

Dehnfuge und Lager ermitteln Verkehrslast und überwachen Brücken

Neue Mess- und Auswertungssysteme von MAURER sind in gängige Brückenbauteile integriert.

München. Die Echtzeit-Überwachung von Brücken ohne Vor-Ort-Inspektion wird immer praktikabler. MAURER entwickelt und betreibt im Rahmen des ‚Digitalen Testfelds Autobahn (DTA)‘ Messsysteme in zwei Kalottenlagern und einer Dehnfuge – wobei die Betonung auf dem kleinen Wörtchen ‚in‘ liegt: Diverse Sensoren sind in die Bauteile integriert, die ohnehin bei nahezu jeder größeren Brücke eingebaut werden müssen.

Die instrumentierten Bauteile gehören u. a. zum laufenden Pilotprojekt ‚Intelligente Brücke im Digitalen Testfeld Autobahn‘ des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI), das von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) durchgeführt wird. Die MMS-Kalottenlager und die MMS-Dehnfuge (MMS für MAURER Monitoring System) wurden über Jahre entwickelt und 2016 bei einer Ersatzneubaubrücke am Autobahnkreuz Nürnberg (Bauwerk BW402e) eingebaut. „Die Dehnfuge sowie zwei Lager an der Achse 40 haben den ersten Praxistest bestanden“, berichtet Projektleiterin Dr.-Ing. Christiane Butz von MAURER. „Es fließen kontinuierlich Daten, die automatisch ausgewertet werden.“

Nachfolgend werden Fuge und Lager getrennt behandelt, obwohl sie natürlich im Projekt zusammengehören.

Schwenktraversen-Dehnfuge klassifiziert Fahrzeuge

Das Dehnfugenprojekt ist noch nicht abgeschlossen, hat sein zentrales Ziel aber bereits erreicht: Die MMS-Dehnfuge kann Fahrzeuge in Echtzeit klassifizieren. Ausgangspunkt war die Überlegung, dass Dehnfugen sich sehr gut zur Verkehrslastmessung eignen, da sie direkten Kontakt zu den Fahrzeugen haben und in nahezu allen größeren Brücken vorhanden sind. Neu ist, dass alle relevanten Daten (Geschwindigkeit, Last, Zeit) an ein und derselben Stelle erfasst werden.

Für die Fahrzeug-Klassifizierung werden aus dem Gesamtlastsignal jeder Fahrspur die Spitzen herausgesucht, denn sie markieren den Kontakt mit einem Reifen. Nachdem die relevanten Daten für jede Achse ausgewertet wurden, werden die Achsdaten gruppiert und der Fahrzeugtyp nach Achsanordnung und Achslast bestimmt. Dies entspricht der Funktion einer Wiegeeinrichtung mit einer Genauigkeit von derzeit etwa $\pm 10\%$ der Achslasten.

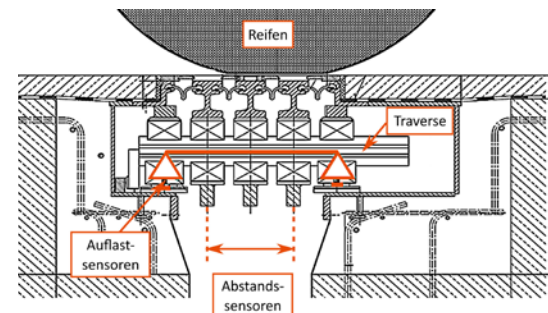
In der Summe erlauben die Daten eine relativ genaue Bestimmung der Verkehrslasten und sind unter anderem für das Wartungsmanagement der Brücke verwertbar.

Kontakt für die Presse

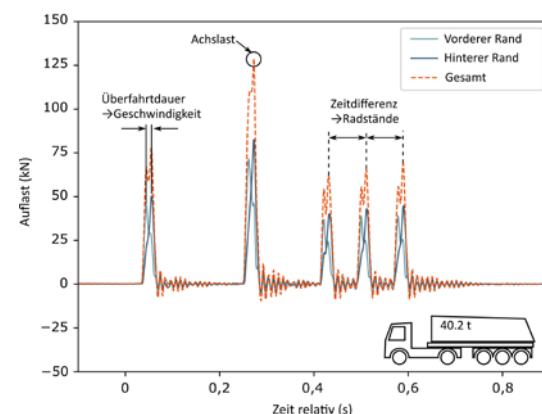
MAURER SE

Judith Klein

Leitung Marketing & Kommunikation
 Frankfurter Ring 193, 80807 München
 Telefon + 49.89.323 94-159
 Telefax + 49.89.323 94-306
 j.klein@maurer.eu, www.maurer.eu



Positionierung der Sensoren an der MMS-Dehnfuge.
 Grafik: MAURER



Ermittlung von Fahrzeugparametern aus den Messdaten der MMS-Dehnfuge am Beispiel eines fünfachsiges Sattelzschleppers bei 60 km/h.

