

Teilautomatisierung eines Betonspritzgeräts für den Berg- und Tunnelbau

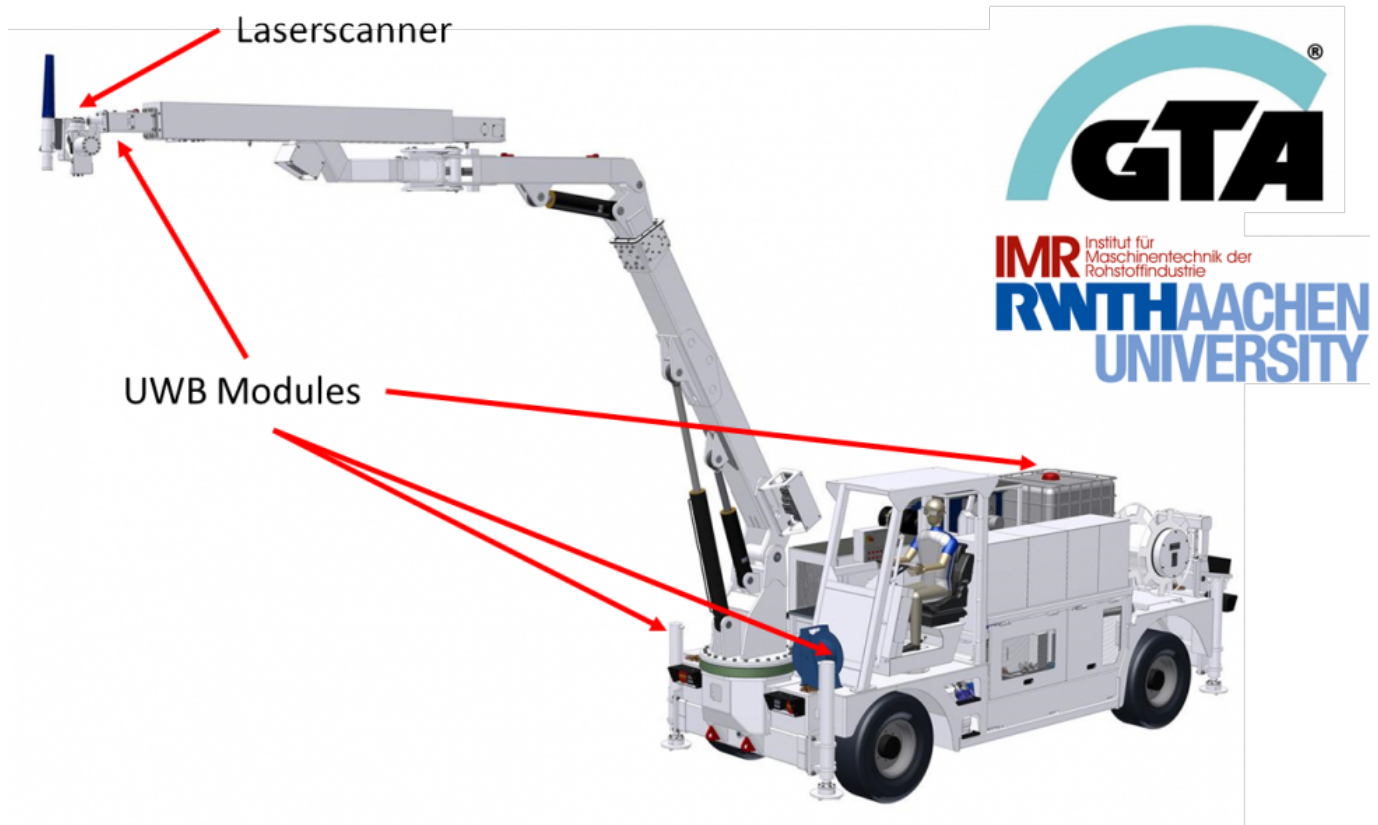
Im Zeitalter von Industrie 4.0 und der fortschreitenden Automatisierung von Maschinen und Fahrzeugen werden Betonspritzprozesse im Berg- und Tunnelbau heutzutage nach wie vor manuell durchgeführt. Dabei wird das Betonspritzfahrzeug in der Regel manuell von einem Operator über eine Fernbedienung gesteuert. Der Spritzbetonauftrag und die Qualitätskontrolle unterliegen hierbei dem subjektiven Eindruck des Operators. Dieser entscheidet per Augenmaß, wie viel Beton an welcher Stelle der Tunneldecke aufgebracht werden muss und auch, ob genug Beton aufgebracht worden ist. Unter den im Tunnelbau üblichen Arbeitsbedingungen (Operator befindet sich hinter dem Fahrzeug, Betonnebel, etc.) und einer zu erreichenden Schichtdicke von ca. 10 cm mit einer zulässigen Abweichung von wenigen Zentimetern kann die Qualität des Arbeitsprozesses auf diese Art und Weise nicht kontinuierlich garantiert werden.

Um den Operator zu unterstützen und den Erfolg des Prozesses sowie der Qualitätskontrolle zu erhöhen, entwickelte die Fa. GTA Maschinensysteme GmbH gemeinsam mit dem Institut für Advanced Mining Technologies der RWTH Aachen University ein neuartiges Betonspritzfahrzeug. Das Besondere an diesem Fahrzeug ist, dass es mit verschiedenen Sensoren ausgestattet ist, die die verschiedenen Arbeitsschritte unterstützen und verbessern. Die Arbeitsschritte sind im Einzelnen:

1. Initiale Erfassung des Tunnelprofils,
2. Auftrag der Spritzbetondecke,
3. Abschließende Qualitätskontrolle

Mittels Laserscantechnik wird vor Antritt der Arbeiten zunächst das Profil der Firste oder der Tunneloberfläche erfasst. Danach wird der Betonspritzvorgang überwacht. Über die Korrelation der Düsenposition mit dem Betondurchfluss kann eine virtuelle Schichtdickenüberwachung realisiert werden. Die Position des Auslegearms, auf dem sich der Laserscanner und die Betonspritzdüse befinden, wird unter Zuhilfenahme der Ultra-Wideband (UWB) Funktechnologie und Inertialnavigation (INS) ermittelt. Mittels geschickter Sensordatenfusion kann das Ende des Auslegearms präzise lokalisiert werden.

Abschließend kann durch einen zweiten Laserscan die fertiggestellte Betondecke auf den Erfolg der Arbeiten kontrolliert werden. Durch die Dokumentation des Laserscans des aktuellen Vortriebs- oder Tunnelabschnitts kann außerdem der Qualitätsnachweis über die Arbeiten erbracht werden.



Die Entwicklung der Lokalisierungstechnologie bestehend aus UWB und INS inklusive der geschickten Sensordatenfusion wurde am Institut Advanced Mining Technologies durchgeführt. Außerdem wurde die Laserscannertechnologie und die zugehörige Software am AMT entwickelt. Dabei lag besonderes Augenmerk auf der Algorithmik und der Zeitsynchronisation der UWB-Module.

Der Partner, Fa. GTA Maschinensysteme GmbH aus Hamminkeln, entwickelte seinerseits den schwingungsarmen Tragarm, um die Nutzung der Laserscannertechnologie zu ermöglichen. Des Weiteren wurde die virtuelle Überwachung des Betonspritzvorgangs durch die Expertise der Fa. GTA Maschinensysteme GmbH entwickelt.

[nach oben](#)