

Entwicklung einer verteilten Sensorelektronik zur energieeffizienten und proaktiven Instandhaltung von Bauwerken

Ute RABE¹, Ralf MORYSON¹, Jan OSWALD¹, Hendrik THEADO¹, Dirk KOSTER¹

¹ Fraunhofer IZFP, Campus E3.1, Saarbrücken, Deutschland

Kontakt E-Mail: ute.rabe@izfp.fraunhofer.de

Kurzfassung

Eine Dauerüberwachung in Kombination mit lokaler zerstörungsfreier Prüfung in ausgewählten schadensrelevanten Bereichen kann die vorbeugende Instandhaltung von Bauwerken erleichtern. Im Verbundprojekt „Verteilte Sensorelektronik zur energieeffizienten und vorausschauenden Instandhaltung von Bauwerken - ImaB-Edge“ soll ein Gesamtsystem entwickelt werden, das die Erfassung, Auswertung und Fusion von Monitoring- und ZfPBau-Daten unterstützt. Das Vorhaben wird vom BMBF im Rahmen des Programms „Elektroniksysteme für vertrauenswürdige und energieeffiziente dezentrale Datenverarbeitung im Edge-Computing (OCTOPUS)“ gefördert. Die Forschungspartner Fraunhofer IZFP, Fraunhofer IPMS und BAM erarbeiten zusammen mit Industriepartnern und Anwendern zunächst ein Konzept für ein Gesamtsystem, bestehend aus einem EDGE-Gateway als zentralem hoch performantem Knoten und einer variablen Anzahl von Sensor-EDGE Einheiten, die die Verbindung zwischen den Sensoren des permanenten Monitoringsystems und dem EDGE-Gateway herstellen. Das EDGE-Gateway stellt zusätzlich a-priori-Informationen zur Verfügung und stellt die Verbindung mit der Cloud her. Um die erforderliche Rechenleistung energieeffizient zur Verfügung zu stellen, werden seitens der Elektronik RISC-V Prozessoren und Hardware-Beschleuniger eingesetzt. In diesem Beitrag wird das Konzept des Gesamtsystems vorgestellt.

Entwicklung einer verteilten Sensorelektronik zur energieeffizienten und proaktiven Instandhaltung von Bauwerken

U. Rabe, R. Moryson, J. Oswald, H. Theado, D. Koster
 Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken

Motivation

Bauwerke im öffentlichen Raum müssen von den Betreibern regelmäßig auf ihren technischen Zustand geprüft werden. Für Bauwerke außerhalb des Bundesverkehrswegeetzes regelt dies die DIN 6200 und für das Verkehrsnetz die DIN 1076 zusammen mit der ZTV-ING. Schäden, sowohl an Fassade als auch im Inneren der Bauwerke, werden erfasst und der Zustand des Bauwerks wird von fachkundigen Ingenieuren bewertet und benotet. Im Rahmen der objektbezogenen Schadenanalyse (OSA) werden auch zerstörungsfreie Prüfungen im Bauwesen (ZfPBau) herangezogen. Vor allem die im Inneren wirkenden, nicht sichtbaren Schadensmechanismen werfen immer wieder Fragen auf. Zahlreiche Veröffentlichungen haben das Potenzial dauerhaft installierter Sensoren für die vorausschauende Instandhaltung aufgezeigt, gerade auch in Kombination mit mobilen ZfPBau Untersuchungen [1-3]. Allerdings fallen sowohl bei der Dauerüberwachung als auch bei der wiederholten lokalen ZfPBau große Datenmengen an, deren – sichere – Übertragung und Speicherung technische Probleme aufwirft. Eine Bewertung der Ergebnisse erfolgt gewöhnlich nachgelagert im Büro, wodurch signifikante Verzögerungen bei der Freigabe der Bauwerksprüfungen entstehen.

ImaB-Edge – Intelligente Unterstützung der Bauwerksdiagnose

Im Verbundprojekt »ImaB-Edge« entwickelt das Bauunternehmen LEONHARD WEISS mit den Forschungspartnern Fraunhofer IZFP, Fraunhofer IPMS und BAM, den Industriepartnern EUROKEY Software, Micro-Sensys, WPM-Ingenieure, Rogmann Ingenieure und den Infrastrukturbetreibern Die Autobahn GmbH des Bundes und dem Entsorgungsverband Saar - EVS ein modular konfigurierbares elektronisches System, welches die Grundlage für eine Vor-Ort-Bewertung von Ingenieurbauwerken legt. Zentrale Komponenten des Elektronikkonzepts (Abb. 1) sind:

- **EDGE-Gateway:** zentraler Knoten, fusioniert Datenquellen örtlich, verarbeitet und rekonstruiert Daten, bewertet auch mit KI, stellt wenn nötig eine Verbindung mit einer Cloud her
- **Sensor-EDGE:** stellt Verbindung zwischen Sensoren und EDGE-Gateway her, leistet Vorverarbeitung und Reduktion der Daten, kann genutzt werden, um Umweltsensoren und externe Sensoren einzubinden. Ein permanentes Monitoringsystem kann mehrere Sensor-EDGE Einheiten enthalten.

