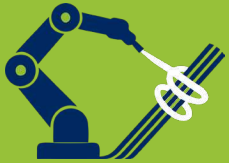


FAPS



Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

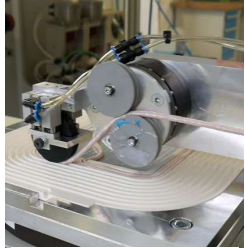

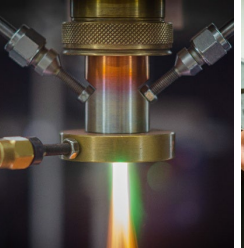

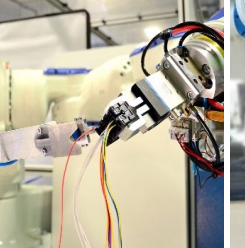
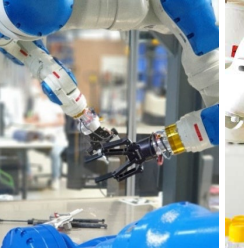


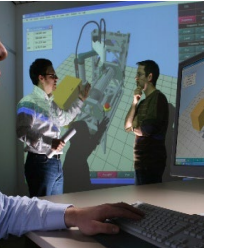






Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Re-Thinking Wire Harness Manufacturing

Sprühumhüllen als effizienter Weg zur robotergerechten
Umhüllung

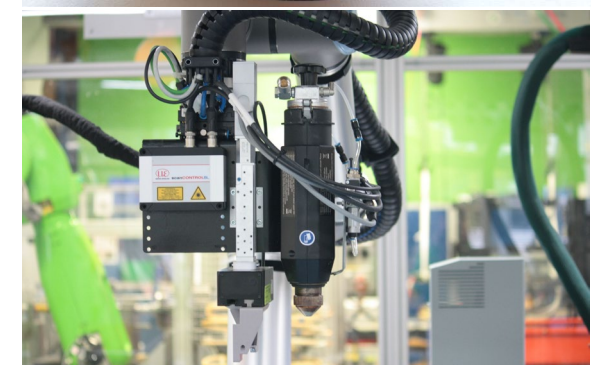
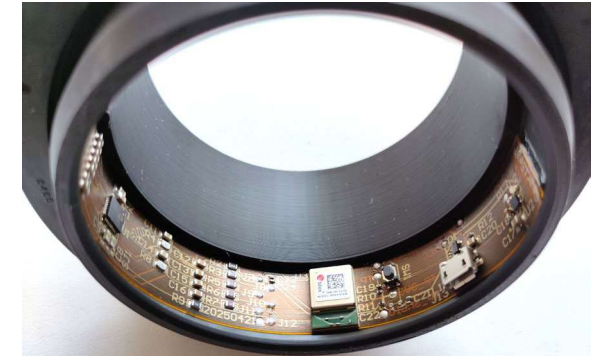
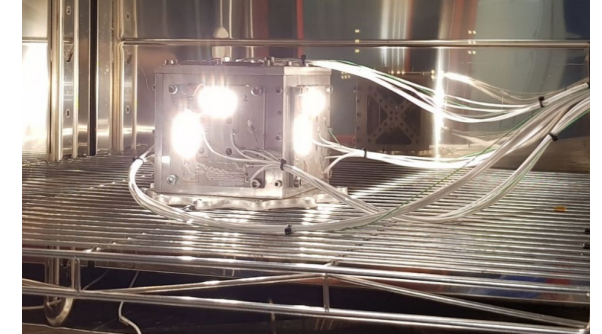
Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik ist in drei Forschungssektoren und neun Forschungsbereichen an drei Standorten untergliedert.

| Antriebsstrang Prof. Dr. Florian Risch | | | Kontaktierung & Robotik Prof. Dr. Jörg Franke | | | Digitale Fabrik & Medizintechnik Prof. Dr. Jens Fürst | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|
| Electric Road Systems | Elektromaschinenproduktion | Batteriemontage | Elektronikproduktion | Signal- und Leistungsvernetzung | Robotik | Medizintechnik | Automatisierungstechnik | Engineering-Systeme |
| M. Seidenath | T. Ihne | Dr. Risch | Dr. Ockel | Dr. Bründl | Dr. Reitelshöfer | J. Walter | T. Reichenstein | M. Schobert |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | |  | | |  | | |
| Hallstadt | Auf AEG Nürnberg | | | | | Südgelände Technische Fakultät Erlangen | | |
| Dr. Jochen Lorz / Akademischer Geschäftsführer & Prozessexzellenz | | | | | | | | |

