



Abb. 1: Detektierte Ebenen, rot dargestellt (Quelle: Techscan GmbH)

Laserscanning im Schiffshebewerk Niederfinow

Der Neubau des Schiffshebewerks aus Stahlbeton ersetzt die Stahlkonstruktion aus dem Jahr 1934. Das neue Hebewerk wird 133 m lang und 55 m hoch. Der Trog wird eine nutzbare Länge von 115 m und eine Breite von 12,5 m haben (altes Hebewerk: 82 m und 9,5 m). Baubeginn war im Februar 2009 – und der Rohbau ist inzwischen fertiggestellt.

Autor: Dr.-Ing. Ulrich Schreyer

Während des Rohbaus wurde von Festpunkten außerhalb des Bauwerks die Einrichtung der Schalungen tachymetrisch (mit Schnellmessungen) vermessen. Hierzu wurden an allen entstehenden Bauteilen insgesamt rund 450 Miniprismen angebracht. Da diese nach Fertigstellung des Rohbaus wieder entfernt werden sollten, war zu untersuchen, ob nachfolgende Beobachtungen des Bauwerks durch Messungen mit einem

Laserscanner vorgenommen werden können.

Bauvermessung: Kalibrierdaten und Genauigkeit entscheidend

Die Vorteile der Vermessung mit einem terrestrischen Rundum-Laser liegen in der vollständigen, flächenhaften Erfassung des Objekts. Hierdurch ist es möglich, jedes gewünschte Maß zwischen den Bauteilen abzugreifen. Ein zweiter Vorteil ist die ge-

ringe Messzeit. Mit dem bei der vorliegenden Messung eingesetzten Imager 5010 von Zoller+Fröhlich mit einer Reichweite von 190 m und einer Messrate von 1 Mio. Punkten pro Sekunde konnte das gesamte Bauwerk mit 24 Scans in einem knappen Tag (sechs Stunden) erfasst werden. Im Gegensatz dazu wurden für die Einmessung der Miniprismen zwei Tage benötigt. Wesentlich für die Beurteilung, ob sich der Laser für die Messung von Verformungen

Genauigkeitsparameter des Scanners

Winkelmessgenauigkeit	horizontal	$\pm 0,004^\circ$ (0,072 mrad)
	vertikal	$\pm 0,003^\circ$ (0,055 mrad)
Entfernung		≤ 1 mm

des Bauwerks eignet, ist eine Genauigkeitsabschätzung der Messergebnisse. Hierbei spielen die Kalibrierdaten des Scanners und die Genauigkeit beim Zusammenfügen der Einzelscans (Registrierung) eine entscheidende Rolle.

Die eigentliche Lasermessung

Messanordnung: Die acht blau gekennzeichneten Scans wurden aus Fenstern in den Ebenen drei (14 m) und sechs (25 m) der vier Pylone durchgeführt, die übrigen 16 Scans auf dem Rand des Stahltrags. Jeder Scan ergab eine Punktwolke von $20\,000 \times 10\,000$ Punkten bei einer Messzeit von rund sechs Minuten.

Üblicherweise werden die Registrierungsparameter der Einzelscans über Passmarken (Targets), die jeweils von mehreren Standpunkten aus sichtbar sind, ermittelt. Über eine räumliche Netzausgleichung entsteht dann eine zusammenhängende Punktwolke. Im vorliegenden Fall wurde die Software Scantra der Technet GmbH eingesetzt, die für die Registrierung natürliche Ebenen nutzt.

In einem mehrstufigen Prozess werden zunächst in allen Scans Ebenen detektiert. Das Programm findet in den hier vorliegenden Superhigh-Scans ca. 5 000 Ebenen pro Scan.

In der zweiten Stufe werden je zwei benachbarte Scans über das automatische Ebenen-Matching zusammengefügt. Die hohe Redundanz von bis zu 2 500 Ebenenidentitäten (im Gegensatz zu einer einstelligen Zahl von Punktidentitäten bei der Verwendung von Targets) liefert relative Genauigkeiten der Translation von unter 1 mm.

Das so entstandene Netz von Einzeltransformationen wird in der dritten Stufe mit einer räumlichen Blockausgleichung zu einem Gesamtsystem zusammengefügt. Die Lagestandardabweichungen der Einzelscans betragen im vorliegenden Fall zwei bis drei Millimeter.

Das in Abbildung 2 sichtbare Target (und weitere 13) dienen dazu, den ausgeglichenen Block der 24 Scans in das Koordinatensystem der tachymetrischen Bauvermessung zu transformieren.

Nur so war es möglich, die Messergebnisse der Lasermessung (zum Beispiel definierte Einzelpunkte auf den Stahlplatten in der Triebstockleiter) direkt mit der tachymetrischen Messung zu vergleichen.

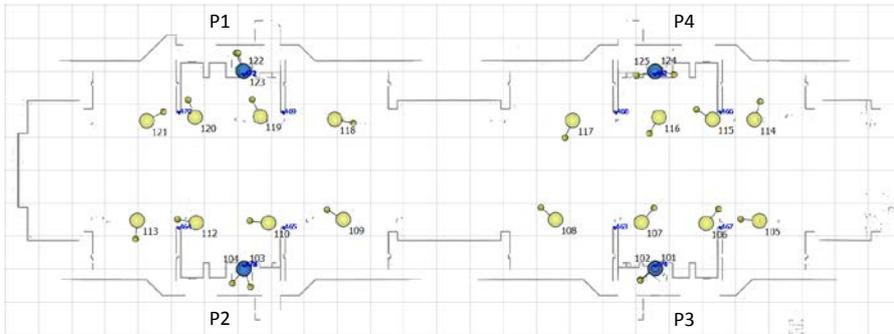


Abb. 2: Lage der 24 Scans (Quelle: Techscan GmbH)



