

# High-Speed & High-Resolution Tunnel Surveying System

## Diplomand

Ivo Federer

**Ausgangslage:** Im Tunnelunterhalt müssen regelmässige Inspektionen zur Erkennung möglicher Schäden an der Tunnelstruktur vorgenommen werden. Dies geschieht bisher manuell oder mit Laserscannern. Um den Arbeitsaufwand zu verringern und hochauflösende RGB-Bilder der Tunneloberfläche zu erhalten, soll in Zusammenarbeit mit der Firma Amberg Technologies AG ein Kamerasystem entwickelt werden. Dieses soll mithilfe einer Zeilenkamera eine hochauflösende 360 Grad, RGB Aufnahme der Tunneloberfläche aufnehmen. Das System soll bis zu einer Aufnahmegeschwindigkeit von 80km/h funktionieren. Es soll ein Versuchsaufbau erstellt werden, um die Machbarkeit einer Tunnelinspektionsvorrichtung aufzuzeigen. Weiter soll dieser Versuchsaufbau in Betrieb genommen, sowie getestet werden

**Vorgehen:** Es wird ein Kamerasystem, welches Beleuchtung, Kamera, Objektiv, Steuerung sowie Bildauswertung umfasst, ausgelegt und aufgebaut. Weiter wird ein Versuchsaufbau, mit einem rotierenden Muster, zum Testen gebaut. Der Versuchsaufbau wird so vereinfacht, dass der Aufnahmewinkel statt 360 Grad nur noch ca. 30 Grad beträgt. Die geforderte Aufnahmegeschwindigkeit wird jedoch erreicht. Wegen der fehlenden Produkteverfügbarkeit kann die Anforderung der RGB-Aufnahme im Versuchsaufbau nicht umgesetzt werden.

Durchgeführte Versuche mit dem Versuchsaufbau:

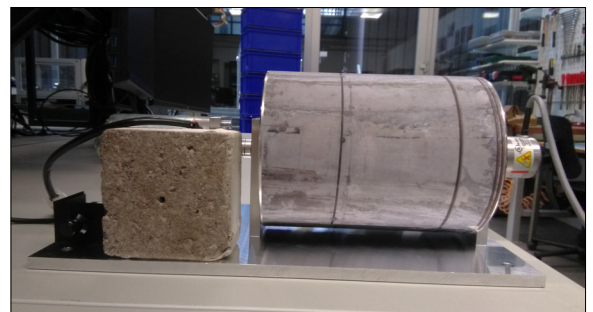
- Aufnahmen mit verschiedenen Testmustern auf Papier normal zur Testoberfläche mit verschiedenen Drehzahlen, Blenden- und Kameraeinstellungen
- Vergleich der Intensität der Reflexion an der Testvorrichtung in verschiedenen Aufnahmewinkeln
- Vergleich der Reflexion der Testmuster auf Papier mit einer Steinoberfläche
- Untersuchung des Abstrahlverhalten der Beleuchtung
- Vergleich der Messungen mit der Berechnung aus der Auslegung des Kamerasystems

**Ergebnis:** Mit den gemachten Versuchen kann gezeigt werden, dass es möglich ist, bei der geforderten Geschwindigkeit brauchbare monochrome Aufnahmen zu machen. Jedoch haben die Bilder noch einen relativ geringen Kontrast. Die Machbarkeit mit einem RGB Sensor kann, aus Gründen der fehlenden Produkteverfügbarkeit, nicht direkt aufgezeigt werden. Die Messungen können jedoch als gute Vergleichsgrösse für weitere Entwicklungsschritte gebraucht werden. Eine Optimierung der Beleuchtung scheint die beste und einfachste Lösung zu sein, um die Leistung des Kamerasystems signifikant zu verbessern.

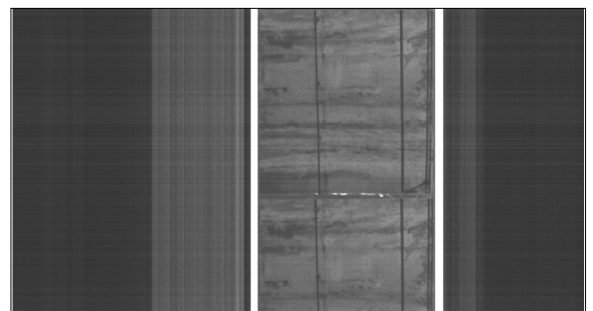
**Versuchsaufbau**  
Eigene Darstellung



**Testmuster**  
Eigene Darstellung



**Aufnahme des Testmusters bei 3200U/min**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Dejan Šeatović

**Korreferent**  
Pavel Jelínek, Rieter  
Maschinenfabrik AG,  
Winterthur, ZH

**Themengebiet**  
Automation & Robotik

**Projektpartner**  
Amberg Technologies  
AG, Regensdorf-Watt,  
ZH