Der additiven Fertigung treu: von der Herstellung eines 3D-MID für die Luftfahrt über AME für sensorintegrierte Maschinenelemente zum Polymerauftrag auf dem Leitungssatz.

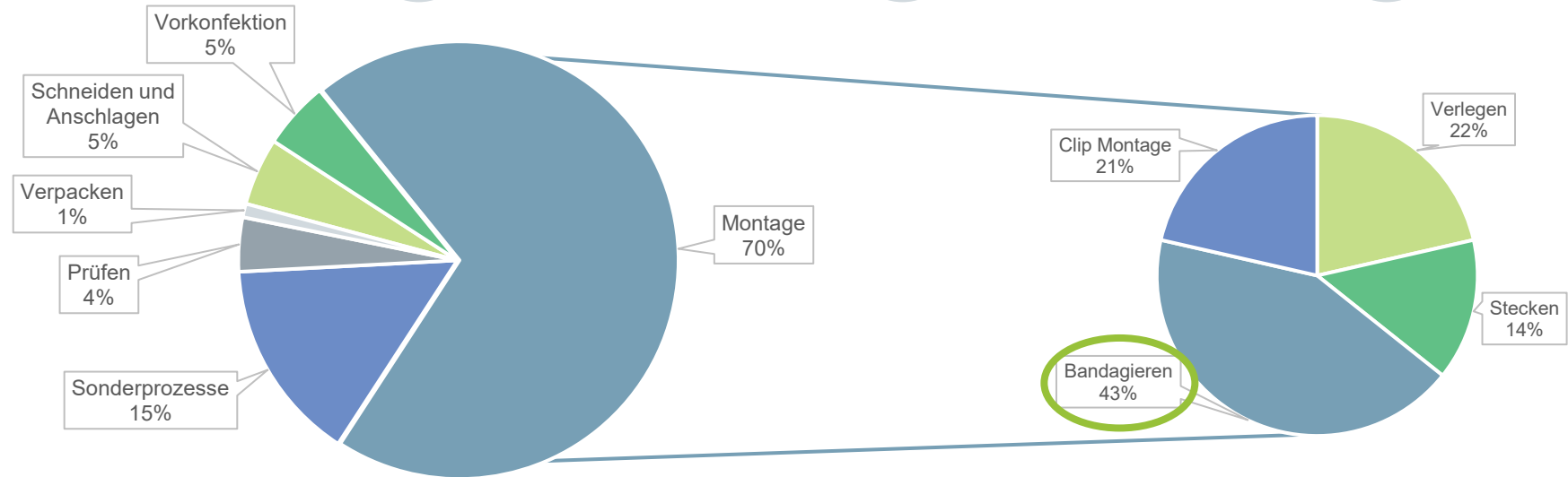
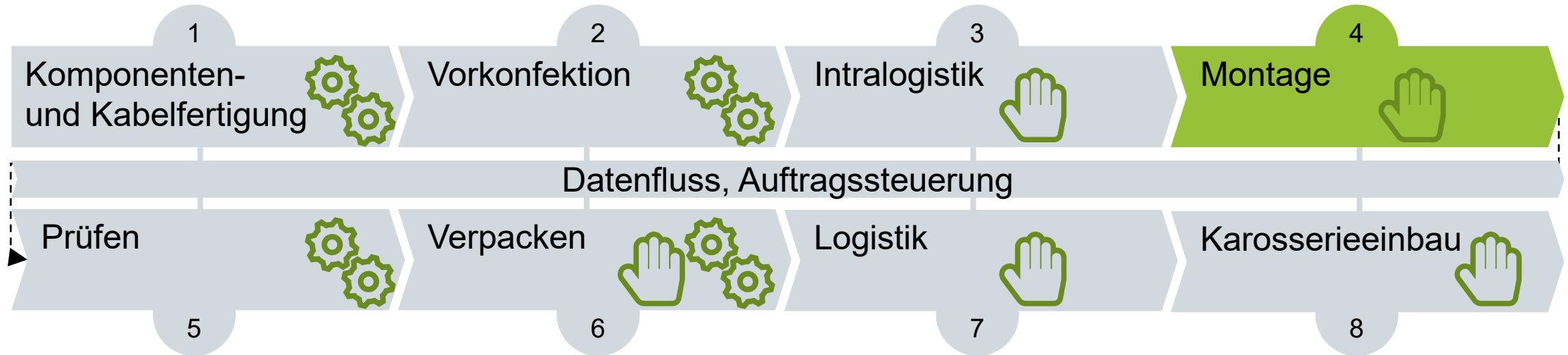


