

# Entwicklung und Anwendung von Monitoringssystemen mit den Aspekten Bauwerksbedingungen, Vorankündigungsverhalten, Bestimmung der Grenzwerte, Redundanz, Datenmanagement

Kühne, C. | Stephan, C.



## 1 Hintergrund und Ziele

Bei vielen älteren Wasserbauwerken lassen sich Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nicht mit den üblichen statischen Berechnungsverfahren nachweisen. Das BAWMerklblatt TbW sieht in solchen Fällen als eine mögliche Kompensationsmaßnahme das Bauwerksmonitoring (Structural Health Monitoring – SHM) vor, dessen Einsatz zukünftig an WSV-Bauwerken deutlich zunehmen wird. Gegenstand dieses FuE-Projektes ist eine intensive und systematische Aufbereitung und wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Monitoringsystemen.

Das Ziel ist die Entwicklung eines modularen Monitoringsystems für Standardfälle im Bereich der WSV.

Wesentliche Teilaspekte davon sind:

- Analyse von Szenarien beim Bauteilversagen (zeitlicher Verlauf, Duktilität, Erkennbarkeit)
- Erstellung von Messkonzeptionen und Aufgabenstellungen mit Zuordnung von Versagensabläufen
- Ermittlung von Entwicklungsstand und Verfügbarkeit von Messsystemen und Sensortechnik (Eignung, Langzeitstabilität, Messunsicherheit)

- Datenmanagement: Erfassung, Sammlung, Dokumentation, Datenanalyse
- Entwicklung von Konzepten zur Festlegung von Grenzen für einen stufenweisen Alarm in Abhängigkeit von betrieblichen und umweltbedingten Randbedingungen (dynamische Alarmwerte).

## 2 Methoden

### Bauwerk

Durch eine systematische Auswertung der in WSVPruf dokumentierten Schäden nach der Relevanz für die Tragfähigkeit können Erkenntnisse über das Tragverhalten eines Bauwerkes gewonnen werden. Bauwerke bzw. Bauteile mit bekannten rechnerischen Defiziten werden dabei besonders betrachtet. Falls vorhergehende Messungen verfügbar sind, werden auffällige Entwicklungstendenzen ausgewertet, um die potenzielle Versagensart zu plausibilisieren. Weiterhin werden Berechnungsmodelle an den Messergebnissen kalibriert und verifiziert.

### Sensorik

Unter kontrollierbaren Quasilabor-Randbedingungen werden die gängigen und geeigneten Messeinrichtungen u. a. auf Messgenauigkeit und -unsicherheit, Langzeitstabilität sowie Empfindlichkeit gegenüber Rauschen und anderen Phänomenen erprobt und geprüft. Die Einflüsse auf die Messgenauigkeit, die aus den verwendeten Befestigungssystemen resultieren, werden zusätzlich betrachtet. Die notwendige Redundanz (Sicherheit des Messsystems) leitet sich aus den Langzeitbeobachtungen ab.

### Datenanalyse

Die Kernkomponente eines SHM ist die Auswertung der erfassten Daten. Auswertungsabläufe wie z. B. die Bereinigung und bei mehrfach überlagerten Messreihen die Trennung in Kurzzeitverformungen (betriebsbedingt, tagestemperaturbedingt) und Langzeitverformungen (bleibende Verformungen, jahrestemperaturbedingt) werden standardisiert. Durch multiple Regressionsanalysen lassen sich die zu erwartenden Verformungen als Funktion mehrerer Variablen ermitteln und als dynamische Alarmwerte festlegen.

## 3 Erkenntnisse und Ausblick

Bisher konnten anhand einer Literaturrecherche Erkenntnisse über den Stand der Technik für die Bereiche des SHMs und der zugehörigen Sensorik gewonnen werden. Ein Konzept für einen Prüfstand zur Ermittlung der Langzeitstabilität potentieller Sensoren für Wasserbauwerke wird entwickelt. Weiterhin werden die Datenauswertung sowie die Sensoren laufender Monitoringprojekte wie beispielsweise an der Schleuse Hessigheim auf ihre Eignung hin untersucht.

### Literaturangaben

Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2016): BAWMerkblatt Bewertung der Tragfähigkeit bestehender, massiver Wasserbauwerke (TbW). Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau (BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien).