

## Untersuchung von Möglichkeiten zur Koordinatenbestimmung von Gleisvermarkungspunkten aus mit einem Gyrokopter aufgenommenen Bild- und Laserscannerdaten

Die DB NETZ AG hat die Aufgabe, bei rund 65.000 Weichen und Kreuzungen auf einer Gesamtstrecke von ca. 61.000km, die Soll-Lage und -Höhe der Gleise zu überprüfen, sowie den Ist-Zustand mittels eines Gleisaufmaßes zu definieren. Zur Realisierung dieser Aufgabe dienen, neben weiteren Punkten des Festpunktfeldes der DEUTSCHEN BAHN, insbesondere die Gleisvermarkungspunkte (GVP) als Referenzpunkte. Die Überprüfung und ggf. Neubestimmung der Koordinaten dieser vermarkten Punkte erfolgt bisher mit Hilfe eines Messtrupps in der Örtlichkeit. Das macht das Betreten der Gleise und damit eine die Sperrung der jeweiligen Streckenabschnitte in diesen Zeiträumen notwendig. Um zukünftig den finanziellen und logistischen Aufwand zu reduzieren, sind mehrere alternative Möglichkeiten zur Koordinatenbestimmung der Referenzpunkte und für das Gleisaufmaß denkbar.

In dieser Arbeit soll die Eignung mittels eines Gyrokopters aufgenommener Luftbilder und Airbornelasercanning (ALS)-Daten zur Bestimmung der 3D-Koordinaten der Gleisvermarkungspunkte untersucht werden. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob diese Methodik mit der verwendeten Messtechnik realisierbar ist und in welchem Maße die geforderten Genauigkeiten der ermittelten Koordinaten eingehalten werden können.

Aufgrund einer langen Streckensperrung konnte als Testgebiet für die Untersuchung die zweigleisige Strecke Aachen-Kassel genutzt werden. Bei dem Testgebiet handelt es sich jedoch nur um einen ca. 1,3 Kilometer langen Teilabschnitt.



Abb. 1 Übersicht des Testgebietes, welches zusätzlich in drei Teilstrecken untergliedert wurde mit den an der Strecke befindlichen GVP. (Screenshot aus ArcGis Pro, Esri, 2023)

Die Befliegung der Strecke wurde seitens der Firma NEBEL & PARTNER – VERMESSUNG UND GEOINFORMATION in Auftrag gegeben und von WEKUFLY WEIGAND & KUNZ OHG mit Hilfe eines Gyrokopters durchgeführt. Neben den Befliegungsdaten, sind auch die von der DEUTSCHEN BAHN AG gemessenen Koordinaten der GVP für die spätere Auswertung und Evaluation als Soll-Koordinaten notwendig. Wie im Vorfeld schon beschrieben wurde, beziehen sich diese Koordinaten auf den jeweiligen vermarkten Bolzen an den Oberleitungsmasten, welche für den späteren Koordinatenabgleich noch reduziert werden müssen (vgl. Abb. 2).



Abb. 2 Bolzen eines GVP, der mit einer Zieltafel zusätzlich für die Auswertung vermarktet wurde. Der in den Luftbildern abzusetzende Punkt ist rot eingefärbt.

Die Auswertung der Daten erfolgt im Zuge dieser Arbeit mit der Software Metashape der Entwicklerfirma AGISOFT. Der Workflow in dieser Arbeit beschränkt sich dabei auf die Bündelblockausgleichung des jeweiligen Bildblocks, der Ermittlung von Koordinaten in den Bildern, mit Hilfe eines räumlichen Vorwärtsschnittes, und dem Erstellen einer dichten Punktwolke, welche als Vergleichsobjekt zu den ALS-Daten dient.

Standardabweichungen [m]	Rot	Grün	Gelb
Rechtswert $\sigma_x$	0,235	0,092	0,107
Hochwert $\sigma_y$	0,025	0,072	0,023
Lage ( $\sigma_{xy}$ )	0,237	0,117	0,110
Höhe $\sigma_z$	0,040	0,022	0,071
3D-Koord. ( $\sigma_{xyz}$ )	0,240	0,119	0,131

Abb. 3 Tabelle mit den Standardabweichungen der ermittelten Koordinaten für die Teilstrecken

Die Ergebnisbetrachtung zeigt deutlich, dass die geforderten Genauigkeiten in der Lage und der Höhe noch nicht erreicht werden konnten. Dabei ist die Georeferenzierung des Bildblockes und die ungenaue Absetzbarkeit der Zielmarken aufgrund der Bodenauflösung der Luftbilder, ein Faktor für bestehende Abweichungen. Dies gilt auch für die Ergebnisse von transformierten Koordinaten mit Hilfe von gemessenen Objektpunkten im Bahnhofsbereich, auch wenn hier die Lageabweichung bei 0,014 m und die Höhenabweichung bei 0,016 liegen, was eine deutliche Verbesserung ausmacht. Zudem muss beachtet werden, dass das Aufmaß und die Verwendung der Objektpunkte im Bahnhofsbereich speziell für die Auswertung dieses Testgebietes gelten. Bei künftigen und praxisnahen Auswertungen müssten andere Punkte, wie zum Beispiel Festpunkte des DB\_REF Festpunktfeldes, dazu genutzt werden die Georeferenzierung der Bildverbandes zu verbessern.

Beim Vergleich der Punktwolken fällt auf, dass die photogrammetrische Punktwolke ein höheres Maß an Rauschen besitzt. Jedoch ist Diese im Vergleich zu den ALS-Daten dichter und detaillierte Objekte, wie die Zieltafeln sind erkennbar. In den ALS-Daten konnten auf den Zieltafeln im Testgebiet keine „Treffer“ erkannt werden.

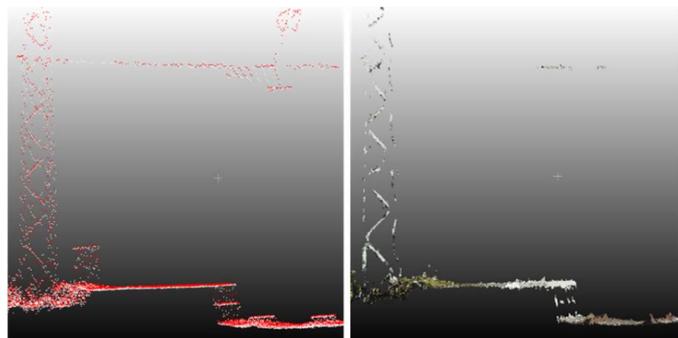


Abb. 4 Vergleich ALS (links), DPCL (rechts) an einem Oberleitungsmasten

Trotz der nicht erreichten Genauigkeiten können positive Schlüsse und weiteres Potential aus dem erarbeiteten Workflow mit Agisoft Metashape gezogen werden. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, wie Optimierungen im Bereich der Aufnahmekonfiguration, eine Verbesserung der Bodenauflösung und die Verwendung von größeren Zielmarken, dazu führen können, die Ergebnisse der ermittelten Koordinaten zu verbessern. Des Weiteren müssen auch praxisnahe Streckenlängen untersucht werden, welche zusätzliche Herausforderungen im Bereich der Auswertung und Datenmenge mit sich bringen.