Abbildung 2 zeigt schematisch am Beispiel eines Monitoring-systems zur Überwachung einer Fahrbahn, wie mehrere Sensor-EDGE Einheiten mit einer Vielzahl verschiedener Sensoren und dem EDGE-Gateway verbunden sind. Die Interaktion von mobiler ZfPBau-Sensorik mit dem EDGE-Gateway wird anhand des Ultraschallprüfverfahrens umgesetzt und erprobt (Abb.3). Um Energie- und Ressourcen-effiziente robuste Elektronik realisieren zu können, die in der Lage sind, große Datenmengen zu handeln, werden Hardwarebeschleuniger auf Basis der offenen RISC-V Befehlsarchitektur entwickelt und eingesetzt (Abb.4).

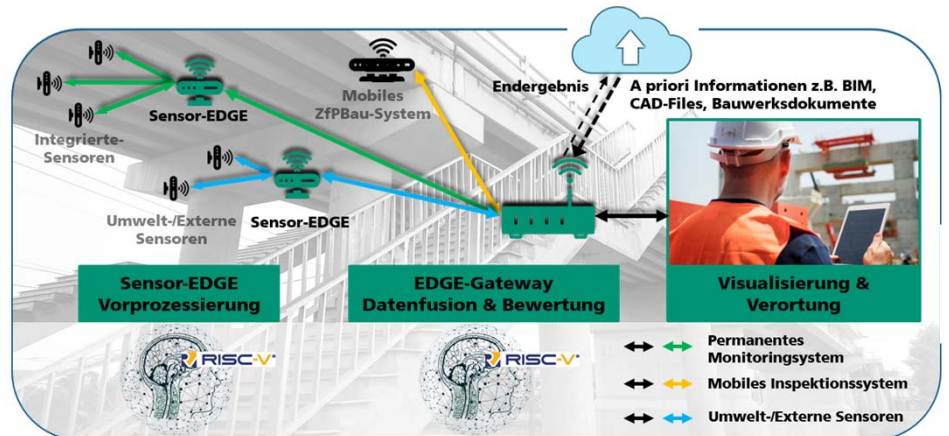


Abbildung 1: Schematische Darstellung des ImaB-Edge Projektes

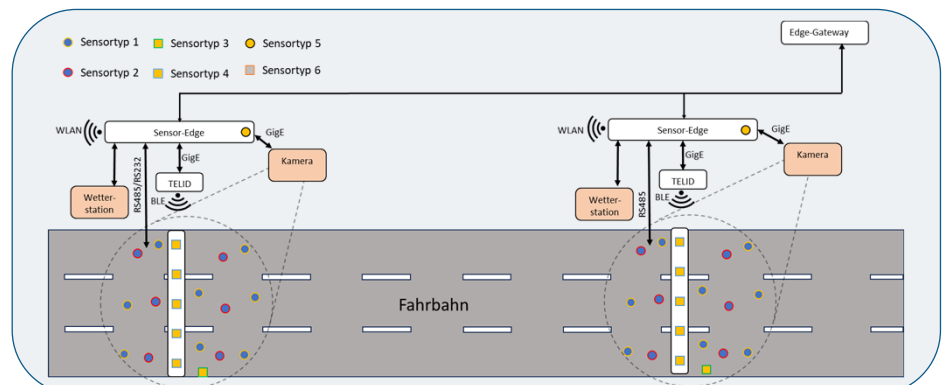


Abbildung 2: Beispielhafter Einsatz von Sensor-EDGE und EDGE-Gateway für ein permanentes Monitoring einer Fahrbahn

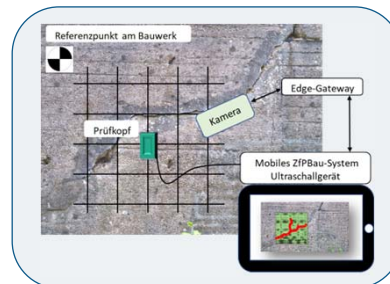


Abbildung 3: EDGE-Gateway mit Ultraschall als Beispiel für ein mobiles ZfPBau Verfahren

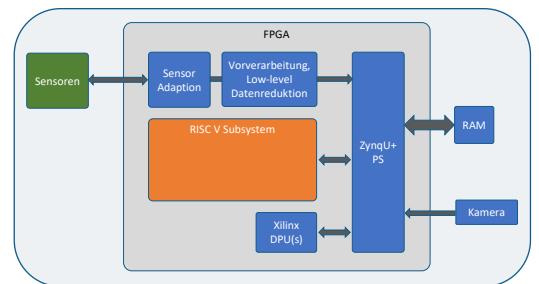


Abbildung 4: Konzept der Elektronik - Sensor-EDGE



- [1] A. Müller, C. Sodeikat, J. Schänzlin, F. Knab, L. Albrecht, R. Groschup, P. Obermeier, Die Gänstorbrücke in Ulm – Untersuchung, Probelastung und Brückenmonitoring. In: Beton- und Stahlbetonbau 115 (2020) 17-31.
- [2] J. Krieger (Hrsg.) Tagungshandbuch 1. Fachkongress Digitale Transformation im Lebenszyklus der Verkehrsinfrastruktur, expert verlag, Tübingen, 2021, sowie weitere Beiträge in diesem Tagungsband
- [3] DVM Merkblatt Brückenmonitoring



Ansprechpartner
 Prof. Dr.-Ing. Ute Rabe
 ute.rabe@izfp.fraunhofer.de
 Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
 Campus E3 1 | 66123 Saarbrücken | Germany
www.izfp.fraunhofer.de