

## Kamera basierte Pose-Bestimmung einer Bohrlafette im konventionellen Tunnelbau

Diese Arbeit befasst sich mit der Recherche, Planung und dem anschließenden Testaufbau für ein Mono-Kamera-System zur Navigation einer Bohrlafette im konventionellen Tunnelbau. Das bisherige Navigations-



Abbildung 1 Ferngesteuerter Bohrwagen der Firma Atlas Copco.

konzept, welches eine Pose über Winkelmessgeber, Inklinometer und Seilzugsensoren löst, soll durch ein kostengünstiges und wartungsfreies Mono-Kamera-System abgelöst werden. Hierfür wird die Bohrlafette mit sphärisch retroreflektierenden Zielmarken bestückt, die sich durch spezielle Beleuchtung vom Hintergrund abheben. Das Kamerabild wird so stark unterbelichtet, dass nahezu nur noch die reflektierenden Kreise auf dem Kamerabild zu sehen sind (Abb. 2).

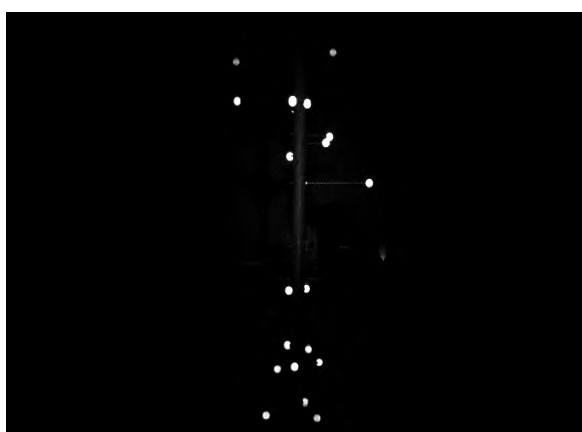


Abbildung 2 Unterbelichtetes Messbild der Bohrlafette

Mit dem Algorithmus Hough-Transformationen kann die Lage dieser Kreise im Messbild automatisch bestimmt werden. Der Algorithmus Softposit generiert die Lage der Bohrlafette, bezüglich des Kamerasystems.

Als Eingabeparameter benötigt Softposit die 2D-Koordinaten der Kreismittelpunkte aus der Bildmessung, die lokalen 3D-Objektkoordinaten der Reflektor-Kugeln auf der Bohrlafette und eine Pose-Schätzung der Bohrlafette bezüglich der Messkamera. Dieser Algorithmus benötigt im Vergleich zu anderen Algorithmen keine Punktzuweisung zwischen Modell und Bildpunkten um Ergebnisse zu generieren. Aus verschiedenen Testreihen geht hervor, dass Softposit Näherungswerte für die Pose mit einer Toleranz von 20cm für die Translation und 20 Grad für die Rotation benötigt um brauchbare Ergebnisse zu liefern. Um die Funktionalität des Verfahrens zu testen, wurde ein Modell gebaut (Abb. 3).



Abbildung 3 Testmessung mit Bohrwagenmodell

Zur Genauigkeitsanalyse dienen tachymetrische Referenzmessungen. Es ergeben sich Positionsgenauigkeiten zwischen 1,7 und 3,9 cm, abhängig von Entfernung und Position in Bezug auf die Messkamera. Mit dieser Bachelorthesis wird ein Überblick gegeben, unter welchen Voraussetzungen eine Navigation mittels Mono-Kamera-Systemen möglich ist und in welchen Bereichen Entwicklungsbedarf besteht.