

Geodätische Bestimmung von Deformationen der Hallenkonstruktion „Tropical Islands“

Wilfried KORTH

Beuth Hochschule für Technik, Berlin · korth@beuth-hochschule.de

1 Einführung

In den Jahren 1999 und 2000 wurde in Brand, einem Ortsteil der Gemeinde Halbe südöstlich Berlins, eine Hallenkonstruktion errichtet, welche ursprünglich als Montagehalle für Luftschiffe gedacht war. Nach Insolvenz der Cargolifter AG Mitte 2002 wurde lange nach einer anderen Nutzungsmöglichkeit für das beeindruckende Bauwerk gesucht. Es ist ca. 360m lang, 210m breit und 107m hoch und stellt das größte pfeilerlos, freitragend umbaute Luftvolumen weltweit dar: ca. 5,5 Millionen m³!

Seit 2004 beherbergt die Halle den Vergnügungs- und Freizeitpark „Tropical Islands“. Dies ist de facto eine „Fehlnutzung“. Die ursprünglichen Konzepte für das Klimaregime haben sich komplett verändert, um in der Halle für die Gäste ein tropisches Klima zu gewährleisten. Inwieweit sich diese Tatsache auf die Temperatur der Stahlkonstruktion auswirkt und damit zu größeren Deformationsbeträgen führt, ist in den folgenden Jahren nicht detailliert untersucht worden. Anlass genug, dieser Frage im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung nachzugehen.

Es wurden Messkampagnen in den Sommern 2017 und 2018 realisiert. Mittels Laserscanning und tachymetrischen Messungen sollte untersucht werden, inwieweit die großen Temperaturschwankungen der Hallenluft im oberen Bereich zu Deformationen der Stahlträger führen.



Abb. 1:
Das Tropical Islands von oben (2017)

2 Messungen

Für reine Deformationsmessungen ist die Anlage eines Grundlagentznetzes nicht zwingend erforderlich. Es reicht, wenn die Messungen immer wieder mit gleicher Technik und identischer geometrischer Konfiguration wiederholt werden. Aber natürlich ist es besser, ein

präzises Netz anzulegen und zu vermarknen. Das gestaltete sich aber in der Halle außerordentlich schwierig, da durch die tropische Vegetation nahezu keine längeren Sichten möglich sind.

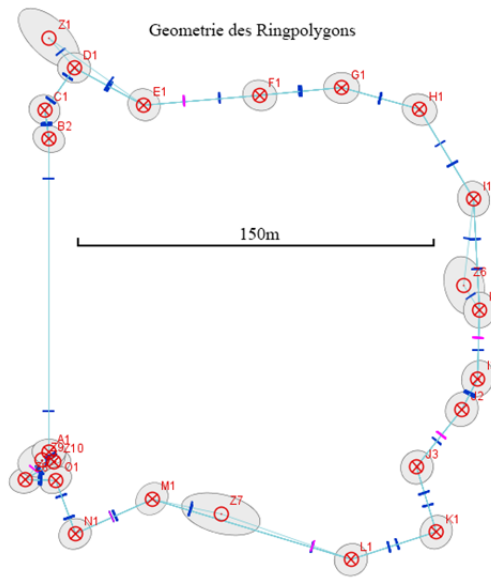


Abb. 2:
Ringpolygon in der Halle.
Die Genauigkeit der Punktbestimmung lag bei 2,2 bis 3,0 mm für die Lagekomponenten und besser 1,4 mm für die Höhe.
(Obwohl es sich um ein geometrisch ungünstiges und nur schwach kontrolliertes Netz handelt, ist eine ausreichende und homogene Genauigkeit erreicht worden. Zwangszentrierungen konnten nicht realisiert werden.)

Auf der Grundlage dieses Netzes wurden die Deformationsmessungen realisiert. Es kamen zwei Messverfahren zum Einsatz: einerseits wurden mit einem Leica TS 30 neun Kontrollmarken an einem der bogenförmigen Hauptträger gemessen, andererseits wurde der Träger im Tagesverlauf durch wiederholtes Laserscanning mit einem Leica HDS 7000 erfasst.