Grafik: MAURER

Entwickelt wurde die MMS-Dehnfuge aus einer vierprofiligen, wasserdichten MAURER Schwenktraversen-Dehnfuge. Ihre Besonderheiten im Detail:

- Wägezellen in den Lagern an beiden Enden jeder Traverse ermöglichen die präzise Lokalisierung des Belastungszentrums eines Reifens auf der Fuge.
- Die Lamellen sind längs segmentiert und verringern so die gegenseitige Beeinflussung der Signale von verschiedenen Fahrspuren.
- Die Elastomerdichtungen sind so angeordnet, dass die Fuge trotz Segmentierung wasserdicht ist.
- Auf die Lamellen aufgeschweißte, rautenförmige Platten reduzieren Lärmemissionen und sorgen für einen gleichmäßigeren Kraftverlauf beim Überrollen der Reifen.
- Seilzugsensoren messen den Abstand zwischen der ersten und dritten Lamelle und liefern die effektive Spaltbreite bzw. Verschiebung.
- Beschleunigungssensoren geben Einblicke in das Schwingungsverhalten der Lamellen.

Die gesamte Signalauswertung ist in einem Schaltschrank an der Brücke untergebracht.

Kalibrierungsfahrten machen dynamische Wechselwirkungen berechenbar

Eine Herausforderung war, dass die gemessenen Werte für Last und Geschwindigkeit von den realen Werten der überfahrenden Fahrzeuge abweichen. Gründe sind die dynamischen Wechselwirkungen zwischen Reifen und Dehnfuge sowie die geschwindigkeitsabhängige Vibration der Fuge nach jeder Überfahrt.

Um diese dynamischen Effekte bewerten und rechnerisch kompensieren zu können, erfolgten im September 2016 und April 2018 Kalibrierungsfahrten mit zwei definierten LKWs: einem dreiachsigen Muldenkipper (Gesamtgewicht 27,7 t) und einem fünfachsigen Sattelzug (40,2 t). Die Tests liefen mit 5, 30, 60 und 90 km/h.

Darauf wurde zudem ein numerisches Simulationsmodell aufgebaut, das die Dynamik von Fahrzeug und Fuge sowie deren Wechselwirkungen nachbilden kann. Damit lassen sich Kalibrierungsfahrten jetzt virtuell durchführen und die Ergebnisse ermöglichen eine noch genauere Analyse. „Je besser wir die Zusammenhänge verstehen, desto genauere Ergebnisse liefern unsere Fugen, sprich: Die Messwerte werden noch genauer korrigiert“, erklärt MAURER-Entwicklungsingenieur Dr.-Ing. Daniel Rill. „Im Dehnfugen-Projekt geht es jetzt also noch ums Feintuning der Ergebnisermittlung.“

MMS Kalottenlager liefern dreistufiges Monitoring

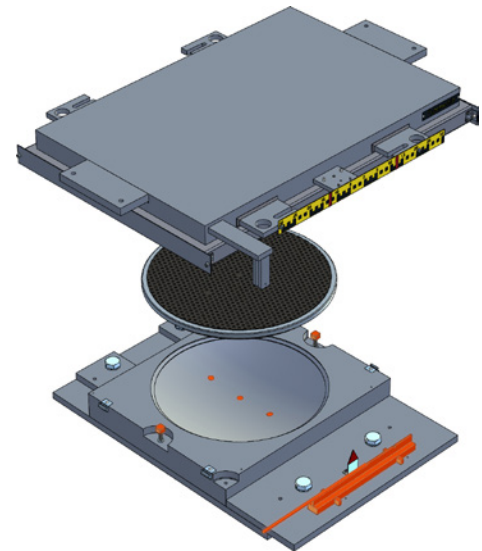
Zentrales Ergebnis des Lagerprojekts ist, dass die intelligenten MMS-Lager – neben ihrer eigentlichen Lagerfunktion – zusätzlich drei Monitoring-Bereiche abdecken:

Kontakt für die Presse

MAURER SE

Judith Klein

Leitung Marketing & Kommunikation
 Frankfurter Ring 193, 80807 München
 Telefon + 49.89.323 94-159
 Telefax + 49.89.323 94-306
 j.klein@maurer.eu, www.maurer.eu



Die Messpunkte im MMS-Kalottenlager.

Grafik: MAURER

- Ermittlung der Verkehrslasten,
- Überwachung der Brücke und
- Eigenüberwachung des Lagers.
(Anmerkung: Auch die Dehnfugen überwachen sich selbst.)

Lager sind wesentliche Elemente vieler großer Brücken, die direkt auf viele Änderungen im Brückenzustand reagieren. Daher ist das Messen und Analysieren dieser Reaktionen ideal, um Informationen über den Brückenzustand zu erhalten. Der Erfolg aus dem Projekt ist, dass die gemessenen Signale so hoch aufgelöst werden können, dass die Verkehrsbelastung abgeleitet werden kann. Die Lager fungieren also als B-WIM-System (Bridge Weigh-in-Motion).

