

Einleitung

Für den Nachweis der Tragsicherheit eines Ingenieurbauwerks im Bestand (z. B. Sanierung, Prüfung nach DIN 1076) ist oft dessen Durchbiegung von besonderem Interesse, weil sie das gesamte Bauwerksverhalten widerspiegelt und eine umfassende Zustandsanalyse zulässt. Zur Ermittlung der vertikalen Bauwerksverformungen werden verschiedene Messverfahren bzw. -systeme eingesetzt. Bisher zählen die Laserinterferometrie und das terrestrische Laserscanning (TLS) nicht dazu. Daher wurde die Einsetzbarkeit (Feldtauglichkeit, Genauigkeit) dieser beiden Messverfahren an einem konkreten Anwendungsbeispiel geprüft.

Anwendungsbeispiel: Moosbachbrücke in Fieberbrunn (AT, Tirol)

Die Moosbachbrücke ist Teil der Eisenbahnstrecke Salzburg-Wörgl. Die Stahlbetongewölbebrücke (Baujahr 1929) besteht aus einer 34,3 m weiten und 25,4 m hohen Hauptöffnung sowie je 2 Neben- und Spargewölben (Abb. 1 und Abb. 2). Die Tragsicherheit sollte bewertet werden, um das Bauwerk nach ÖNORM EN 1991-2 einzustufen. Hierfür wurden die vertikalen Verformungen gemessen, die aus Zugüberfahrten im Regelbetrieb und aus definierten Belastungsversuchen resultierten. Die Messungen führte das Institut für Experimentelle Statik (IFES) der Hochschule Bremen mit Unterstützung der Professur Geodäsie und Photogrammetrie der Bauhaus-Universität Weimar durch.

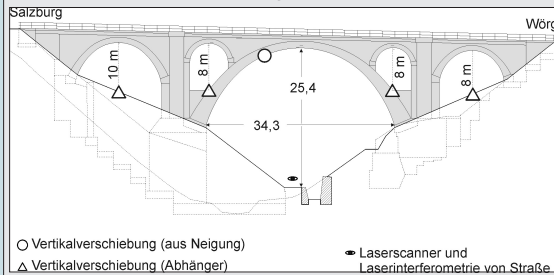


Abb. 1: Ansicht Moosbachbrücke mit Messpunkten



Abb. 2: 3D-Scan der Brücke

Verfahren zur Bestimmung von vertikalen Verformungen

Im Bauingenieurwesen werden für Durchbiegungsmessungen z. B. so genannte Abhänger eingesetzt. Diese arbeiten nach dem Extensometerprinzip. Hierzu wird ein an einem Draht hängendes Gewicht am Bauwerk befestigt und seine vertikale Wegänderung mit Wegaufnehmern gemessen (Abb. 3). Ferner werden Neigungssensoren verwendet, um mit Hilfe einer Messbasis die Höhenänderungen eines Punktes aus den gemessenen Neigungswinkeln zu berechnen (Abb. 4).

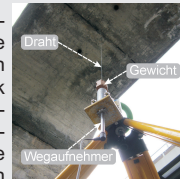


Abb. 3: Messung mit Abhänger

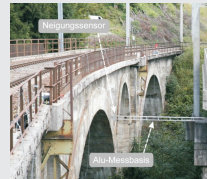


Abb. 4: Aufbau der Neigungsmessung



Abb. 5: Aufbau Laserinterferometrie u. TLS

Als Alternative bieten sich die Laserinterferometrie (Abb. 5, links und Mitte), mit der Wegänderungen mit hoher Genauigkeit, Auflösung und Frequenz ermittelt werden können sowie das TLS (Abb. 5, links und rechts) für Verformungsmessungen an. Das TLS hat in den letzten Jahren einen hohen Entwicklungsstand erreicht und kann Punkte berührungslos bis zu einer Entfernung von knapp 200 m in allen drei Dimensionen präzise einmessen.

Ergebnisse / Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Laserinterferometrie die Durchbiegungen hochpräzise und mit einer hohen zeitlichen Auflösung bestimmt werden können (Abb. 6). Mit TLS-Messungen lassen sich Durchbiegungen mit einer Genauigkeit von 0,1 mm bestimmen, allerdings bisher lediglich im quasi statischen Bereich (Abb. 7, links). Neigungs- und Abhängermessungen sind durch die Temperaturempfindlichkeit (Abb. 7, rechts) und durch die mechanischen Eigenschaften der Messsysteme (Trägheit bei kinematischen Anregungen) weniger gut geeignet. Für die relative Extremwertmessung liefern sie jedoch gute Übereinstimmungen (Abb. 8).

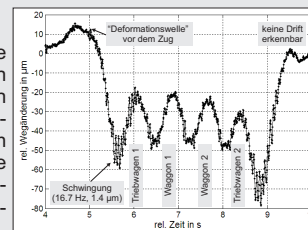


Abb. 6: Analyse einer Messung mit Laserinterferometrie (schnelle Überfahrt)

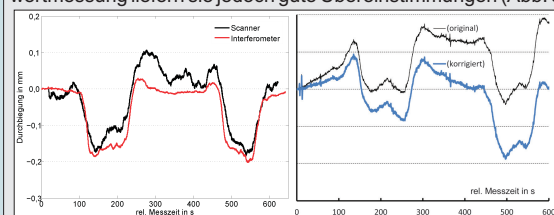


Abb. 7: Messung eines Belastungsversuchs mit Laserinterferometrie und TLS (links) sowie Neigungssensor (rechts)

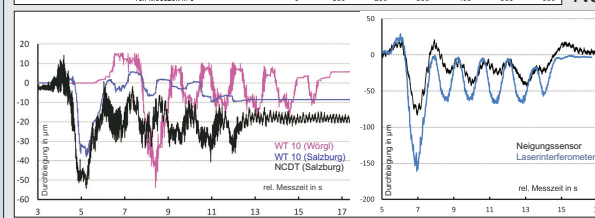


Abb. 8: Messung einer Personenzugüberfahrt mit Abhängern (links) sowie Neigungssensor und Laserinterferometer (rechts)