



FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Kontaktierung und Entwicklungspotentiale gedruckter Systeme

79. Treffen des Sächsischen Arbeitskreises
Elektronik-Technologie

Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik konzentriert sich auf die Fertigung mechatronischer Produkte.



Auf AEG Nürnberg

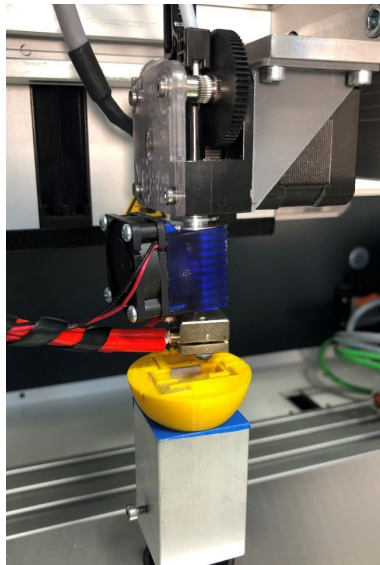
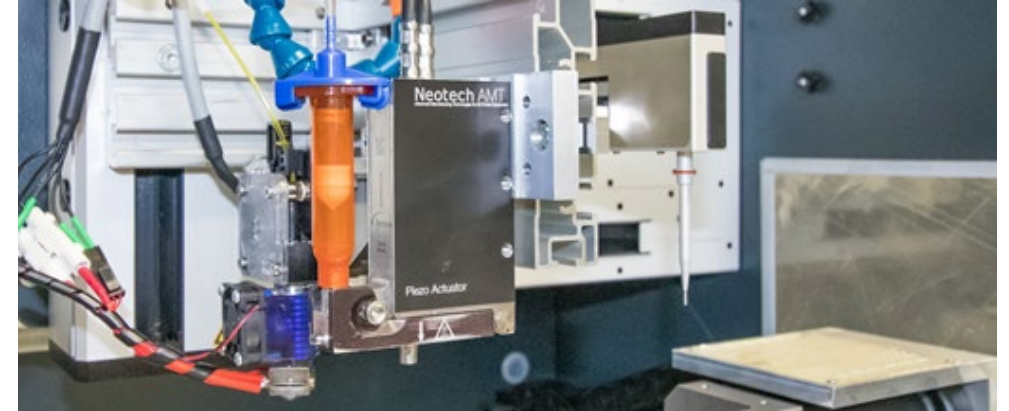


Technische Fakultät Erlangen

Durch Kombination von additiver Fertigung, gedruckter Elektronik und z.B. SMD-Bestückung können individualisierte mechatronisch integrierte Baugruppen aufgebaut werden.

Kombination von FDM, Piezojet-Druck und Pick & Place

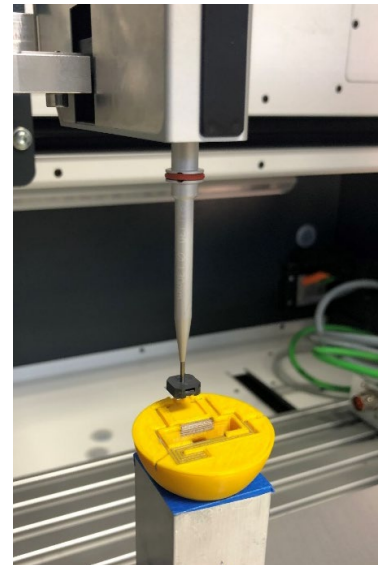
- 5-Achs Systems zur dreidimensionalen Bearbeitung und Vermeidung von Stützstrukturen
- Kontaktloses Drucken auf beliebigen 3D Geometrien mit funktionalen Tinten und Pasten
- Bestückung mit SMT Komponenten zur Erzeugung räumlicher Schaltungsträger