- Seit 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl
- Bachelor Systems Engineering, Master Fahrzeugtechnik
- Forschung:
 - Effekt: vollständig additive Herstellung einer Passenger Service Unit für kommerzielle Luftfahrt
 - Smart Seal: Entwicklung einer Elektronik für die Messung der Temperatur der Dichtlippe eines Radialwellendichtringes
 - Next2OEM: Entwicklung einer automatisierungsgerechten Lösung für die Bündelung und Umhüllung von Leitungssträngen
- Patente
 - EP000004188049B1: Kabelgreifer für automatisierte Schaltschrankverkabelung
 - EP000004542585A1: Sprühumhüllen
- Promotionsthema:
Evaluation einer automatisierungsgerechten Lösung zur Umhüllung von Leitungssätzen - Umhüllung mittels Sprühauftrag eines Polymers





Den größten Zeitanteil nimmt die Montage ein, welche sich in Clip Montage, Verlegen, Stecken sowie Bandagieren aufteilt.



Die Verarbeitung von Klebebändern erfolgt größtenteils in manuellen, repetitiven und für den Werker ermüdender Tätigkeit.



Quelle: Tesa

Klebebänder sind Stand der Technik in der Umhüllung von Leitungssätzen

- Geringeres Gewicht als Wellrohre und Kabelkanäle
- Universell einsetzbar (Bündelung, Scheuerschutz, Reduktion von Klappergeräuschen)
- Große Variantenvielfalt zur Auswahl für den OEM



Quelle: Komax



Quelle: Komax

Arten der Klebebandverarbeitung

- Händisch
- Nicht angetriebene Bandagiergeräte
- Angetriebene Bandagiergeräte (Handgerät)
 - Erfordern manuelles Positionieren von Abzweigen
 - 750 mm/s oder 830 mm/s Peak
- Robotergestützt



