

# Modalbasiertes Structural Health Monitoring

## Entwicklung einer Systematik zur Schädigungsanalyse von Brückenüberbauten

Institut für Massivbau und Baustofftechnologie (IMB), Abteilung Massivbau, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

### 1. Motivation und Zielsetzung

Eine effiziente Infrastruktur ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine wettbewerbsfähige Wirtschaft. Insbesondere Brückenbauwerke stellen kritische Punkte des Verkehrswegenetzes dar und können aufgrund oft fehlender Redundanzen zu erheblichen Störungen des Personen- und Güterverkehrs führen. In Deutschland befindet sich ein erheblicher Anteil der Brückenüberbauten in einem kritischen Gesundheitszustand. Daher steigt die Nachfrage nach geeigneten Monitoring Systemen um frühzeitig Schädigungsprozesse zu detektieren und gezieltere Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zu ermöglichen. Das Ziel ist es, die subjektiv beeinflussten Brückenprüfungen gemäß der DIN 1076 durch ein objektives, wirtschaftliches und zuverlässiges Monitoring System zu unterstützen um die Lebensdauer von bestehenden Brücken zu verlängern und die Unterhaltungskosten zu minimieren. Die modalen Parameter (Eigenfrequenzen, Eigenformen und modale Dämpfung) einer Struktur sind globale Parameter und sind Funktionen der physikalischen Eigenschaften einer Struktur. Folglich können strukturelle Steifigkeitsveränderungen (Schädigungsprozesse) mit Hilfe der modalen Parameter erkannt und lokalisiert werden.

### 2. Vorgehen

Für die erfolgreiche Anwendung eines modalbasierten Monitoring Systems müssen die Veränderungen der modalen Parameter infolge struktureller Veränderungen (z.B. Rissbildung) abgegrenzt werden können von Veränderungen infolge äußerer Einflüsse wie z.B. die räumlich und zeitlich variablen Steifigkeits- und Massenverhältnisse infolge von Verkehrslasten. Im Rahmen von Laborversuchen (Abbildung 1) an Stahlbetonbalken wird die Sensitivität der modalen Parameter hinsichtlich einer zunehmenden Rissbildung untersucht. Darüber hinaus wurde der Einfluss einer extern applizierten CFK-Lamellen Verstärkung auf die modalen Parameter untersucht. Anhand der in situ Messungen an Fußgängerbrücken werden insbesondere die Anforderungen an die Messtechnik unter realen Bedingungen sowie die Streuung der modalen Parameter infolge äußerer Einflüsse analysiert.

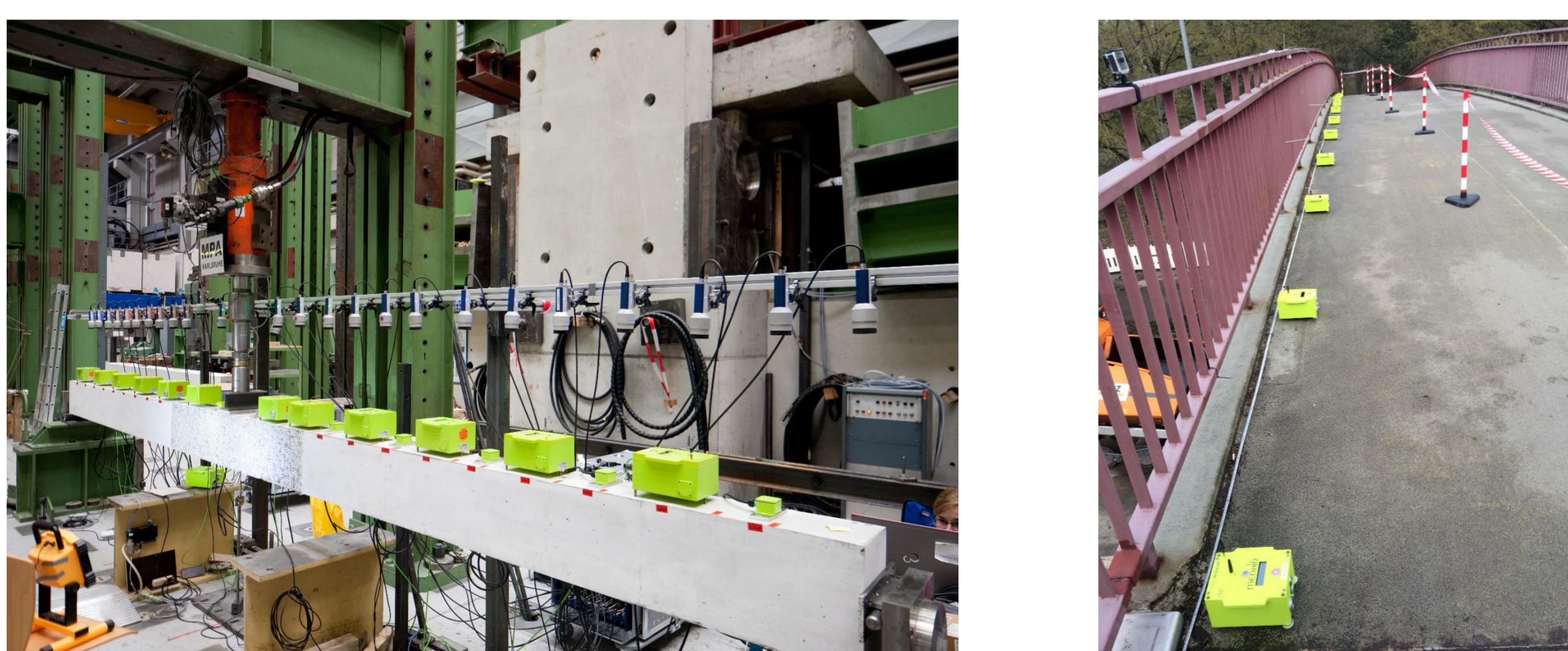


Abbildung 1: links: Laborversuche; rechts: In-Situ Messung an einer Fußgängerbrücke

Geeignete Verfahren zur Detektion und Lokalisierung von strukturellen Steifigkeitsveränderungen und deren Leistungsfähigkeit wird mit Hilfe der Messdaten evaluiert. Neben messtechnischen Untersuchungen werden die unterschiedlichen Einflussfaktoren durch die numerische Simulation von Schwingungsmessungen analysiert und mit den Ergebnissen der numerischen Modalanalyse verglichen.