5-achsiger FDM-Druck



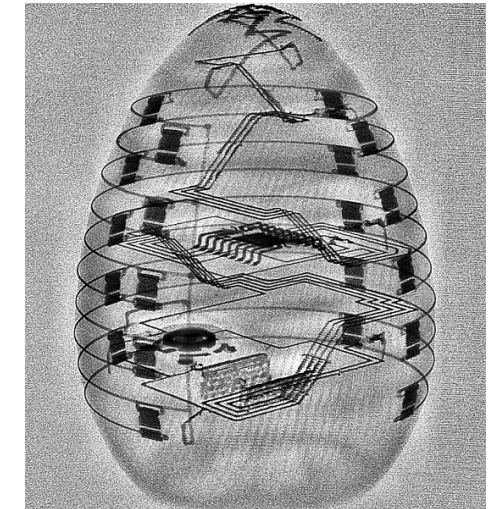
Piezojet-Druck



SMD Bestückung



MID-Demonstrator



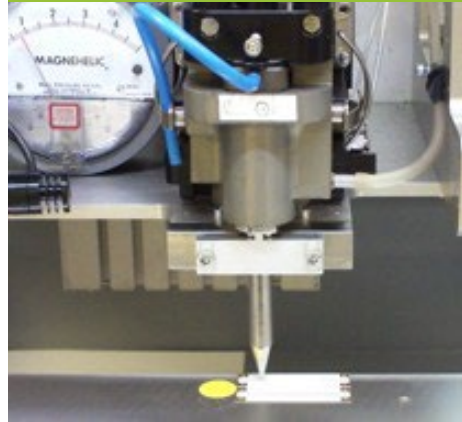
Röntgenbild

Im Forschungsprojekt MiniHelix werden verschiedene MID Technologien hinsichtlich Miniaturisierung von Helix-Antennen für HF-Anwendungen analysiert.

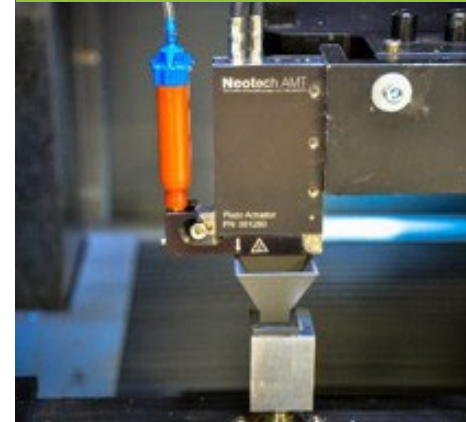
Projekt MiniHelix

- Simulation der Antennen-Eigenschaften mit CST Microwave Studio
- Evaluierung der Anwendbarkeit verschiedener MID Technologien zur Herstellung von HF-tauglichen Strukturen

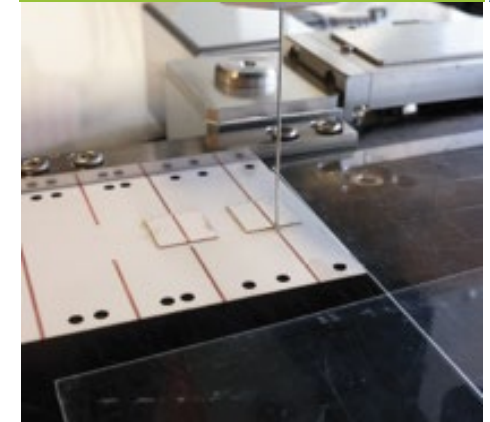
Aerosoljet



Piezojet



Dispensen



Anwendungsfelder

Kommunikationstechnologie

- IoT, Industry 4.0, 5G
- WLAN @60GHz

Radarsensorik

- Autonomes Fahren
- Unbemannte Flugobjekte

Helix-Antenne (Aerosoljet)