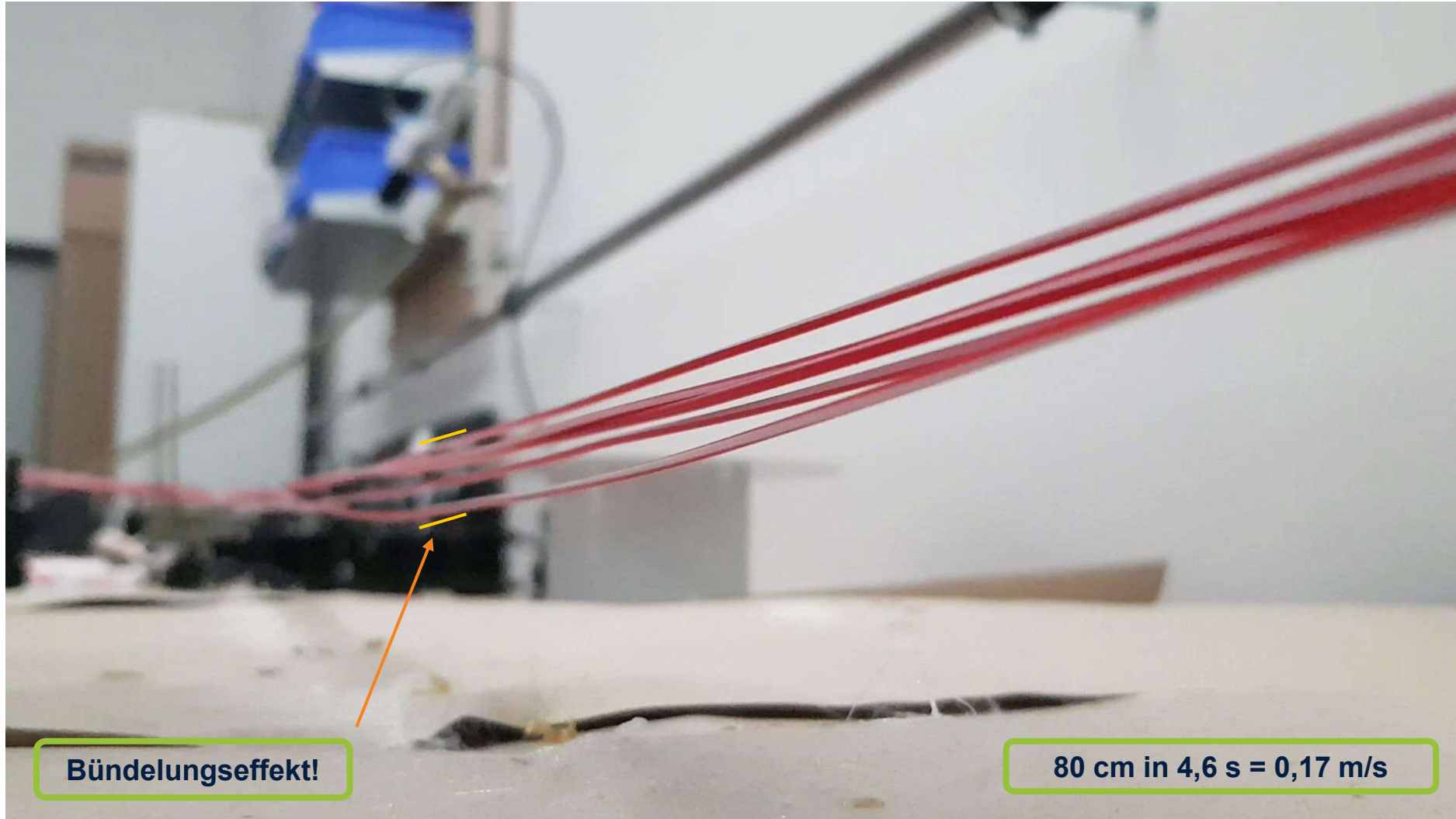
Quelle: Komax



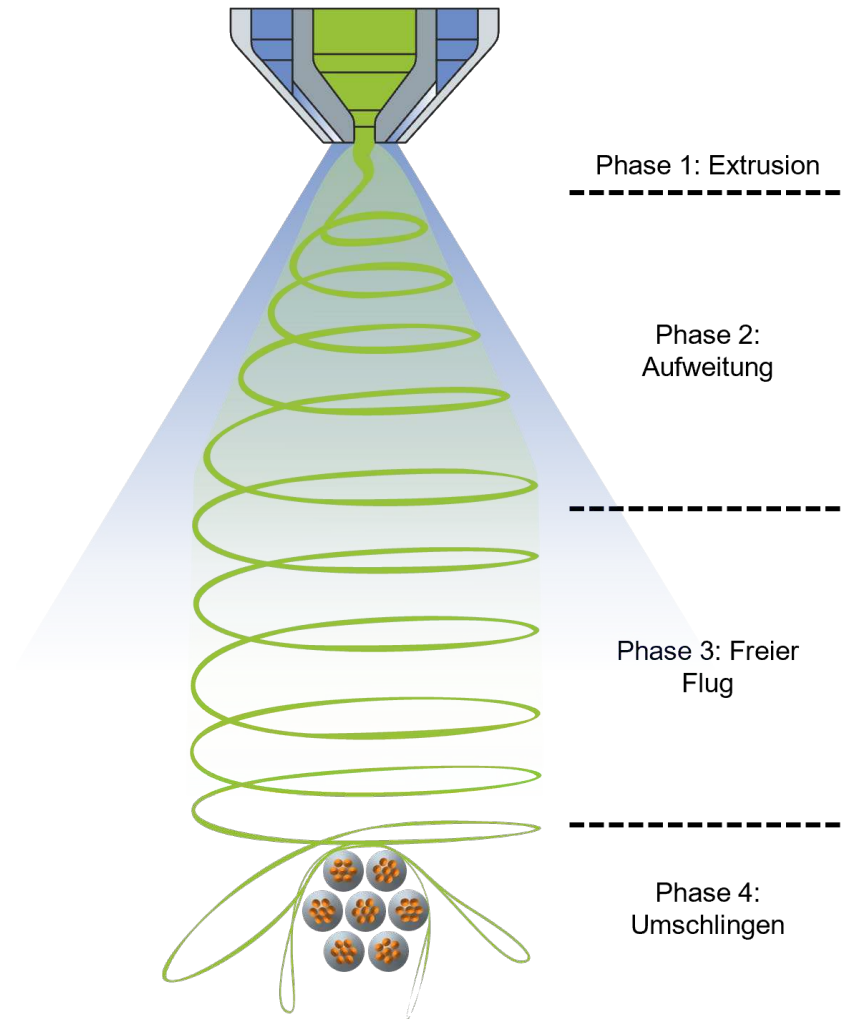
Für die Steigerung des Automatisierungsgrads im Bündeln und Umhüllen der Leitungssätze ist eine disruptive Lösung erforderlich.