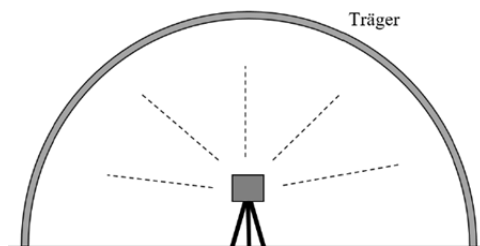


Abb. 3:
Aufnahmeconfiguration
(Höhe der Halle 107 m!)

Die relative Genauigkeit der Messungen mit dem Tachymeter lag bei weniger als $\pm 1,5$ mm. Deformationen ab einer Größe von 5 mm können damit sicher bestimmt werden. Die Einzelpunkte des Laserscannings sind etwas ungenauer, hier ist aber ein Vergleich von Punktwolken oder abgeleiteten Geometrien (Ebenen, Zylinder) möglich, die dann ebenfalls Deformationen von weniger als 5 mm sicher bestimmen lassen.

Zusätzlich zu den geodätischen Messungen konnte auf Temperaturmessungen der Betreiber der Halle zurückgegriffen werden. Die Installation eines eigenen, unabhängigen Erfassungssystems für meteorologische Parameter und Temperaturwerte des Stahls der Träger war im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchung leider nicht möglich.

3 Ergebnisse

Die Temperaturmessungen der Hallenluft zeigen einen typischen Tagesverlauf (Abb. 4). Die Hallenluft weist Temperaturänderungen von lediglich bis zu 5°C auf. Inwieweit Wärmestauereffekte direkt innen an der Außenhaut auftreten, lässt sich aus diesen Daten nicht beurteilen.

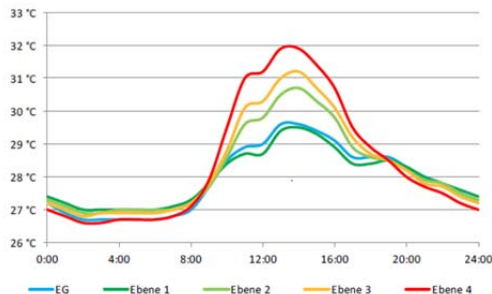


Abb. 4:

Temperaturverlauf an einem typischen Sommertag. Gegen 11 Uhr reagiert das automatische Klimasystem der Halle (Öffnung von Belüftungsklappen) Interessant sind hierbei lediglich die Ebene 4, nahe unter dem Hallendach im Vergleich zu Ebene (EG) Erdgeschoss.

Die Ergebnisse der Messungen mit beiden Messverfahren zeigen Deformationen von weniger als 1,3 cm sowohl für die Kontrollpunkte (Tab. 1), als auch für den Punktwolkenvergleich. Dieses Ergebnis deckt sich mit den aus der Temperaturkurve (Abb. 4) zu erwartenden Deformationswerten. Bei einer Länge des Trägerbogens bis an den höchsten Punkt von ca. 150 m ist eine Längenänderung von 9 mm infolge einer 5 K Temperaturänderung zu erwarten (Ausdehnungskoeffizient für Baustahl $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

Tab. 1: Beispiel für die maximalen Koordinatenunterschiede dreier Punkte an einem der Messtage.

Maximaler Abstand für Punkt 1		Maximaler Abstand für Punkt 4		Maximaler Abstand für Punkt 7	
Ost:	0.54 [cm]	Ost:	1.42 [cm]	Ost:	0.89 [cm]
Nord:	1.09 [cm]	Nord:	0.58 [cm]	Nord:	0.36 [cm]
Höhe:	0.37 [cm]	Höhe:	1.17 [cm]	Höhe:	0.44 [cm]

4 Fazit

Die ursprünglich geplante Nutzung der Halle für die Produktion und Nutzung von Cargo-Luftschiffen hätte wesentlich geringere Temperaturen und Temperaturschwankungen der Luft zur Folge gehabt. Die Nutzung als tropische Badelandschaft war bei der Konstruktion und baulichen Fertigstellung nicht absehbar.

Es war daher interessant, eventuelle Deformationen wegen nicht bekannter Temperaturschwankungen zu untersuchen. Problematische Deformationen wurden nicht nachgewiesen.

Literatur

SANDBERG, A. (2018): 3D-Deformationsmessungen und -analysen am Beispiel der Halle „Tropical Islands“, Masterarbeit, Beuth Hochschule für Technik, Berlin, 2018