



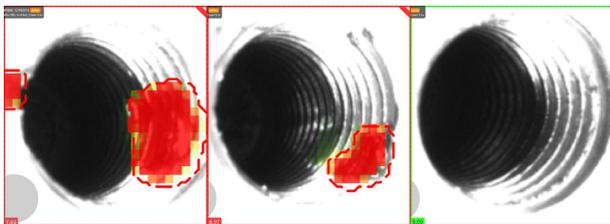
**Diplomand**  
**Dozent**  
**Projektpartner**  
**Experte**  
**Themengebiet**

**Florin Langenegger**  
**Dipl. Ing. ETH Marco De Angelis**  
**maxon motor ag**  
**Dr. Giovanni Mastrogiacomo**  
**Produktentwicklung & Mechatronik**

## Optische Qualitätsprüfung in der EC-Motorproduktion

### Ausgangslage

Viele Qualitätskontrollprozesse werden in der maxon motor ag durch optische Beurteilung von Produktionsangestellten durchgeführt. Bei dieser Art der Kontrolle kommen menschliche Faktoren wie Müdigkeit, Gemütsverfassung oder Gesundheit unvermeidlich ins Spiel. Um diese zu eliminieren, wird eine automatische Qualitätsprüfung in Betracht gezogen.



**Abb. 1:** Automatisch erkannte Fehlstellen in einem Gewinde mittels KI-basierter Software

### Vorgehen

Im Rahmen der Arbeit wurden Prozesse, in denen Klebstellen, Oberflächen, Gewinde (Abb. 1) und Lötstellen auf ihre Qualität geprüft werden, näher analysiert, wobei der Fokus auf der Klebstellenprüfung lag. Neben den konventionellen Methoden der Bildverarbeitung wurde auch Bildverarbeitungssoftware auf Basis künstlicher Intelligenz miteinbezogen. Weiter wurde die Arbeit durch ein theoretisches Gerüst gestützt, um das nötige Wissen zu vermitteln, welches neben der richtigen System-Wahl auch die Beurteilung der bestehenden Entwicklungs-Optionen dieser Technologien ermöglicht.

Im Vorfeld wurde eine Technologierecherche durchgeführt, um die aktuell möglichen Technologien aufzuzeigen. Basierend auf den Erkenntnissen der Recherche wurde die Marktrecherche durchgeführt, bei welcher untersucht wurde, welche der Technologien auch tatsächlich auf dem Markt verfügbar sind und inwiefern diese für die maxon motor ag Relevanz haben. Parallel zur Marktrecherche wurden diverse Lieferanten kontaktiert um Machbarkeitsanalysen in die Wege zu leiten.

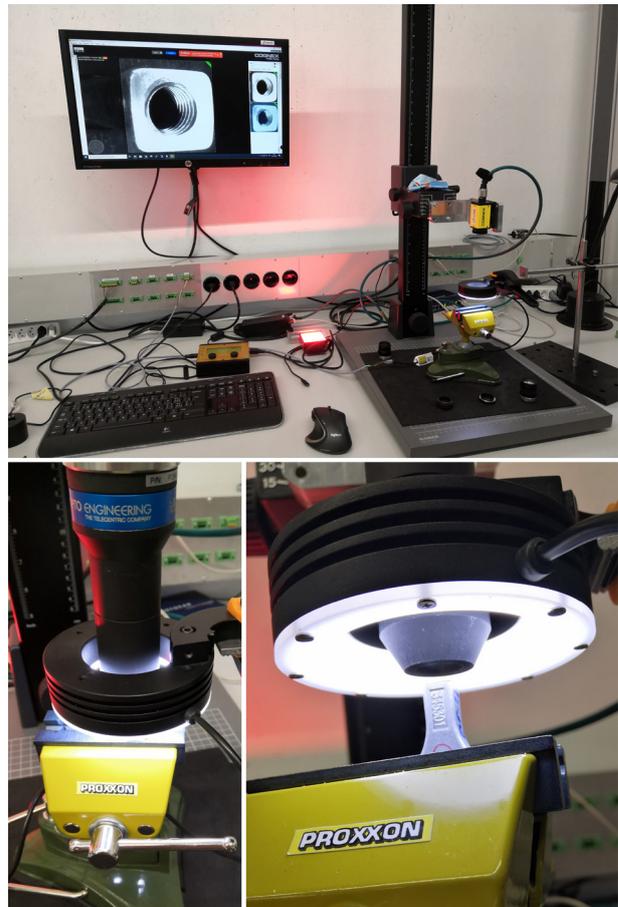
Ausgehend von den gesammelten Informationen wurden Versuche geplant und durchgeführt mit dem Ziel, die Tauglichkeit zu bestätigen oder zu widerlegen (Abb. 2).

Durch eine Nutzwertanalyse wurden die getesteten Systeme evaluiert, wodurch schlussendlich die Empfehlung eines Systems möglich wurde.

### Ergebnis

Basierend auf den durchgeführten Tests konnten die verfügbaren Systeme hinsichtlich der verschiedenen Anwendungen verglichen und bewertet werden. Es zeigte sich, dass Potential vorhanden ist, die Qualitätsprüfung mit Bildverarbeitungssoftware zu bewältigen. Die Klebstellenprüfung wurde dabei am intensivsten behandelt, da dieser im Vorfeld die grösste Priorität zugewiesen wurde.

Für die untersuchten Prozesse der Klebstellen, Oberflächen und Lötstellen in dieser Arbeit waren die konventionellen Bildverarbeitungssysteme treffender als diejenigen auf Basis künstlicher Intelligenz. Für die Gewindeprüfung stellte sich eine Machine Learning Anwendung als geeignetste Lösung heraus, da dies mit regelbasierten Systemen nur sehr schwierig umsetzbar ist.



**Abb. 2:** Einer der Versuchsaufbauten, hier die Gewindeüberprüfung