| Situation | Herausforderung | Lösung |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Einzelleitungen müssen gebündelt werden, um diese besser zu handhaben und deren Position im Bauraum zu definieren. ■ Das Bündeln erfolgt heute durch Klebebänder, welche teilweise weitere Funktionen im Endprodukt übernehmen (z.B. Scheuerschutz) ■ Die Klebebänder werden vielfach manuell, teilweise mit Hilfsmitteln appliziert. <ul style="list-style-type: none"> – Elektrische Handgeräte – Tischgeräte ■ Robotergestützte Lösungen zur Tape Applikation sind eine Nischenlösung ■ Alternativen zum Tape konnten sich nicht durchsetzen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Manuelles Umwickeln ist eine anstrengende und repetitive Aufgabe ■ Handgeräte belasten Handgelenk der Nutzer ■ Manuelle Prozesse sind Fehleranfällig ■ Handling des Gesamtleitungssatzes an Tischgeräten ist umständlich ■ Einsatz von Robotern erfordert Anpassung der Verlegebretter, da Werkzeug viel Platz benötigt ■ Alternativen zum Klebeband erfordern Sonderprozesse mit ungünstigen Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> – Sprühen (> 80% Overspray) – Extrudieren (Ein- und Ausfädeln der Bündel) – Tauchen (Abtropfen des Materials) | <p>Applikation des Umhüllungs-materials durch Sprühbeschichtung direkt auf dem Bündel</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ First-Principle-Thinking: Applikation des Vlies direkt auf dem Bündel ■ Nutzung des Overspray um die Rückseite des Bündels zu beschichten ■ Erzielung einer vollständigen Umhüllung und einer Bündelung der Einzelleitungen in einem Schritt ■ Hohe Prozessgeschwindigkeit, da berührungsloses Verfahren ■ Kompakter Applikationskopf ■ Zügige Umhüllung kurzer Abschnitte |

Für eine dünne Umhüllung, zum Bündeln, wird beim Handgerät mit einer Geschwindigkeit von 0,17 m/s gesprüht.



Wissenschaftlich betrachtet kann der Prozess des Sprühumhüllens in fünf getrennte Phase eingeteilt werden.