### 3. Ergebnisse und Ausblick

Eine modalbasierte Schadensanalyse von Brückenüberbauten ist eine effiziente und wirtschaftliche Möglichkeit strukturelle Steifigkeitsveränderungen frühzeitig zu erkennen und zu lokalisieren. Hierbei hat sich eine Kombination aus vier verschiedenen Indikatoren als besonders leistungsstark erwiesen:

- Veränderung der Eigenfrequenzen
- Veränderung der Eigenformen
- Veränderung der Krümmung der Eigenformen
- Wavelet-Transformation (Abbildung 2)

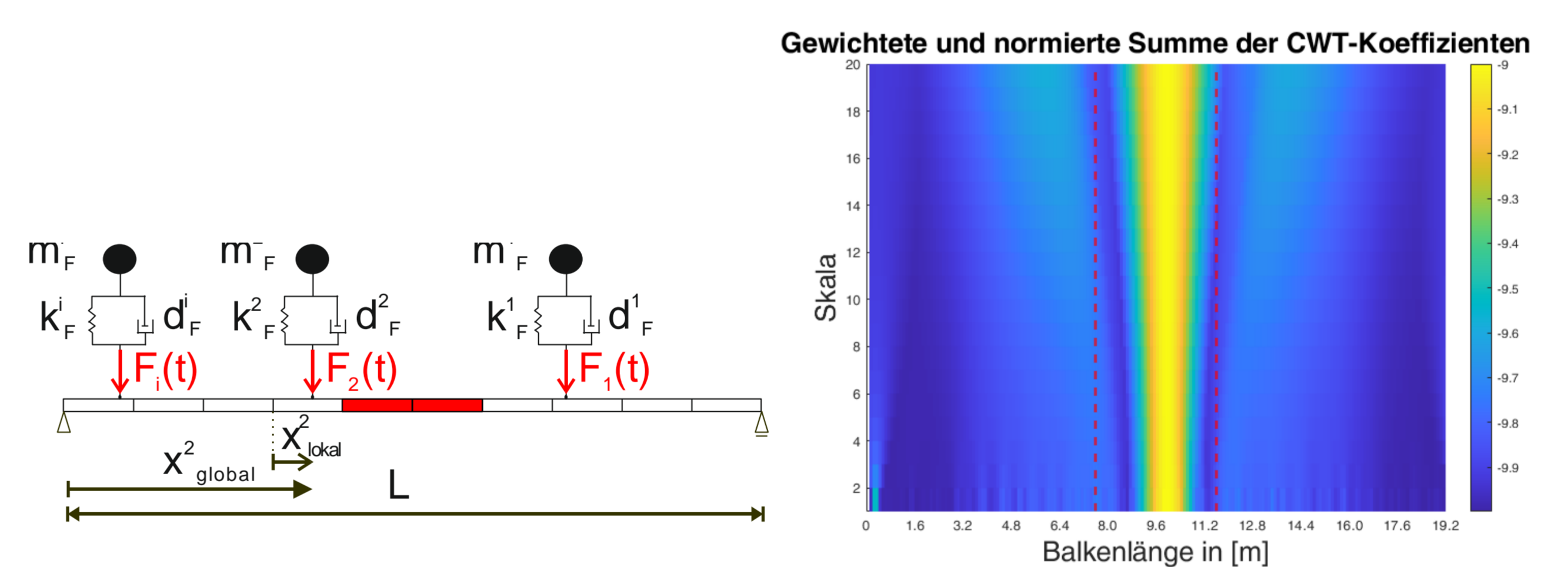


Abbildung 2: links: numerische Simulation der Fußgängerbrücke mit fiktiver Steifigkeitsveränderung in Feldmitte unter Berücksichtigung der passierenden Fußgänger; rechts: Ergebnis der Wavelet-Transformation zur Lokalisierung der Steifigkeitsveränderung

Es ist möglich strukturelle Steifigkeitsveränderungen von äußeren Einflüssen abzugrenzen. Darüber hinaus können die messtechnischen Anforderungen wie z.B. die Abtastrate sowie die Synchronitätsgenauigkeit numerisch und experimentell, in Abhängigkeit des Frequenzbereichs des jeweiligen Brückenüberbaus, aufgezeigt werden.

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes werden neben Fußgängerbrücken auch Straßenverkehrsbrücken messtechnisch untersucht. Darüber hinaus soll die Eignung des modalbasierten Monitoring Systems nicht nur die Früherkennung von strukturellen Steifigkeitsveränderungen ermöglichen sondern auch eine Überprüfung von Brückenertüchtigungsmaßnahmen. Neben den durchgeführten Laborversuchen an Stahlbetonbalken mit extern applizierten CFK-Lamellen, werden die Auswirkungen auf die modalen Parameter anhand von in situ Messungen an zwei baugleichen Fußgängerbrücken, die u.a. durch eingeschlitze CFK-Lamellen verstärkt werden, untersucht.

M. Kohm M.Sc.  
Gotthard-Franz-Straße 3, 76131 Karlsruhe  
Telefon: +49 721 608-42985  
E-Mail: mareike.kohm@kit.edu