



Vermessung umliegender Gebäude am Alfred-Döblin-Platz – im Vordergrund Laserscanner Leica HDS 7000. Foto: Laserscan Berlin

## Nachweis von Bauwerksbewegungen: U-Bahnfrohbau Oranienplatz / Dresdener Straße

Von Dipl. Ing. (FH) Michael Assig (Geschäftsführer Laserscan Berlin)

### Das Bauwerk

Unmittelbar an der Bezirksgrenze Friedrichshain-Kreuzberg und Mitte befindet sich der Zugang zu einem der zahlreichen »Geisterbahnhöfe« in Berlin. Eher unscheinbar, ebenerdig gesichert durch zwei Schlösser, übersieht man fast den Eingang in ein fast vergessenes Bauwerk. Auf dem Alfred-Döblin-Platz, mit Blick auf die Fassade der ehemaligen Städtischen Markthalle VII an der Dresdener Straße beginnt der Abstieg über eine Treppenanlage. Nach dem Einschalten der Beleuchtung eröffnen sich die Dimensionen unter Tage. Mit den ersten Schritten durch den Bahnhof fällt der Blick

auf teilweise verbaute aufgereichte Marmorsäulen mit einer genieteten, mächtigen Tragwerkskonstruktion aus Stahl. Eine Mischung aus abgestandener, modriger und öliger Luft umhüllt den Besucher und stimmt diesen auf eine spannende Entdeckungstour ein.

Der durch die AEG-Schnellbahn kurz vor dem Ersten Weltkrieg begonnene und im Rohbau 1914 fertig gestellte Bahnhof zählte zu den geplanten Stationen der sogenannten GN-Bahn (Gesundbrunnen-Neukölln-Bahn). Das Projekt wurde aufgrund der kriegsbedingten Schiefelage der »AEG-Schnellbahn-AG« durch das Land Berlin mit



Abwicklung eines Panoramafotos – Bereich Marmorsäulen mit nachträglich eingebrachten Wänden durch die BEWAG.

der direkt beauftragten »Nord-Süd-Bahn AG« fortgeführt. Dabei beschloss die Stadt eine Verlegung der Linie über den Moritzplatz, um die Anbindung an das vorhandene Straßenbahnnetz besser nutzen zu können und dem Kaufhaus Wertheim einen U-Bahnanschluss zu verschaffen. Angeblich soll sich der Kaufhauskonzern an diesem auch finanziell beteiligt haben.

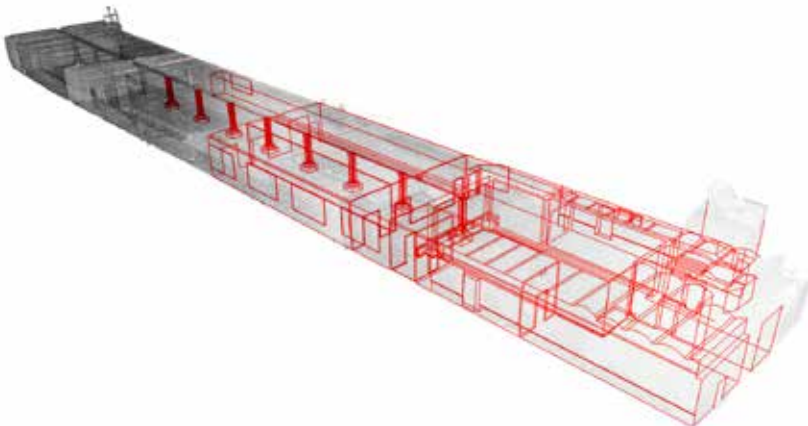
Das nun verwaiste Bauwerk diente als Materiallager der BVG (Berliner Verkehrsbetriebe) und ab 1927 als Schaltzentrale der BEWAG (Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG). Diese änderten Ende der 1980er Jahre ihr Versorgungsnetz und demontierten die komplette Anlage. Zurück blieb der heutige Rohbau mit vereinzelt Umbau-

ten, nun in den Händen des Berliner Senates.