Phase 1: Extrusion des Filaments

- Material wird durch eine Kapillare extrudiert
- Luftstrom erfasst den Strang und verstreckt ihn

Phase 2: Aufweitung der Schleifen

- Rotierender Luftstrom bewirkt eine Schleifenbildung
- Schleifen weiten sich zunehmend auf

Phase 3: Freier Flug des Filaments

Aufgrund des Kräftegleichgewichtes weiten sich die Schleifen nicht mehr weiter auf

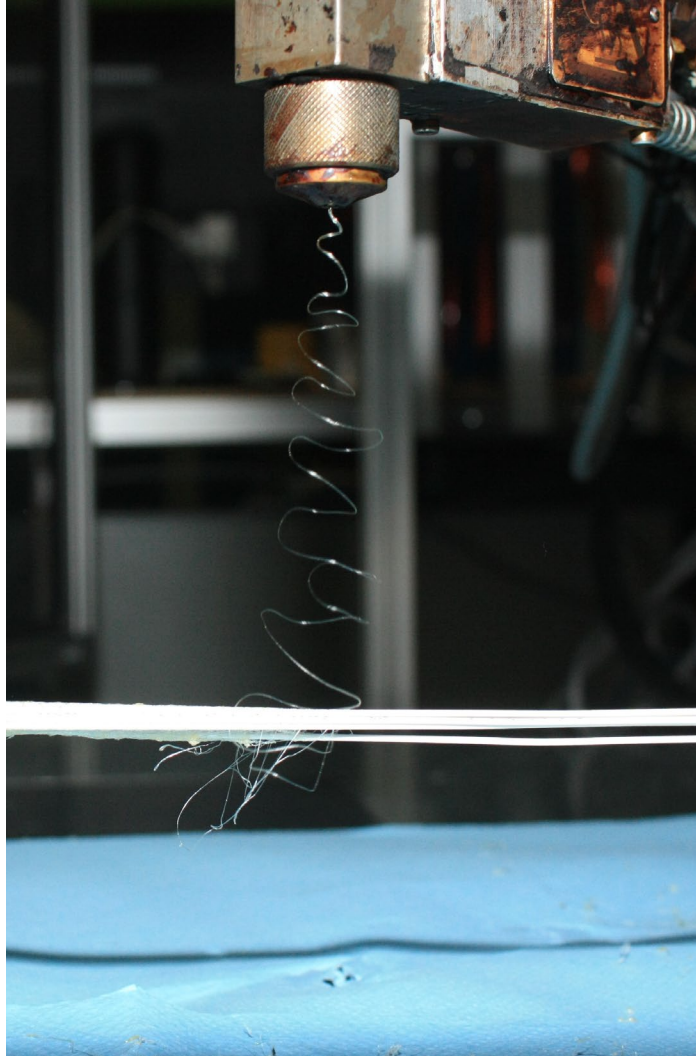
Phase 4: Umschlingen des Bündels

Kohäsion und Massenträgheit bewirken dass der „Overspray“ sich vollständig um das Bündel schlingt

Phase 5: Abkühlen und aushärten

- Polymer kühlt innerhalb von Sekunden ab
- Gebrauchsfestigkeit wird erreicht

Im Vergleich zur automatisierten Applikation von Wickelbändern zeichnet sich das Sprühmüll durch seine Simplizität aus.