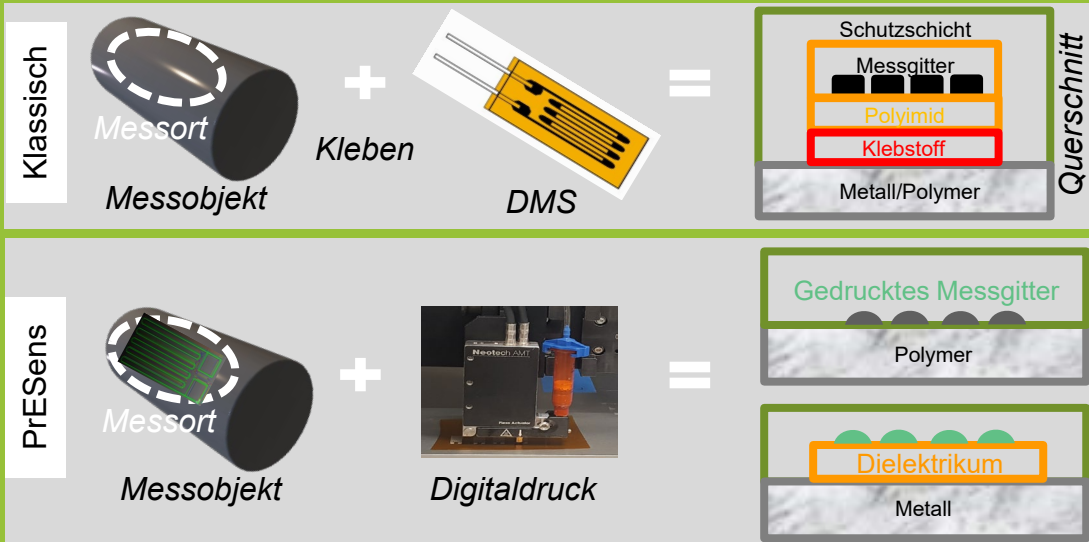
LDS



Nanojet



Additive Fertigung zur Integration von resistiver Sensorik in mechatronischen Systemen wird im Projekt PrESens erforscht.



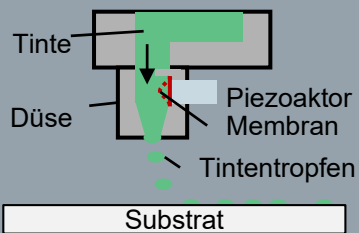
Projektziele:

- Demonstration der direkten Integration von Dehnungsmessstreifen und Temperatursensoren auf mechatronische Prüfkörper
- Einsparung der Sensormontageschritte

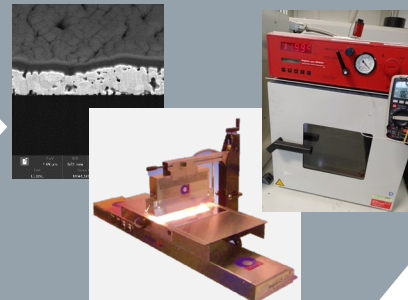
Schwerpunkte:

- Eignung verschiedener Druckverfahren zur Sensorherstellung (Piezo-Jet, Aerosol-Jet)
- Eignung verschiedener Funktions-Substrat-Materialkombinationen
- Erzielbare Toleranzen und Zuverlässigkeit

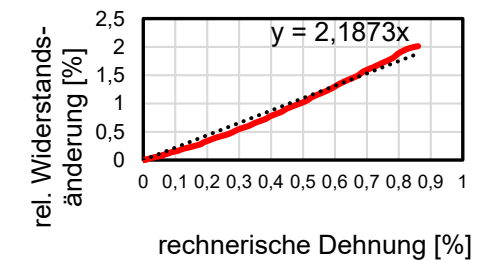
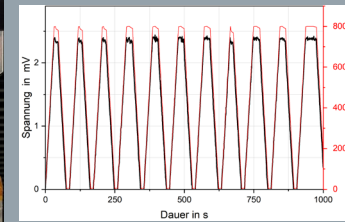
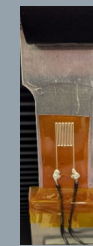
Druckprozess



