

Crowdsourcing Bridge Dynamics Monitoring with Smartphones

Student



Fabio Vecelli

Ausgangslage: Um die Sicherheit und Langlebigkeit von Brücken zu gewährleisten, bildet das Structural Health Monitoring ein wichtiger Bestandteil im Lebenszyklus einer Brücke. Stationäre Sensoren, wie zum Beispiel Akzelerometer oder Geophones können das dynamische Verhalten (Eigenmoden und -frequenzen) von Baustrukturen aufzeichnen und Informationen über den Zustand hergeben. Da diese Methode mit Nachteilen, wie kostspieliger Installation und Betrieb, behaftet ist, wurde eine neue Methode mit Smartphones ausgetestet. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Smartphones eingesetzt, die stationär wie auch dynamisch in bewegten Fahrzeugen, Modaleigenschaften von Brücken aufzeichneten. Zur Datenverifikation wurden OST-eigene Geophones eingesetzt, sowie Modellsimulationen durchgeführt.

Vorgehen: Die Geo- und Smartphones wurden im stationären Verfahren als erstes an einem normierten Stahlträger HEB 120 eingesetzt. Dadurch konnte die Methode und die Messgeräte in einer kontrollierten Umgebung getestet werden. Beim Versuch wurde der Stahlträger mittels Hammerschlägen in Schwingung gesetzt.

Darauf wurde eine Messung an einer Strassenbrücke aus Stahlbeton durchgeführt. Zuerst wurde wieder eine stationäre Messung durchgeführt, anschliessend wurden Smartphones in ein Fahrzeug gelegt, um dynamische Messungen während kontrollierten Brückenquerungen durchzuführen.

Im letzten Versuch wurden an einer Bahnbrücke aus Spannbeton mit Geophones stationäre Messungen und mit Smartphones dynamische Messungen durch Zugsüberfahrten getestet.

Bei allen Versuchen wurden im Vorfeld Simulationen mit der Software STATIK 9 durchgeführt, die als Referenz für die Datenanalyse dienten und dabei halfen, die Messergebnisse mit den theoretisch erwarteten Werten zu vergleichen.

Ergebnis: Die Versuche zeigten, dass sich die Smartphones für die Überwachung des dynamischen Verhaltens von Brücken eigneten. Die Eigenfrequenzen der Brücken konnten erfolgreich gemessen und in der Datenanalyse extrahiert werden. Vor allem die gemessenen Modalfrequenzen der Bahnbrücke ähnelten sich stark mit den Simulationen.

Bei der Strassenbrücke wurde aufgrund der komplexen Struktur eine Sensitivitätsanalyse der Simulation durchgeführt. Dennoch konnten aus den dynamischen Messungen ähnliche Modalfrequenzen gefunden werden.

Die Geophones zeigten anfanglich noch Störfrequenzen auf, die nicht zur Eigenfrequenz der gemessenen Objekten passten. Auch Probleme mit der Zeitsynchronisation zwischen den Messgeräten erschwerten die Analyse der Eigenmoden. Nach einer gründlichen Überprüfung der Geophones bei der EMPA konnten die Ursachen teilweise behoben

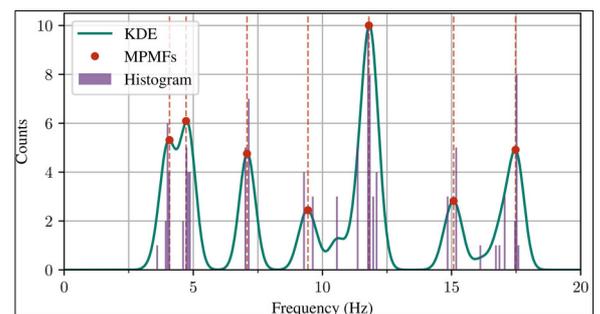
werden.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass sich Smartphones dazu eignen, im dynamischen Verfahren umfassende Schwingungsdaten von Brücken messen lassen.

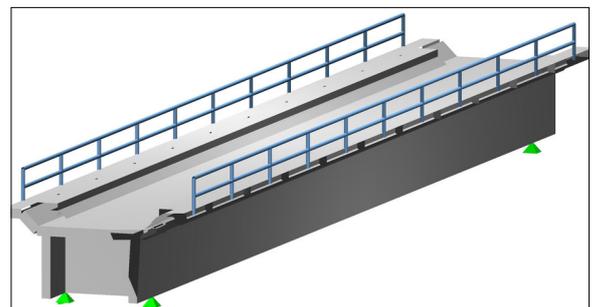
Zeitgleich dynamische (Auto) und stationäre (Geophones) Messung der Strassenbrücke. Eigene Darstellung



Die Frequenzen, die am stärksten und häufigsten auftraten wurden als Modalfrequenz der Brücke identifiziert. Patrik Müller, ICAI



Realitätsnahe Modellsimulationen wurden als Referenz zu den Datenanalysen verwendet. Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Ivan Marković

Themengebiet Civil Engineering

Projektpartner
ICAI Interdisciplinary
Center for Artificial
Intelligence, OST
Ostschweizer
Fachhochschule,
Rapperswil, SG