

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 132 (2006)
Heft: 20: Form geben

Artikel: Die zählende Brücke
Autor: Kerland, Gösta / Huber, Heribert / Zwicky, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-107948>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 27.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Gösta Kerland, Heribert Huber, Peter Zwicky

Die zählende Brücke

Die Reussbrücke der A2 bei Wassen wurde in einem Pilotprojekt mit einem Fernüberwachungssystem instrumentiert. Im Rahmen dieses Monitorings wird das dynamische Verhalten des Bauwerks unter Verkehr laufend untersucht. Die Messungen sind so genau, dass sie auch Auskunft über das Schwerverkehrsaufkommen und die Verteilung der Fahrzeug-Gewichtsklassen geben.

1

Die Reussbrücke der A2 bei Wassen vom südlichen Widerlager aus gesehen
(Bilder und Pläne: Basler & Hofmann)

Bauwerke bewegen sich. Eine Brücke gibt unter der Last des darüberrollenden Verkehrs nach, sie verändert ihre Länge unter dem Einfluss von Temperatur und Sonneneinstrahlung, und nicht zuletzt kann es durch Alterungsprozesse oder Korrosion zu bleibenden Veränderungen in ihrer Tragwerksstruktur kommen. Viele dieser Veränderungen werden statisch berechnet oder in regelmässigen Abständen kontrolliert – kontinuierlich gemessen werden sie fast nie. Dauermessungen liefern jedoch die aufschlussreichsten Resultate. Mit dem an der Reussbrücke bei Wassen installierten Fernüberwachungssystem lassen sich Aussagen über das Schwerverkehrsaufkommen auf der stark befahrenen A2 machen und auch neue Erkenntnisse über die Bemessung von Fahrbahnübergängen gewinnen. Eventuelle Tragwerkschäden werden ebenfalls frühzeitig vom System erfasst.

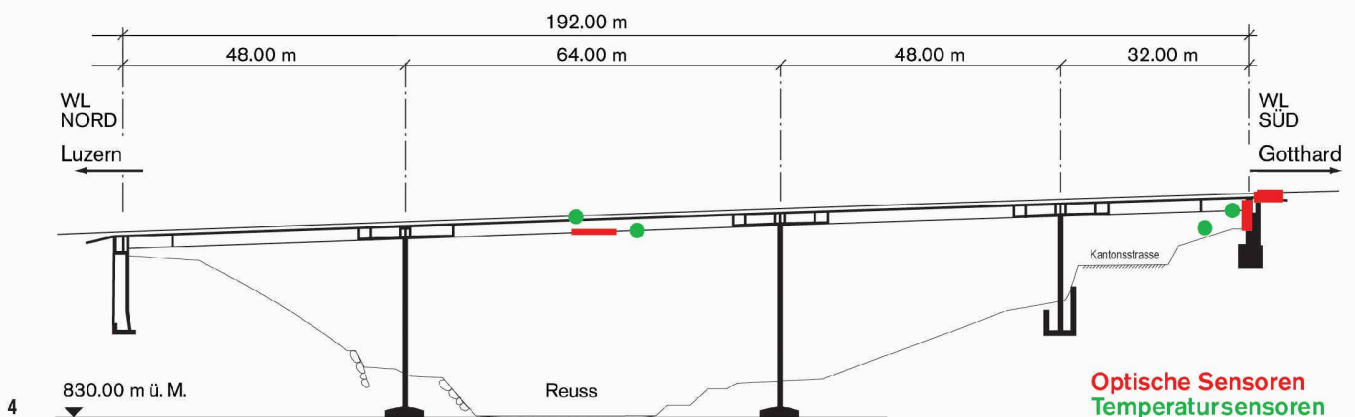
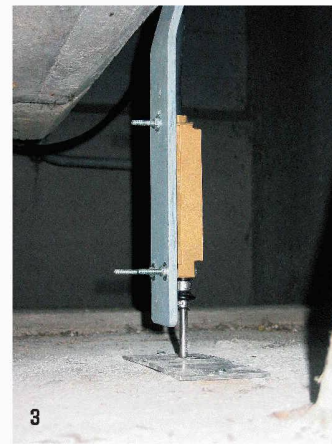
Gedämpftes Licht als Messgrösse

Die 1972 erbaute Autobahnbrücke der A2 bei Wassen überspannt die Reuss sowie die Kantonsstrasse auf einer Länge von 192 m (Fahrtrichtung Gotthard) bzw. 232 m (Fahrtrichtung Luzern). Die Zwillingsbrücke besteht aus zwei schwimmend gelagerten, parallelen

2
Optische Saite mit Temperatursensor (gelb markiert) an der unteren Kastenplatte des Hauptfeldes. Mit den Messdaten lassen sich Spannungen in der Bewehrung ermitteln