Aushärten/Sintern



Charakterisierung/Kenngrößenbestimmung



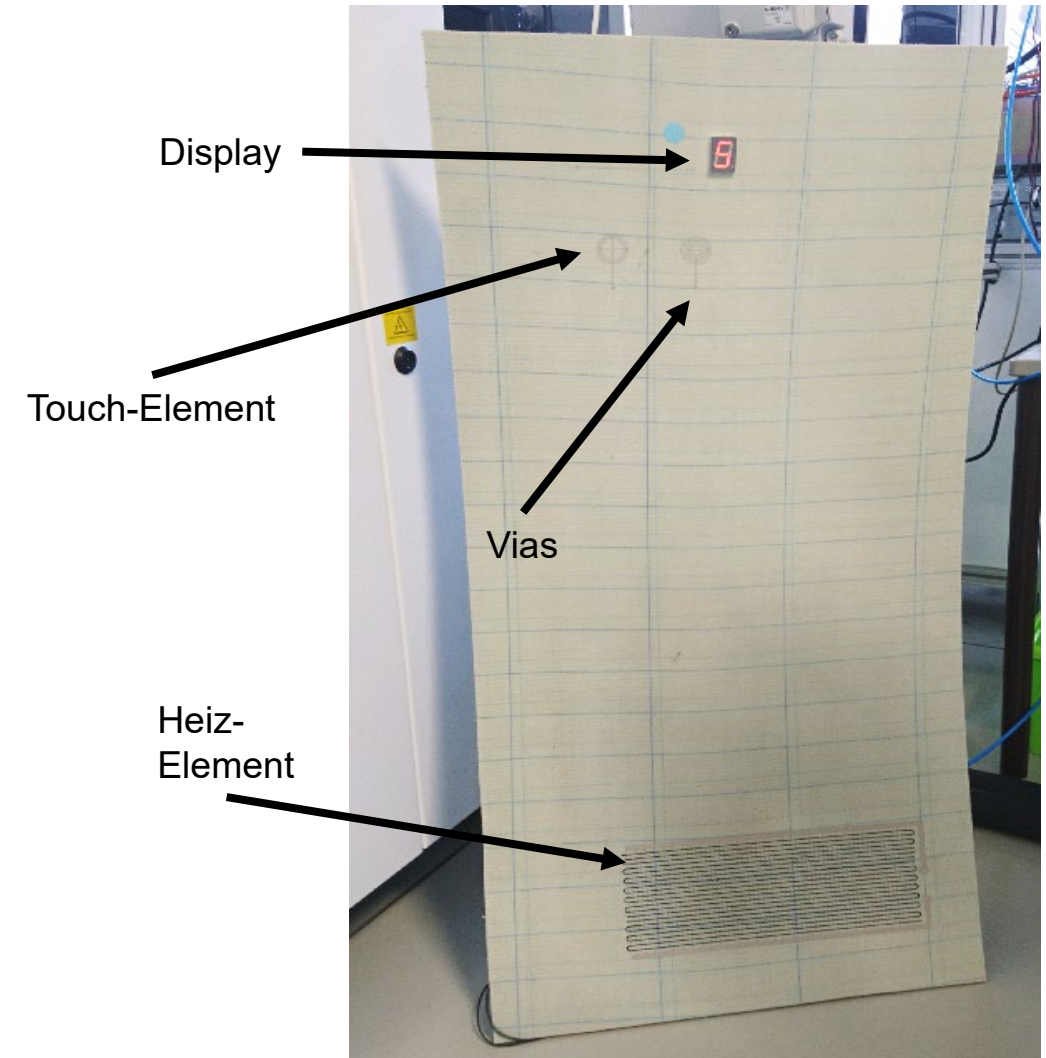
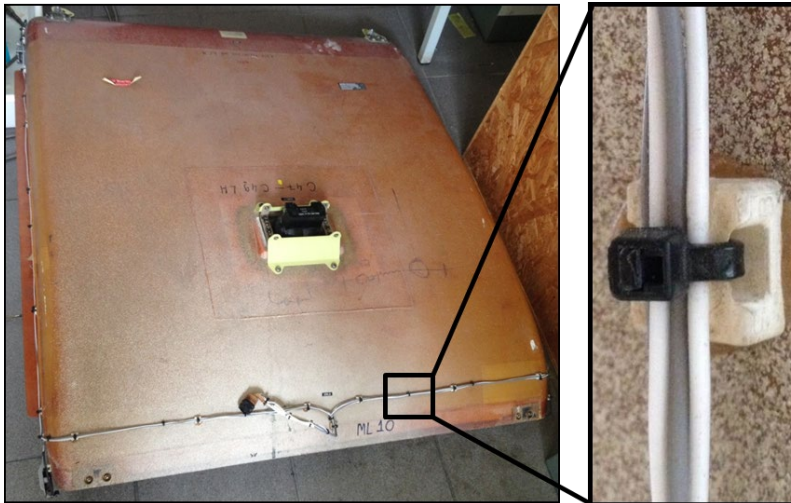
Der Einstieg des Forschungsbereichs Signal- und Leistungsvernetzung in die gedruckte Elektronik erfolgte über die Luftfahrtforschung.