Im Norden schließt sich unmittelbar an diesen Bahnhof ein weiterer, noch größerer Tunnelabschnitt an. Dieser wurde als eingleisiger Verbindungstunnel zum bestehenden AEG-Tunnel (heute U-Bahnlinie 8) errichtet und diente während des Zweiten Weltkrieges als Luftschutzbunker für Mütter und Kinder.

### Die Aufgabe

Im Auftrag der Berliner Unterwelten e.V. soll das Bauwerk auf mögliche Bewegungen im Untergrund kontrolliert werden. Für eine bessere Veranschaulichung und Interpretation der Ergebnisse muss das direkt da-



Scandaten und Kantenmodell – isometrische Ansicht der baulichen Anlage. Screenshot: Laserscan Berlin



Foto: Laserscan Berlin

rüber liegende Areal der Dresdener Straße mit dem anschließenden Alfred-Döblin- und Oranienplatz in Bezug gebracht werden. Durch wiederholtes Vermessen der Anlage in einem frei definierten Zeitintervall können durch den direkten Vergleich der Messergebnisse mögliche Setzungen (Bewegungen in der Höhe) oder andere Bewegungen in der Lage nachgewiesen werden. Außerdem gilt es, die Giebelwand des Tunnelbauwerks in Richtung Oranienplatz besonders aufmerksam zu kontrollieren. Diese wurde bauhistorisch nicht mit der gleichen Aufmerksamkeit und Sorgfalt wie das restliche Stahlbetonwerk hergestellt

### Die Vermessung

Mit einem Vermessungsingenieur und einem -techniker wurde der Einsatz geplant und durchgeführt. Als Vermessungsgeräte kamen neben einem klassischen Leica-Tachymeter zur punktuellen Erfassung von Geometrieinformationen, der Beobachtung von speziellen Kontrollpunkten und der Bestimmung von Passpunkten für eine spätere Referenzierung der Punktwolke auch der Leica-Laserscanner HDS 7000 zum Einsatz. Mit dem Laserscanner wird das Bauwerk von mehreren Standpunkten aus mit einem Laserstrahl rasterartig abgetastet. Diese Messungen werden je nach eingestellter