3
Extensometer am Widerlager Süd messen die Einsenkungen, die durch Lastwagen verursacht werden



4
Die Bergspur in Fahrtrichtung Süd wurde mit optischen und Temperatursensoren ausgestattet. Mst. 1:1250

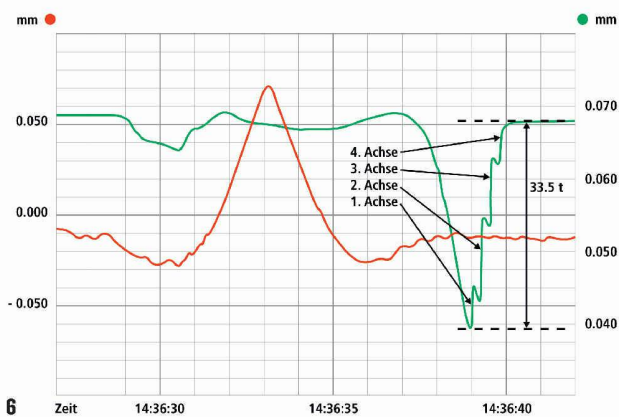
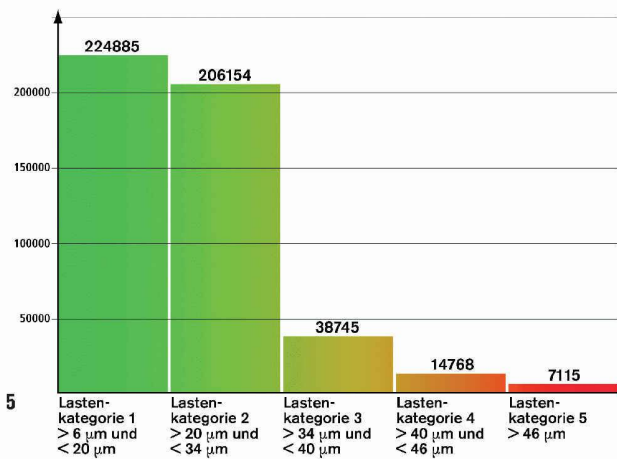
Spannbeton-Hohlkastenträgern (Bilder 1 und 4). Die südliche Brücke wurde nach dem schweren Unwetter vom August 1987 bis 1989 rekonstruiert. Dabei kamen auch Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen bei den Brückenträgern und Fahrbahnen zur Ausführung. Auf Grund einer 1994 vorgenommenen Zustandserfassung sind 1997 noch die Pfeiler umfassend instand gesetzt worden (siehe «Schweizer Ingenieur und Architekt», Nr. 16-17/1998, S. 262–263).

Für das Monitoring wurde einer der beiden Brückenträger mit vier optischen Sensoren ausgestattet (Bild 4). Das Funktionsprinzip der Instrumente ist einfach: Eine Lichtquelle sendet Signale durch Lichtwellenkabel zu einem optischen Sensor. Sobald der Lichtwellenleiter gekrümmt wird, wird ein Teil des Lichts abgestrahlt und geht «verloren». Der Sensor meldet die Dämpfung des Lichts, die proportional zur Längenänderung des Lichtwellenleiters ist. Mit diesem Prinzip lassen sich die unterschiedlichsten Verformungen an Bauwerken punktuell und auch über längere Strecken erfassen. An der Reussbrücke Wassen kommen verschiedene Sensoren zum Einsatz: Im Hauptfeld der Brücke ist eine 5 m lange so genannte optische Saite angebracht (Bilder 2

und 4). Sie misst Dehnungen im Hauptfeld und ermöglicht so Rückschlüsse auf Spannungen in der Brückenbewehrung. Am südlichen Widerlager erfassen zwei optische Extensometer die Einsenkung der Lager, wenn grosse Lasten darüberrollen (Bild 3). Ein Taststift überträgt die Bewegung ins Innere des Sensors, wo sie in ein optisches Signal umgewandelt wird. Ein Extensometer für grössere Längenänderungen von bis zu 12 cm misst Veränderungen in der Fugenöffnung unter dem Fahrbahnübergang. Um Zusammenhänge zwischen den Bauwerksveränderungen und der Temperatur zu erfassen, wurden zudem vier Temperatursensoren in der Nähe der optischen Sensoren angebracht (Bild 4).

Online-Monitoring vom Büro aus

Sämtliche Sensoren an der Reussbrücke Wassen sind vernetzt: Die optischen Signale werden in einer Monitoring-Station in digitale Daten umgewandelt und auf einem Server gespeichert. Von dort aus können sie von jedem Ort mit Internetanschluss mit einem PC abgerufen und als Grafik angezeigt werden. Werden bestimmte, vorher definierte Werte überschritten, löst das System automatisch Alarm per SMS oder E-Mail aus.



5
Kalibrierung mit einem LKW: Verlauf der Dehnungen in Brückenmitte (rot) und der Kompression des südlichen Widerlagers (grün). Massstab Bilder 5 und 6: 1 µm Komprimierung des Extensometers entspricht ca. 1 t Last

6
Die Verteilung des Schwerverkehrs in Fahrtrichtung Süd auf der Reussbrücke Wassen im Zeitraum vom 6. 7. 2004 bis 6. 9. 2005

Dieser Funktion kommt beim Pilotprojekt Reussbrücke keine zentrale Bedeutung zu. Sie ist vor allem bei der Überwachung von sensiblen geotechnischen Strukturen, wie anspruchsvollen Baugruben, von Interesse.

