



**Diplomand  
Dozent  
Projektpartner  
Experte  
Themengebiet**

**Marius Huber  
Dr. Adrian Koller  
Micos Engineering GmbH  
Dipl. Ing. ETH Paul Joachim Schüngel  
Produktentwicklung & Mechatronik**

## Automatisierung und Optimierung eines Beschichtungsprozesses für Raumfahrtstrukturen

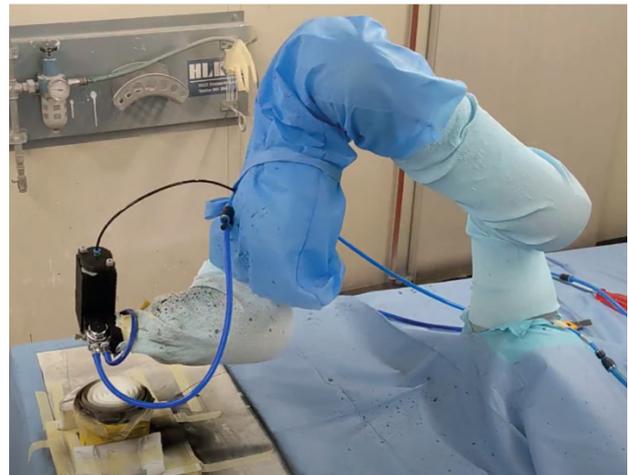
### Ausgangslage

In der Raumfahrt kommen diverse optische Messgeräte zum Einsatz. Um mit diesen Geräten genaue und zuverlässige Daten zu generieren, werden Referenzkörper für die optische Kalibrierung eingesetzt. Diese Kalibrierung wird in Intervallen im Orbit durchgeführt.

Die optischen Referenzkörper werden mit besonderen Farben beschichtet, welche spezielle optische und physikalische Eigenschaften aufweisen müssen. Diese Eigenschaften der Farben sind je nach Space-Mission und deren Anforderungsliste unterschiedlich. Der Beschichtungsprozess wird bis anhin von Hand mit einer Lackierpistole durchgeführt. Dies macht den Prozess schwer reproduzierbar und kann zu unerwünschten optischen Eigenschaften der Beschichtung führen. Das Ziel ist es, einen automatisierten Prozess zu entwickeln um auch komplexe Geometrien mit geometrischer Konstanz zu beschichten.



**Abb. 1:** Eingesetzter Knickarmroboter



**Abb. 2:** Versuchsaufbau für automatisierten Beschichtungsprozess mit Industrieroboter

### Vorgehen

Für den ausgewählten Prozess wurde ein Versuchsaufbau erstellt. Es wurde eine Lackierpistole in Kombination mit einem Industrieroboter verwendet. Mit dem Knickarmroboter wurden diverse Bewegungsmuster und Sprühparameter erprobt und optimiert. Für die Beschichtungsversuche wurden Nachbildungen der optischen Referenzkörper verwendet, welche 3D gedruckt wurden. Die beschichteten Teile wurden danach geschnitten, um den Querschnitt untersuchen zu können. Für das Messen der geometrischen Verteilung der Beschichtung wurden die Teile in Epoxid eingebettet und geschliffen. Dies ermöglichte es, den Lackauftrag zu messen und die Gleichmässigkeit der Verteilung zu bewerten.

### Ergebnis

Der erstellte Testaufbau ermöglichte das Beschichten mehrerer Proben. Die Geometrie der Referenzkörper bedingte einer Kreisbewegung mit adaptiver Winkelanpassung relativ zur Oberflächengeometrie. Der Lackaufbau wurde zur Analyse unter einem Mikroskop untersucht und vermessen. Nach einigen Optimierungen konnten die gewünschten Anforderungen erfüllt werden.