Konventionelle Verkabelung von Flugzeugen:

- Länge der Kupferkabel im Airbus A320: ~100 km
- Händische Verkabelung

Nachteile:

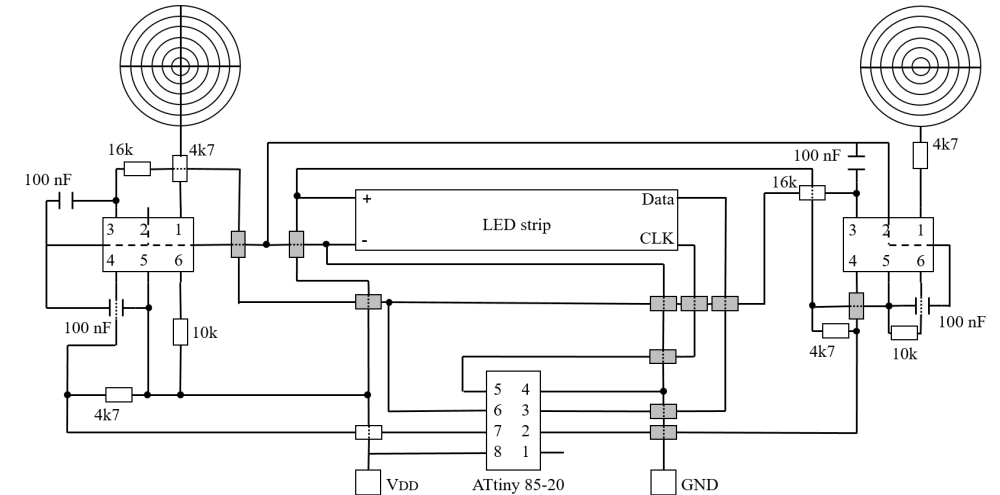
- Gewicht- und Raumverbrauch
- Hoher Verkabelungsaufwand



Durch Forschungsprojekte zu innovativen Anwendungen konnten wesentliche Herausforderungen identifiziert werden.

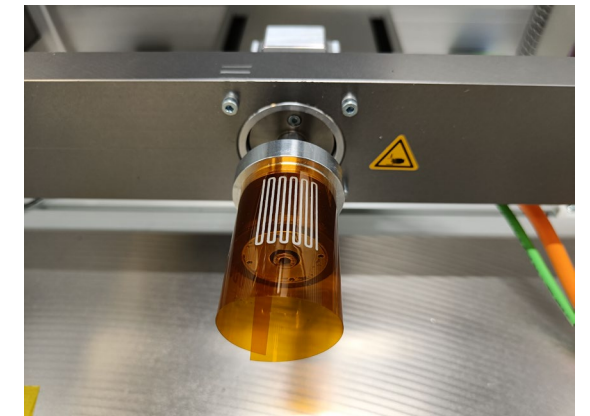
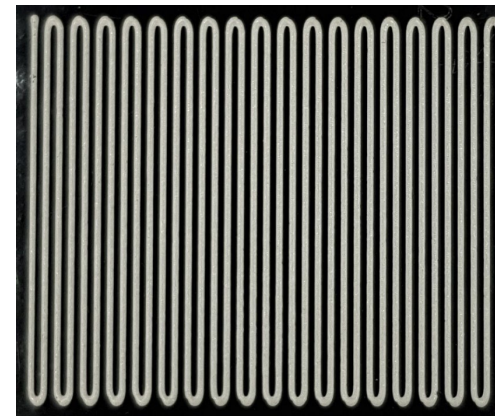
ProMilL: Montage- und Wartungsunterstützung durch Funktionsintegration

- Gedruckte Sensor- und Antennensysteme auf Flugzeuginnenverkleidungen
- Überwachung der FAL-Prozesse
- Erkennung von Verschiebungen
- Kontaktlose, passive Systeme durch RFID



MiDruStat: Entwicklung eines gedruckten Stators für DC-Mikromotoren

- Erforschung der Eigenschaften verschiedener Ferrit-Folien
- Entwicklung eines Piezo-Jet-Fertigungsprozesses zur Erzeugung der gedruckten Spulen
- Entwicklung von Verfahren zum Aufrollen, Sintern und Kontaktieren der gedruckten Statorsysteme



Wichtige Fragestellungen, denen der Lehrstuhl FAPS sich zukünftig stellen muss, liegen in der Zuverlässigkeit, der Leitfähigkeit und der Kontaktierung der gedruckten Strukturen.