Abb. 3: Scan auf dem Trogrand (Quelle: Techscan GmbH)

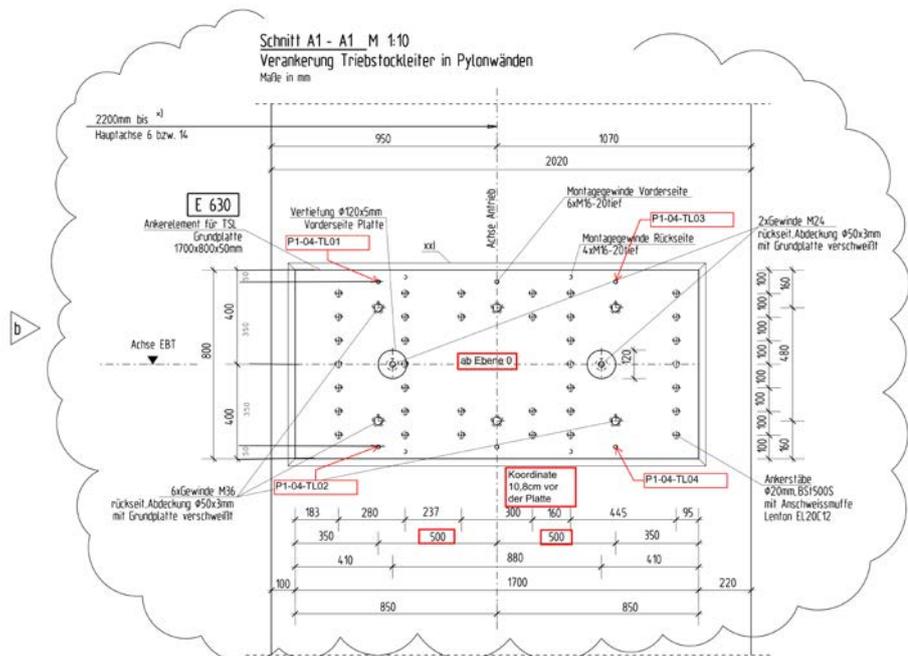


Abb. 4: Vier Messpunkte auf den Stahlplatten der Triebstockleitern (rot umrandet) (Quelle: ARGE)

Triebstockleiter

		P1			P2			Abstand
		x	y	z	x	y	z	
E0	1	-14,4365	51,7955	2,0073	-36,2611	33,9763	1,9852	28,1751
	2	-14,4444	51,8011	1,5374	-36,2594	33,9783	1,5286	28,1700
	3	-13,8034	51,0135	2,0021	-35,6211	33,1928	1,9923	28,1707
	4	-13,8053	51,0123	1,5058	-35,6195	33,1949	1,5047	28,1659
E1	1	-14,4371	51,7894	6,1328	-36,2617	33,9694	6,1169	28,1756
	2	-14,4374	51,7898	5,658	-36,2623	33,9696	5,6395	28,1760
	3	-13,8013	51,01	6,1297	-35,6336	33,1998	6,1171	28,1754
	4	-13,8006	51,0113	5,6554	-35,6258	33,1952	5,6436	28,1736
E2	1	-14,4346	51,7869	10,2815	-36,2559	33,9559	10,2761	28,1800
	2	-14,436	51,7862	9,7874	-36,2572	33,9557	9,7791	28,1796
	3	-13,8067	51,0128	10,2699	-35,6203	33,1807	10,2594	28,1748
	4	-13,805	51,0147	9,8144	-35,6204	33,1813	9,7719	28,1770

Bauherr: Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, NBA Berlin
Auftraggeber: ARGE Neues Schiffshebewerk Niederfinow

Abb. 5: Auszug aus den Messergebnissen: Abstände der Messpunkte zwischen Pylon 1 und 2 (Quelle: Techscan GmbH)

Alles in allem liegt die Genauigkeit der Ergebnisse aus der Lasermessung mit rund drei Millimetern in der gleichen Größenordnung wie die der Tachymetermessung. Die Ergebnisse der Tachymetermessung wurden durch die Lasermessung bestätigt.

Es ist zu erwarten, dass durch die Weiterentwicklung der Auswertesoftware Scantra eine noch höhere Genauigkeit der Lasermessung erreicht werden kann.

Autor:

Dr.-Ing. Ulrich Schreyer
 Geschäftsführer der Techscan GmbH
 E: u.schreyer@techscan.de

Zusammenfassung der Messung

Bei der Tachymetermessung wurden die Koordinaten der fest angebrachten Mini-Prismen mit einer Standardabweichung von rund drei Millimetern über die gesamte Baustelle direkt ermittelt.

Bei der Lasermessung sind mehrere Einflussfaktoren bei der Genauigkeitsbeurteilung zu berücksichtigen.

Wegen der Nachbarschaftstreue der Blockausgleichung sind Messungen zwischen Punkten benachbarter Scans (zum Beispiel von Pylon 1 nach Pylon 2) genauer als zwischen weit entfernten Scans (zum Beispiel von Pylon 1 nach Pylon 4). Bei Abstandsmessungen über natürliche Punkte sind horizontale Anzielungen genauer als sehr schräge.

 **Wichmann**

Neue Wege der Informationsvermittlung

gis.Open präsentiert Open Content aus der Wissenschaftslandschaft der Geoinformatik.

gis.Business | **gis.Science** | **gis.Point**

www.gisOpen.de