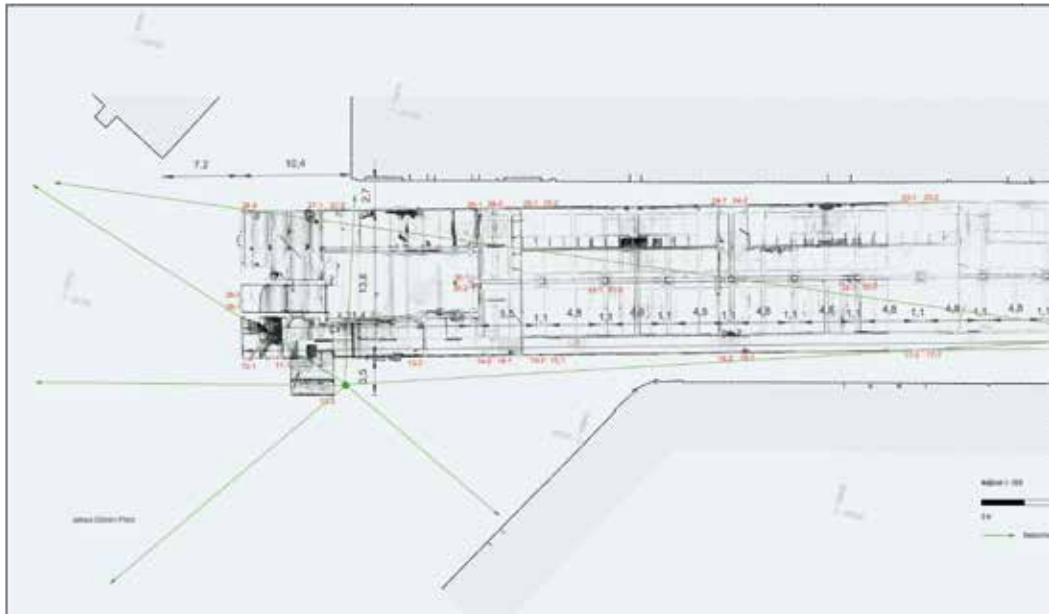


Vermessung der Giebelwand in südlicher Richtung zum Oranienplatz. Foto: Laserscan Berlin





Vermessungssysteme Leica TCRA1202+ und Leica HDS7000. Foto: Laserscan Berlin



Grundriss CAD-Plan mit Messmarken und Anschlussrichtungen. CAD: Laserscan Berlin

Entfernung und Messgenauigkeit bis zu 1 Mio. Mal pro Sekunde auf jedem Standpunkt durchgeführt. Jeder Einzelpunkt der Punktwolke ist durch eine dreidimensionale, georeferenzierte Koordinate definiert. Mit dieser Gerätekombination können bei Wahl der passenden Messmethodik Genauigkeiten im wenigen Millimeterbereich erzielt werden. Dieser hohe Anspruch stellt die Grundlage für den Nachweis möglicher Bewegung des gesamten Bauwerkes im Erdreich, da deutliche Deformationen nicht zu erwarten sind. Solche wären z. B. bei unmittelbaren Arbeiten im Tiefbau, z. B. Rammarbeiten an den äußeren Tunnelwänden nachzuweisen.

Mittels GPS (Global Position System) wurden auf dem Alfred-Döblin- und Oranienplatz Anschlusspunkte an das amtliche Landeskoordinatensystem (Soldner Netz 88) von Berlin geschaffen. Diese dienen als Referenzpunkte für ein einheitliches Koordinatensystem jeglicher Vermessung in Berlin und speziell für die geplanten Wiederholungsmessungen am U-Bahnhof. In einer netzartigen Beobachtung mit dem Leica-

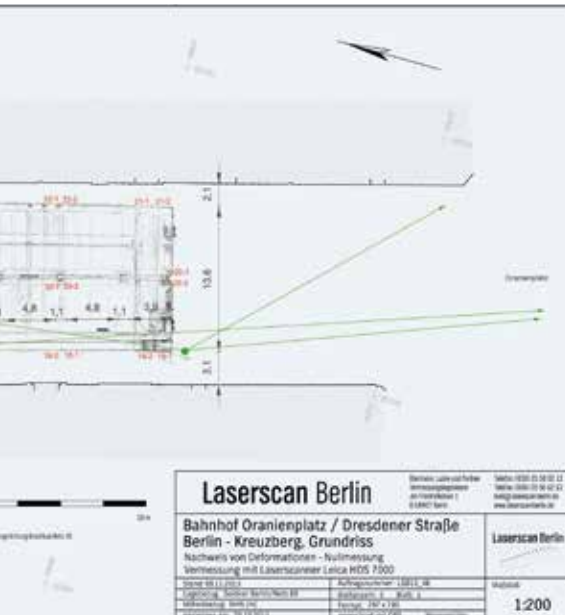


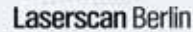
Messmarke. Foto: Laserscan Berlin

Tachymeter konnten nun weitere Vermessungspunkte im Bereich des Ein- und Ausstieges des Bahnhofes mit speziellen Reflexfolien an unscheinbaren Flächen (z. B. Laternen oder Fassaden) bestimmt werden. In der Regel sind drei dieser Vermessungspunkte notwendig, um eine mathematisch eindeutige Positionierung des Messgerätes zu gewährleisten.