Zuverlässigkeit:

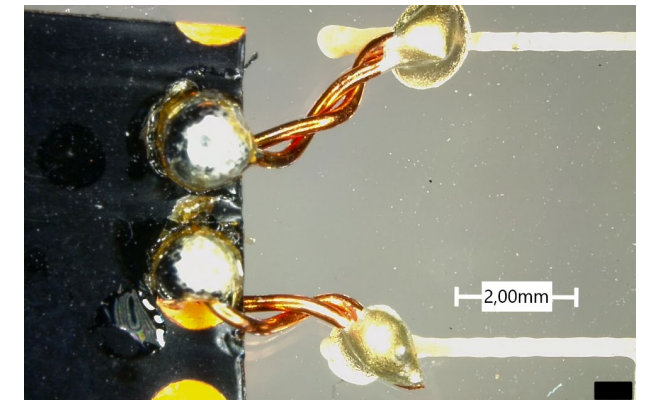
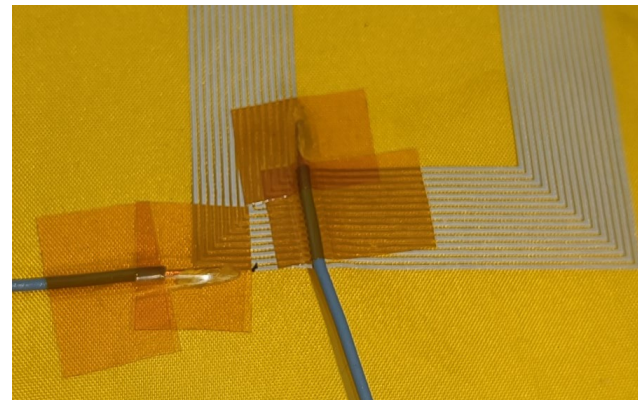
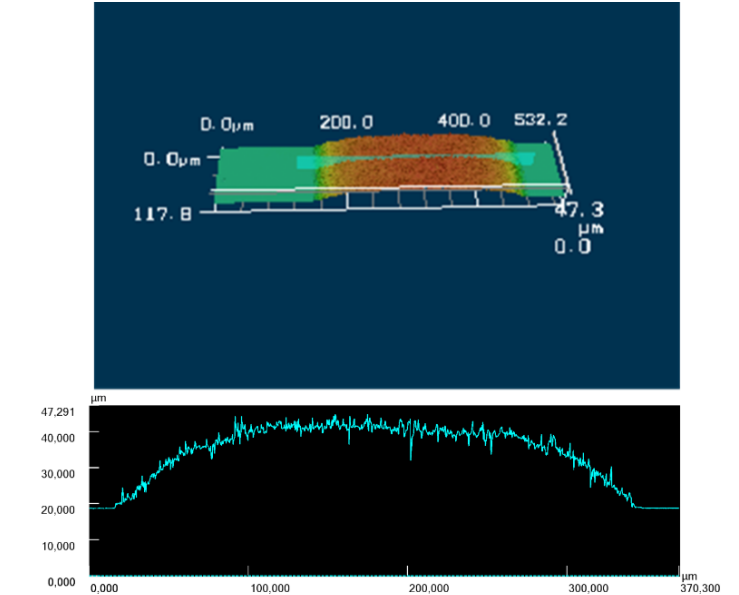
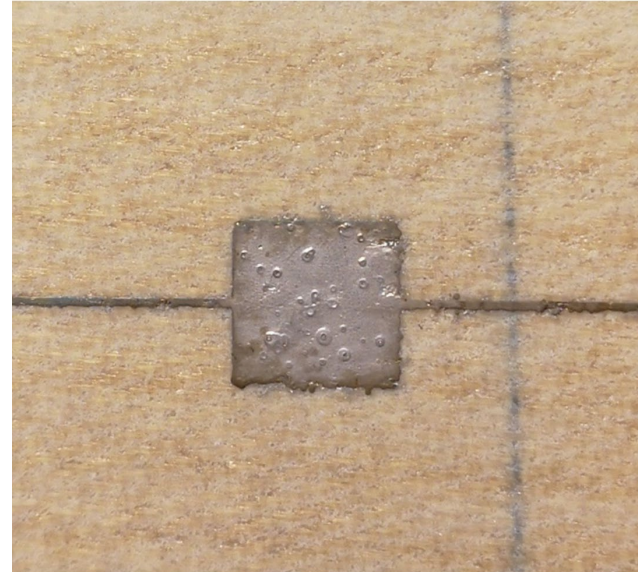
- Instabilitäten im Druckprozess
- Haltbarkeit der gedruckten Strukturen

Leitfähigkeit:

- Ag: 61 MS/m, Silberpasten ~ 2 – 7 MS/m
- Je flexibler desto weniger Leitfähig

Kontaktierung:

- Löten häufig nicht möglich
- Zusätzliche Prozesse nötig



Im Projekt „PrInterfaces“ werden verschiedener Kontaktierungsmethoden für die gedruckte Elektronik auf Level-3-Ebene methodisch untersucht und Charakterisiert.

