für Optimierung der Rüstzeit und Reproduzierbarkeit



Übersicht Robowrap



- 19 Roboter
- 3 Magazine
- 250 Rollen
- 3 Laserscanner
- >50 Antriebe



Überblick Einrüstvorgang



Roboter haben Andruckrollen aus Magazin entnommen



Überblick Einrüstvorgang



Anfahrt Zielposition: Drehungen vorbereiten



Überblick Einrüstvorgang



Anfahrt Zielposition: Roboter drehen sich



Überblick Einrüstvorgang



Anfahrt Zielposition: Vorposition anfahren



Überblick Einrüstvorgang



Anfahrt Zielposition: Mittlere Roboter fahren Zielposition an



Überblick Einrüstvorgang



Alle Roboter auf Zielstation



Video Rüstvorgang



Herausforderungen in der Ummantelungszone

- 19 Roboter (Weltrekord?)
- Sehr beengter Raum
 - Roboter müssen sich ausweichen
- Kollisionsvermeidung
 - Kollisionen zwischen Robotern, Profil und Maschine
- Kontakt mit Profil um Druck zu erzeugen
- Absolute Orientierung ${}^M T_R$ notwendig
 - Orientierung zwischen Roboter- und Maschinenkoordinatensystem



Zusammenfassung I

- Rüstvorgang bei der Profilmantelung beinahe zu 100 % automatisiert
- Entscheidung für den Erfolg war:
 - Entwicklung des Verfahren zur Bestimmung der Absoluten Orientierung und der Roboterkalibrierung
 - Kontinuierliche Selbstüberwachung um Drift der Roboter durch Belastung zu erkennen



Zusammenfassung II

- Verschiedenste Kenntnisse aus dem Studium hilfreich
 - Geodätische *Best Practices*
 - Gefühl für Fehlerfortpflanzung
 - Koordinatentransformationen
 - Ausgleichungsrechnung
 - Verarbeitung geometrischer Massendaten
- Kombination der Kenntnisse in einem Studiengang macht Geodäsie / Geoinformatik zu etwas Besonderem