Mit dem Prinzip der Polygonierung werden nun über mehrere Standpunkte die einzelnen Referenzpunkte des Laserscanners und spezielle Messmarken im Bauwerk bestimmt. Die Messmarken sind besondere Beobachtungspunkte, welche an neuralgischen Orten, wie Pfeilerfundamenten oder Wänden profilhaft angebracht wurden. Mit einem speziell entwickelten Klebemittel sind die Marken mit dem feuchten und teilweise losen Mauerwerk fest verbunden. Der Klebstoff zieht dabei in den Untergrund ein und härtet diesen aus. Dies ist notwendig, um eine feste Einheit zwischen Messpunkt und Mauerwerk zu gewährleisten. Die Vermessung des Punktes lässt somit Rückschlüsse auf eine Bewegung der gesamten Wand zu.

Zusätzliche Beobachtungen mit dem Laserscanner können nun bei Verdacht (bei nachgewiesenen Bewegungen der Messmarken) deutlich feinere Aussagen zur möglichen Verformung einer Wand oder eines Pfeilers liefern. Durch das Ineinanderverblenden von Scandaten unterschiedlicher Messperioden können mittels der isochro-





Am Friedrichshain 1 · 10407 Berlin  
 www.laserscan-berlin.de · mail@laserscan-berlin.de  
 Telefon: (030) 25 56 62 12 · Telefax: (030) 25 56 62 13

Protokoll vom 19.12.2013

Deformationsmessung Bahnhof Oranienplatz / Dresdener Straße  
 Berlin-Kreuzberg

Messgerät: Leica TCRA 1202+

ΔZ ab 9mm

ΔZ bis 6mm

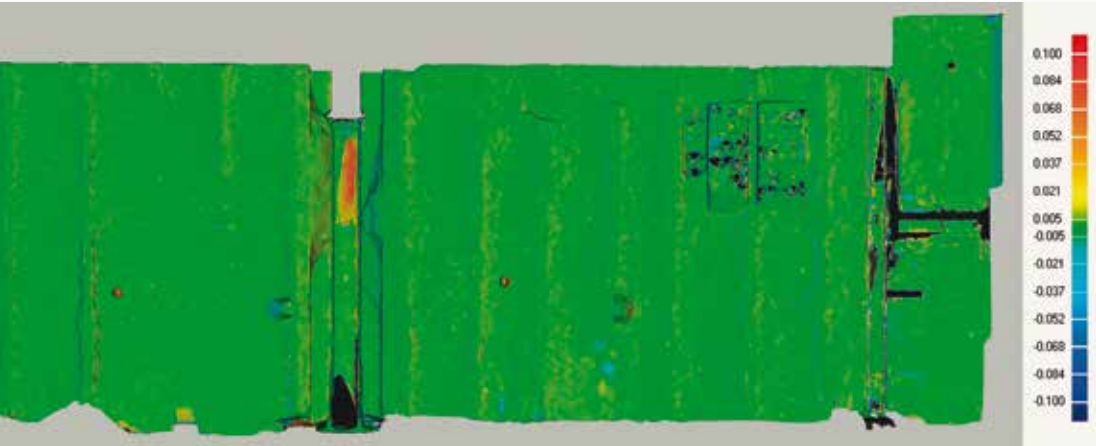
ΔZ bis 3mm

gemessen:

Messpunkt	Standort	29.10.2013		18.12.2013	
		Z (Nullmessung)	Z (1. Wdhlg.messung)	Z (1. Wdhlg.messung)	ΔZ (Null-Wdhlg.)
10-1	Wand	31,498	31,499	31,499	-1
11-1	Wand	31,388	31,389	31,389	-1
12-2	Wand	32,123	32,123	32,124	-1
13-2	Wand	31,125	31,127	31,127	-2
14-1	Wand	31,240	31,240	31,240	0
14-2	Wand	31,240	31,240	31,240	0
15-1	Wand	31,187	31,188	31,188	-1
15-2	Wand	31,186	31,188	31,188	-2
16-1	Wand	31,314	31,315	31,315	-1
16-2	Wand	31,313	31,315	31,315	-2
17-1	Wand	31,310	31,310	31,310	0
17-2	Wand	31,311	31,311	31,311	0
18-1	Wand	31,384	31,385	31,385	-1
18-2	Wand	31,385	31,385	31,385	0
19-1	Wand	33,334	33,335	33,335	-1
19-2	Wand	33,334	33,335	33,335	-1
20-1	Stütze	31,728	31,729	31,729	-1
20-2	Stütze	31,730	31,729	31,729	1
21-1	Wand	31,435	31,436	31,436	-1
21-2	Wand	31,435	31,436	31,436	-1
22-1	Wand	31,624	31,625	31,625	-1
22-2	Wand	31,624	31,625	31,625	-1
23-1	Wand	31,343	31,344	31,344	-1
23-2	Wand	31,344	31,345	31,345	-1
24-1	Wand	31,340	31,341	31,341	-1
24-2	Wand	31,340	31,341	31,341	-1
25-1	Wand	31,329	31,330	31,330	-1
25-2	Wand	31,329	31,330	31,330	-1
26-1	Wand	31,355	31,356	31,356	-1
26-2	Wand	31,355	31,356	31,356	-1
27-1	Wand	31,585	31,586	31,586	-1
27-2	Wand	31,584	31,586	31,586	-2
28-2	Wand	31,364	zerstört	zerstört	zerstört
29-1	Wand	31,223	31,224	31,224	-1
29-2	Wand	31,223	31,225	31,225	-2
30-1	Stütze	30,298	30,299	30,299	-1
30-2	Stütze	30,296	30,297	30,297	-1
31-1	Stütze	30,538	30,538	30,538	0
31-2	Stütze	30,535	30,536	30,536	-1
32-1	Stütze	30,545	30,546	30,546	-1
32-2	Stütze	30,545	30,546	30,546	-1
33-1	Stütze	30,506	30,506	30,506	0
33-2	Stütze	30,505	30,506	30,506	-1



matischen Farbdarstellung Veränderungen sichtbar gemacht werden. Da das Laserscanning eine Beobachtungsdichte von wenigen Millimetern am Messobjekt zulässt, wären somit kleinste Ausbeulungen oder Risse dreidimensional im Mauerwerk sichtbar.



Isochromatische Farbdarstellung von Abweichungen der südlichen Tunnelwand. Screenshot: Laserscan Berlin

### Das Ergebnis

Eine erste Wiederholungsmessung ca. sechs Wochen nach der Erstvermessung (auch Nullmessung) des kompletten Bauwerkes ergab keine deutlichen Auffälligkeiten in der Höhenlage der Messmarken. Die ermittelten Differenzen von ein bis zwei Millimetern sind bei vergleichbaren Projekten als Messungenauigkeiten, u. a. hervorgerufen durch äußere Fehlereinflüsse (Temperatur, Luftdruck, etc.) sowie Ungenauigkeiten durch innere Fehler der Messgeräte und Zielfehler durch den Vermesser zu interpretieren.

Die flächige Kontrolle des südlichen Tunnelgiebels zeigt über die Spektralabbildung ebenfalls keine Abweichungen zur Nullmessung. Der größte Teil (grün) weist wenige Millimeter (0 bis 1 mm) Differenz auf. Die deutlich hervorgehobenen Bereiche an einem Stahlträger (mittig in der Abbildung) von gelb über rot und blau zeigen Bereiche, die in einer der Messungen auf Grund von Abschattungen nicht gescannt

werden konnten und nun als Ausreißer dargestellt werden.

Um eine aussagekräftige Beurteilung zur möglichen Bewegung des Bauwerkes erstellen zu können, sollte dieses in weiteren Intervallen über verschiedene Jahreszeiten vermessungstechnisch beobachtet werden. Dabei ist sicherzustellen, dass keine Messmarken im Tunnel durch Dritte beschädigt oder verändert werden.