! **Motivation:** Herausforderungen der Kontaktierung von GE

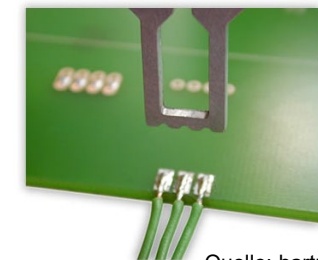
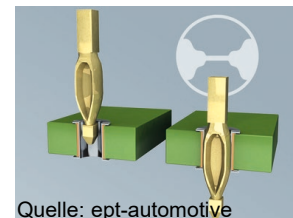
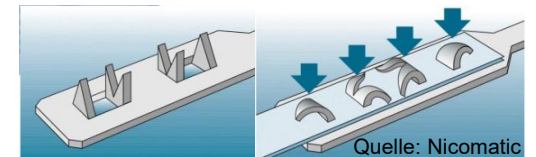
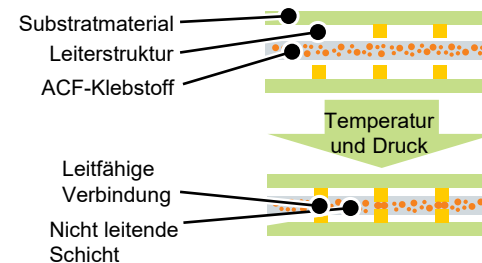
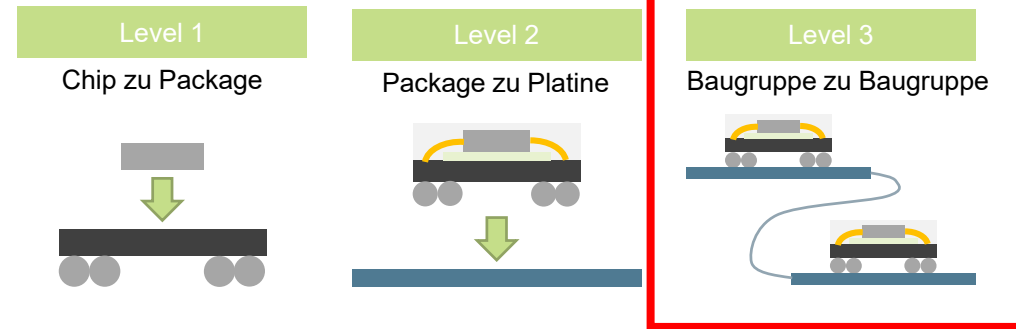
- Die steigenden Anzahl an Anwendungen für gedruckte Elektronik verlangt nach zuverlässigen Kontaktierungen
- Die Flexibilität in der geometrischen Gestaltung und die Vielzahl an Materialien sorgt für zusätzliche Komplexität

🎯 **Ziel:** Zuverlässige Kontaktierungsmethoden finden

- Ausfallmechanismen der Verbindungen identifizieren
- Bewertung der Langzeitzuverlässigkeit anhand von Normen
- Entwicklung eines Anwenderleitfadens für die Technologien

💡 **Lösung:** Systematische Untersuchung der Kontaktierungen

- Entwicklung von Demonstratoren für relevante Anwendungsfälle
- Durchführung von Fehler-Ursachen-Analysen
- Entwicklung von mechanischen und elektrischen Modellen



Ziel des Projekts „AngElo“ ist die Entwicklung zuverlässiger und automatisierbarer Verbindungen von gedruckter Elektronik an das Flugzeug-Bordnetz.