Externe Materialzuführung

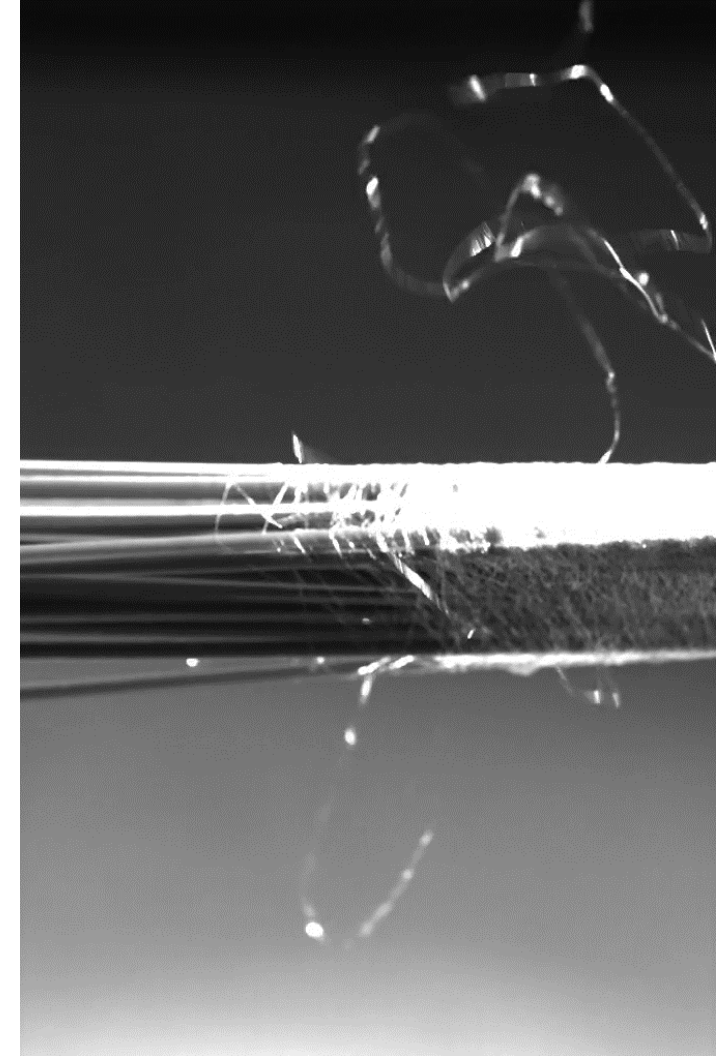
- Polymer wird über einen Schlauch und einer externen Schmelzeinheit zugeführt
- Unterbrechungsfreies Nachfüllen des Materials
- Geringes Applikatorgewicht

Berührungsfreier Prozess

- Düse bewegt sich außerhalb des Kollisionsbereichs mit den Leitungssatz und dem Formbrett
- Kein Anlagenausfall aufgrund von Kollisionen
- Mindestens 10 cm Abstand zwischen Formbrett und Bündel

Niedrige Taktzeit

- Start Auftrag: 0,5 s
- Strecke: 80 – 250 mm/s
- Stop Auftrag: 0,2 s





Ziel der Forschung an der Alternativen Umhüllung ist es ein zum Tapen konkurrenzfähiges Verfahren in der Industrie zu etablieren.



Einsatzorte: Leitungssatz im Automobil, LKW, Flugzeug, Schiff, weiße Ware, Maschinenbau...

Die Umhüllung von Leitungssätzen bietet im Vergleich zur automatisierten Applikation von Wickelbändern entscheidende Vorteile.

Potenziale:

- Reduktion der Zyklus- und Nebenzeiten
- Variantenreduktion in der Materialbeschaffung
- Geringerer Wartungsaufwand und Komplexität des Applikators
- Robust gegenüber Lagetoleranzen des Leitungssatzes
- Niedrige Anschaffungskosten
- Simple 2D Pfadplanung
- Prozessüberwachung mittels Thermografie

Vorteile gegenüber bisherigen Alternativen:

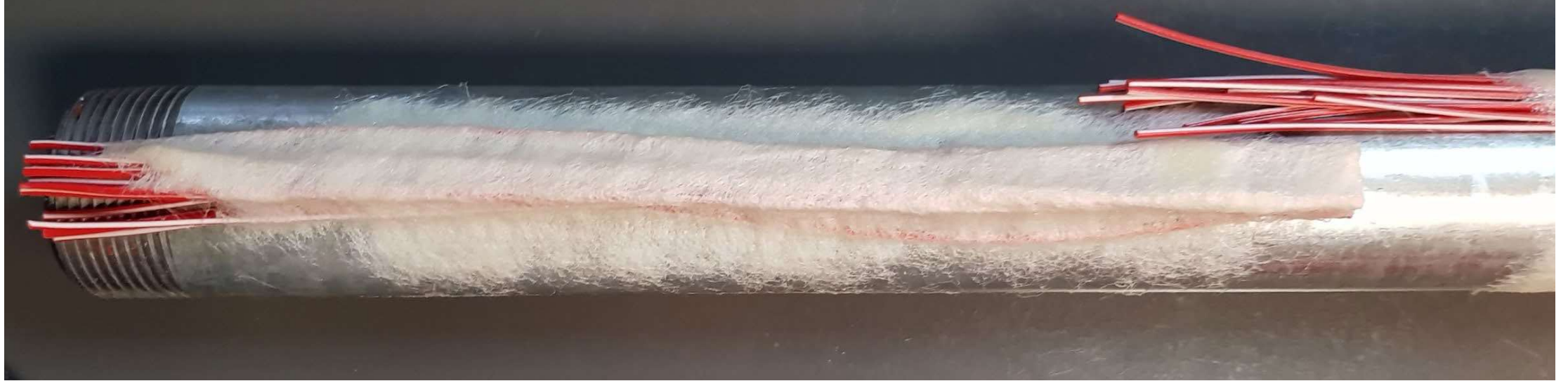
- Frei von Lösemitteln
- Schnelle Aushärtung
- Geringer Materialverlust