Eine «Waage» unter Verkehr

Sobald ein Lastwagen auf die Brücke fährt, wird das Gewicht des Fahrzeugs Achse für Achse vom Widerlager auf das Bauwerk übertragen. Die Einsenkung der Lager ist direkt mit der Achslast korreliert. Nach Installation der Sensoren werden einige Kalibrierfahrten durchgeführt, um den baulichen Besonderheiten der Brücke gerecht zu werden. Die Messungen zeigen, dass bei der Reussbrücke Wassen eine Lagereinsenkung von 1 µm circa 1 t Gewicht entspricht. Demnach messen die Extensometer an den Widerlagern die Tonnage eines Lastwagens als Waage unter fließendem Verkehr auf 1 t genau. Bild 5 zeigt die Messwerte einer Kalibrierfahrt auf der Reussbrücke Wassen mit einem vierachsigen LKW mit 33.5 t Gewicht. Der LKW erreicht zunächst die Brückenmitte, was zu einer Dehnung im Hauptfeld führt, die von der optischen Saite erfasst wird. Vor dem Verlassen des Bauwerks werden die letzten beiden

Widerlager komprimiert und Achse für Achse wieder entlastet. Auswertungen über einen Zeitraum von drei Monaten zeigen die Verteilung der Gewichtsklassen auf der Pilotbrücke (Bild 6): Wie erwartet fallen die meisten Lastwagen in die Kategorien 15 bis 35 t. Einige Fahrzeuge sind jedoch deutlich schwerer – zu schwer gemäss den Schweizer Strassenverkehrsvorschriften. Die dynamische «Waage» erweist sich damit auch als geeignetes Instrument für die Verkehrsüberwachung. Denkbar wäre beispielsweise, die Sensoren am Widerlager mit einer Videokamera zu koppeln, sodass die Verkehrspolizei auffällige Fahrzeuge an einem späteren Kontrollposten überprüfen kann.

Optimierung von Fahrbahnübergängen

Dehnfugen an den Fahrbahnübergängen von Brücken werden in der Regel mit einem deutlichen Sicherheitszuschlag dimensioniert. Bisher liegen keine Messungen der dynamischen Längenveränderungen einer Brücke im Jahresverlauf vor. Eine Dehnfuge, die grösser als notwendig ausgelegt ist, führt jedoch zu beträchtlich höheren Bau- und Unterhaltskosten. Mit dem kontinuierlichen Monitoring der Fahrbahnübergänge an der Reussbrücke Wassen sollte deshalb ermittelt werden, wie gross der Dehnweg im Jahresverlauf tatsächlich ist. Damit lassen sich neue Erkenntnisse für die Bemessung von Fahrbahnübergängen gewinnen.

Messung des dynamischen Verhaltens

Wird ein Bauwerk nur von Zeit zu Zeit vermessen, bilden die einzelnen Messwerte das tatsächliche Bauwerksverhalten nicht adäquat ab. Eine zeitweilige Überlastung der Struktur wird nicht erfasst, wenn sie ausserhalb des Messzeitraums auftritt. Sie kann aber beträchtliche Auswirkungen auf das weitere Bauwerksverhalten und die Nutzungsdauer haben. Bei einem kontinuierlichen Monitoring-System, wie es an der Reussbrücke Wassen installiert wurde, erfasst die optische Saite in der Mitte des Hauptfelds die Dehnungen im Bauwerk laufend. Aus den Messwerten können Rückschlüsse auf Spannungen in der Bewehrung gezogen und Tragwerkschäden frühzeitig erkannt werden. Unterhaltsbeziehungsweise Instandsetzungsarbeiten können so zu einem günstigen Zeitpunkt in Angriff genommen werden.

Von der Brücke bis zum Bahnhofsdach

Brücken sind eines von vielen Einsatzgebieten für das Online-Monitoring-System mit optischen Sensoren. Wo das Verhalten von Strukturen kontinuierlich beobachtet werden soll, bietet die Fernüberwachung eine komfortable Lösung. Derzeit wird das System bei Baugruben am Gotthard-Basistunnel und am neuen Bahnhofsdach in Bern eingesetzt. Mit der Verkehrsüberwachung, wie sie an der Reussbrücke Wassen erprobt wurde, kommt eine weitere interessante Anwendung hinzu.

Gösta Kerland, dipl. Bauing. ETH, Swiss Re
 Heribert Huber, dipl. Bauing. ETH,
 Heribert Huber Consulting, Schattdorf
 Peter Zwicky, dipl. Bauing. ETH, Basler & Hofmann,
 Ingenieure und Planer AG, Zürich
 peter.zwicky@bhz.ch