! **Motivation:** Reduzierung der Verkabelung im Flugzeug

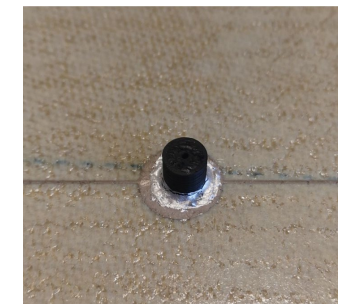
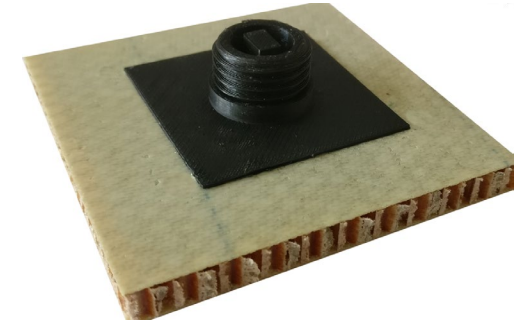
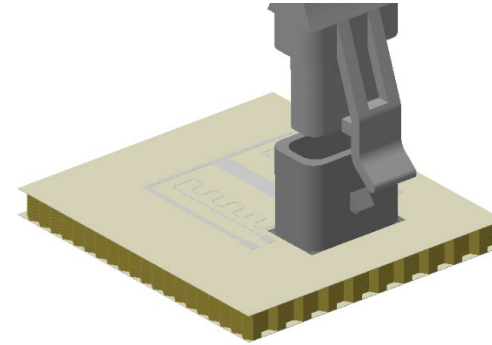
- Gedruckte Elektronik spart Gewicht und Platz und kann automatisiert implementiert werden
- Um die gedruckte Elektronik in der Luftfahrt zu etablieren sind zuverlässige Kontaktierungen unerlässlich

🎯 **Ziel:** Entwicklung zuverlässiger Kontaktierungen

- Die additive Lösung muss den strengen Anforderungen der Luftfahrt genügen
- Entwicklung einer Fertigungsmethode zur automatisierten Integration der additiv gefertigten Steckverbinder

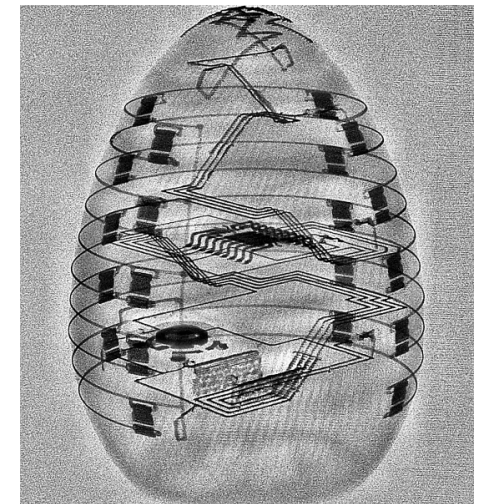
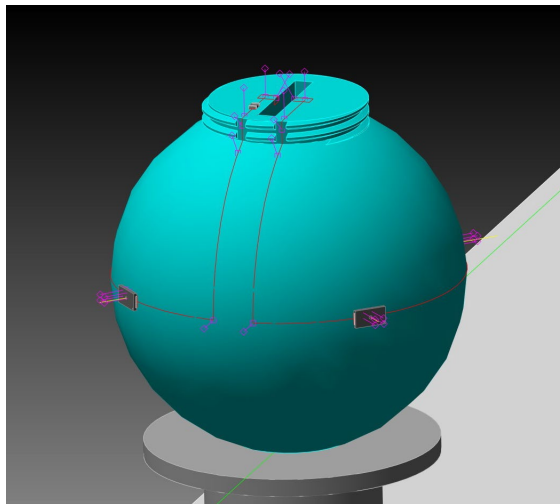
💡 **Lösung:** Erforschung und Verifizierung von Demonstratoren

- Analyse konventioneller Luftfahrt-Steckverbinder
- Entwicklung verschiedener Demonstratoren
- Verifizierung anhand von Luftfahrt-Normen



Das Potential der gedruckten Elektronik liegt in der Kombination mit weiteren Prozessen, wodurch die Fertigung mechatronisch integrierter Produkte in einer Maschine ermöglicht wird.

- Additive Fertigung des Körpers mittels FDM
- Erzeugung der leitfähigen Strukturen durch digitale Druckverfahren
- Bestückung über einen Pick-and-Place-Prozess
- Trocknen / Härten über Lichtsinterverfahren
- Für Zuverlässigkeit, Leitfähigkeit und Kontaktierung der gedruckten Strukturen muss weiter nach effizienten Lösungen gesucht werden





FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

DANKE