Die beiden MMS-Kalottenlager sind mit Sensoren ausgestattet: Lager 40/1 mit Drucksensoren zur Lastmessung, Lager 40/3 darüber hinaus mit Wegsensoren für Rotation, Gleitspalt und relative Verschiebung. Die beschriebenen LKW-Kalibrierungsfahrten wurden so geplant und durchgeführt, dass die anfallenden Daten auch optimal für die Lager-Auswertung genutzt werden konnten.

Mit Hilfe eines Auswertungsalgorithmus werden in Echtzeit quasistatische und schwankende vertikale Lagerlasten, Lagerverschiebung und Rotation aus den Lagerdaten identifiziert. Verkehrslasten können so bei regulären Geschwindigkeiten von 80 bis 90 km/h auf $\pm 10\%$ genau gemessen werden.

Zudem liefern die Lager die Eigenfrequenzen der Brücke.

Monitoring mit Blick in die Zukunft

Im nächsten Schritt sollen mit einer tiefer gehenden Analyse der Haupteinflussfaktoren bessere Kompensationsalgorithmen entwickelt werden, damit die Messergebnisse noch aussagekräftiger werden. Mit einem Verständnis der Korrelation zwischen Brückenzustand und Verkehrseffekten könnten genauere Modelle für die Zustandsprognose entwickelt werden. Dies würde ein effizienteres und wirtschaftlicheres Instandhaltungsmanagement der Brückeninfrastruktur ermöglichen.

Die vom BMVI finanzierte Pilotstudie ‚Intelligente Brücke im Digitalen Testfeld Autobahn‘ ist Teil des Projectclusters ‚Intelligente Brücke‘ der BAST, das zum Nationalen Innovationsprogramm Straße gehört. Die MMS-Kalottenlager und die MMS-Dehnfuge wurden durch die Autobahndirektion Nordbayern in dem Ersatzneubauwerk BW402e (AK Nürnberg) eingebaut. Die Projekterfolge resultieren auch aus der guten und konstruktiven Zusammenarbeit der Projektpartner.

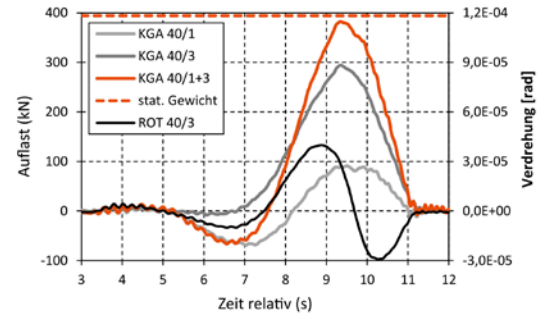
Text: 7.124 Anschläge

Kontakt für die Presse

MAURER SE

Judith Klein

Leitung Marketing & Kommunikation
Frankfurter Ring 193, 80807 München
Telefon + 49.89.323 94-159
Telefax + 49.89.323 94-306
j.klein@maurer.eu, www.maurer.eu



Lasten und Verdrehungen an den MMS-Kalottenlagern, gemessen bei der Überfahrt eines fünffachen Sattelzschleppers mit 90 wkm/h.

Grafik: MAURER

Kurzinfo MAURER SE

MAURER SE ist ein führender Spezialist im Maschinen- und Stahlbau mit weltweit über 1.000 Mitarbeitern. Das Unternehmen ist Marktführer im Bereich Bauwerksschutzsysteme (Brückenlager, Fahrbahnübergänge, Erdbebenvorrichtungen, Schwingungsdämpfer und Monitoringsysteme). Es entwickelt und fertigt darüber hinaus Schwingungsisolierung von Gebäuden und Maschinen, Achterbahnen, Riesenräder sowie Sonderkonstruktionen im Stahlbau.

MAURER ist an vielen spektakulären Großprojekten beteiligt, z. B. den weltgrößten Brückenlagern in Wasirabad, erdbebensicheren Dehnfugen an den Bosphorus-Brücken, semiaktiven Schwingungsdämpfern im Donau City Tower oder Druck-Zug-Lagern für das Zenitstadion St. Petersburg. Im Stahlbau zählen die BMW Welt und das Flughafenterminal II in München zu den Vorzeigeobjekten. Spektakuläre Fahrgeschäfte sind z. B. das weltgrößte mobile Riesenrad hi-Sky in München, die Rip-Ride-Rocket-Achterbahn in den Universal Studios Orlando oder der Fiorano GT Challenge in Abu Dhabi.

Kontakt für die Presse**MAURER SE****Judith Klein**

Leitung Marketing & Kommunikation
Frankfurter Ring 193, 80807 München
Telefon + 49.89.323 94-159
Telefax + 49.89.323 94-306
j.klein@maurer.eu, www.maurer.eu