

# Entwicklung eines Konzeptes zur automatisierten Profilvermessung im konventionellen Tunnelbau

von Daniel Heyer

Untersucht wurde die Möglichkeit der Automatisierung von Profilvermessungen und deren Auswertung im konventionellen Tunnelbau. Dazu wurden zwei unterschiedliche Konzepte miteinander verglichen: Zum einen der Einsatz einer Multistation Nova MS60 der Firma Leica Geosystems, welche sowohl zur Navigation und zum Scannen eingesetzt werden soll und zum anderen der Einsatz eines Laserscanners Faro Focus auf der Vortriebsmaschine als Ergänzung zum Navigationstachymeter. Dazu wurden die Daten des Laserscanners mit denen aus der tachymetrischen Messung bezüglich Sicht, Punktdichte, Messdauer, Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit verglichen. Des Weiteren wurde eine Genauigkeitsanalyse zur Nutzung von Konvergenzprismen-Profilen zur Georeferenzierung eines Laserscanners durchgeführt.

Zunächst wurden Laserscandaten mit beiden Instrumenten in einem geeigneten Tunnel erfasst. Dabei wurden zuerst Paper-Targets für die Verknüpfung der Daten des Laserscanners getestet. Diese stellten sich als ungeeignet heraus. Auch eine passpunktlose Verknüpfung kommt ebenfalls nicht in Frage. Eine zweite und vielversprechendere Möglichkeit ist die Registrierung mit Sphere-Targets, welche mit den im Profil befestigten Konvergenzprismen kombiniert werden, wie in Abb. 1 zu sehen ist. Hier ergab sich eine deutlich höhere Genauigkeit im Vergleich zur Registrierung mit Papertargets, wobei sich dieser Fehler auch nicht fortpflanzt, da sich der Fehler die Scans des nächsten Targetprofils nicht aufaddiert. Die Ergebnisse des Koordinatenvergleichs zwischen tachymetrisch gemessenen und gescannten Daten zeigen in der y- und z-Achse Abweichungen von nur wenigen Millimetern.

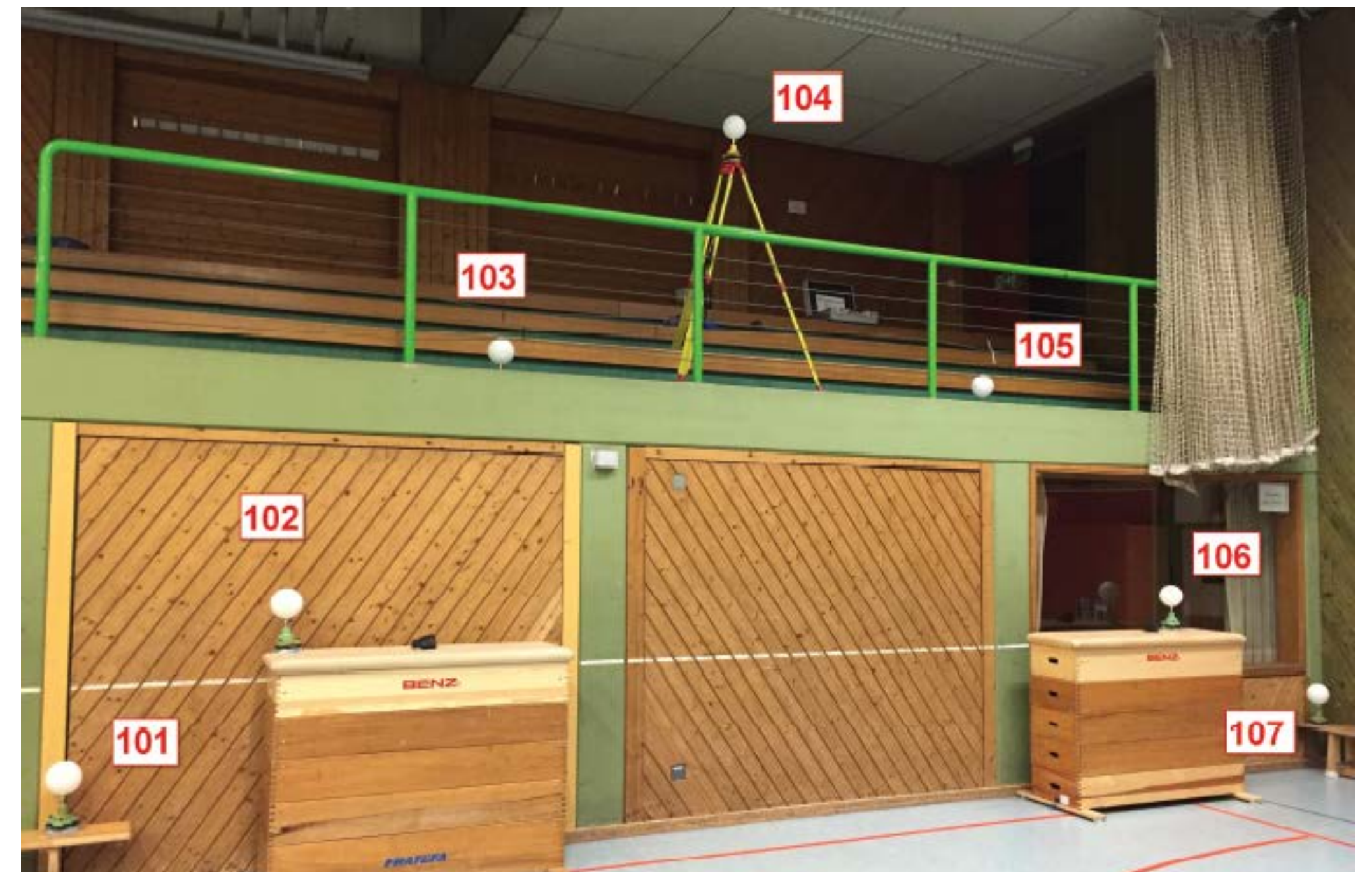


Abb. 1: simuliertes Konvergenzprofil mit Sphere-Targets

Für die Scandaten der Multistation ist keine Registrierung notwendig, da die Punktwolken anhand des bekannten Anschlusses bereits richtig orientiert sind. Die Weiterverarbeitung der Punktwolken in 3D-Reshaper zeigt, dass ein grobes Punktraster für die Profilauswertung sinnvoller ist, da weniger Zeit für die Bereinigung der Punktwolke aufgebracht werden muss und die Punktvermaschung an einigen Stellen sauberer und glatter ist. Im Vergleich liefert zwar der Laserscanner aufgrund der hohen Punktdichte mehr Detailreichtum, jedoch lässt sich mit den Tachymeterdaten wirtschaftlicher und effektiver arbeiten, bei annähernd gleichen Ergebnissen. Bei der tachymetrischen Messung entstehen aber große Abschattungsgebiete aufgrund der Lutte, wodurch das Profil dauerhaft nicht komplett erfasst werden kann.

Aufgrund dessen sind grundsätzlich beide Verfahren anwendbar, allerdings abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und den Anforderungen der Baustelle. Eine Automatisierung der Verfahren ist sowohl bei der Datenerfassung, als auch bei der Datenauswertung und -visualisierung auch mit viel Programmieraufwand nur bedingt realisierbar. Schon bei der Einmessung der Targets und an einigen Stellen der Datenauswertung, wie beispielsweise der Optimierung der 3D-Punktvermaschung, ist menschliches Verständnis gefragt.