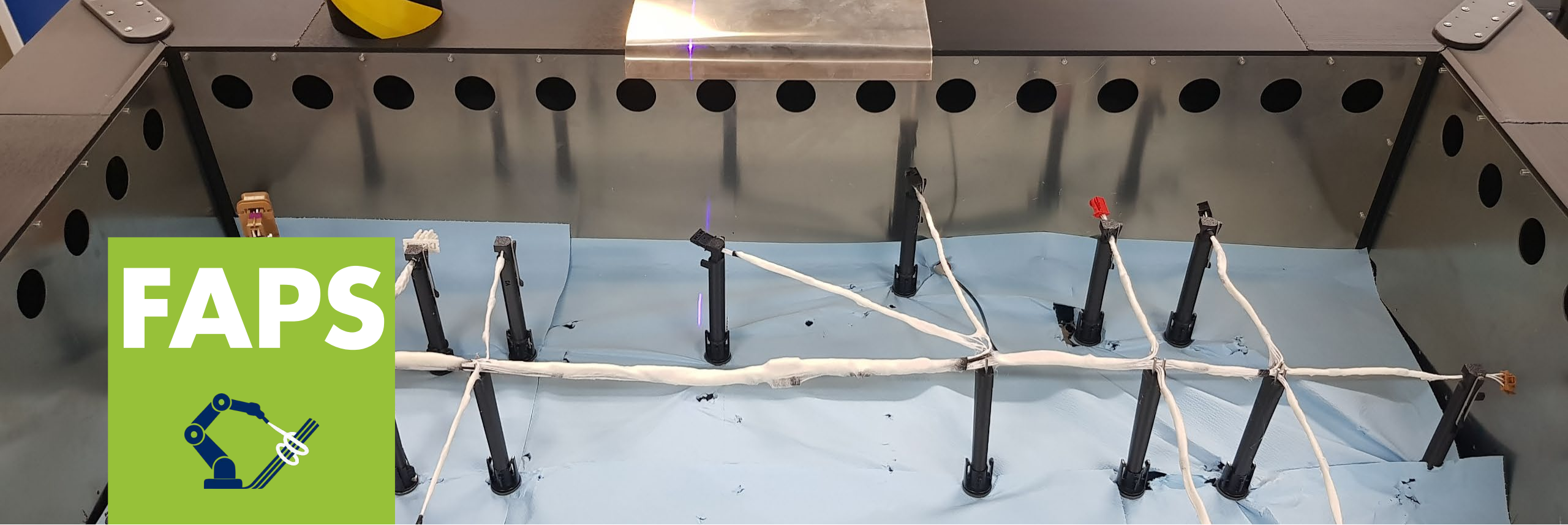


Herausforderungen:

- Qualifizierung für automobiler Anwendung, ist langwierig und kapitalintensiv
- Umhüllung großer Bündelquerschnitte
- Sonderfunktionen:
 - Geräuschdämpfung
 - Scheuerschutz
 - Crash-, Schlag- und Schnittschutz
 - Thermischer Schutz
- Verhalten bei sehr hohen und niedrigen Temperaturen
- Kosten für ein spezialisiertes Material vs. Massenprodukt Klebeband
- Umhüllung von Abzweigpunkten
- Automatisierte Zuführung der Leitungssätze

Die Technologie des Sprühuhüllens ermöglicht die Befestigung von Leitungsbündeln direkt auf dem Bauteil.





Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

next2OEM

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen:
13IK026D

DANKE