



Monitoring für massive Wasserbauwerke

1 Aufgabenstellung und Ziel

Bei vielen älteren Wasserbauwerken lassen sich Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nicht mit den üblichen statischen Berechnungsverfahren nachweisen. Das BAWMerkblatt 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 systematische, wissenschaftliche und intensive Auseinandersetzung mit Monitoringsystemen für massive Wasserbauwerke.

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 Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Der zuverlässige Betrieb der bestehenden Schleusen- und Wehranlagen ist eine Grundvoraussetzung zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt. Werden Schäden erkannt oder rechnerische Defizite bei Tragfähigkeit oder Gebrauchstauglichkeit identifiziert, können Monitoringanlagen den temporären Weiterbetrieb ermöglichen und Sperrungen verhindern, ohne das geforderte Sicherheitsniveau reduzieren zu müssen. Die Schleuse

Auftragsnummer:

B3951.01.04.70007

Auftragsleitung:



Dr. Christoph Stephan
christoph.stephan@baw.de

Auftragsbearbeitung:



Charly Kühne
charly.kuehne@baw.de

Laufzeit:

2019 bis 2025

Uelzen I konnte nach etwa dreijährigem Stillstand trotz bekannter Schäden ohne auffällige Blockverformungen für circa einen Monat wieder in Betrieb genommen werden (Bild 1). Aufgrund langer Planungs- und Bauzeiten bei Instandsetzungen und Ersatzneubauten wird diese Möglichkeit in den nächsten Jahren erheblich an Bedeutung gewinnen.

Darüber hinaus ist zukünftig auch eine Verwendung der Ergebnisse von Monitoringanlagen zur Planung zustandsorientierter Instandhaltungsmaßnahmen denkbar.

3 Untersuchungsmethoden

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 Kurzzeitverhalten (betriebsbedingt, tagestemperaturbedingt) und Langzeitverhalten (bleibende Verformungen, jahrestemperaturbedingt) werden standardisiert. Durch multiple Regressionsanalysen lässt sich das zu erwartende Verhalten als Funktion mehrerer Variablen ermitteln und es lassen sich damit dynamische Alarmwerte festlegen.

4 Ergebnisse

Bisher konnten anhand einer Literaturrecherche Erkenntnisse über den Stand der Technik für die Bereiche des SHMs und der zugehörigen Sensorik gewonnen werden. Ein entsprechender Sachstandbericht zu dem Thema ist in Arbeit. Ein Prüfstand zur Ermittlung der Langzeitstabilität potenzieller Neigungssensoren für Wasserbauwerke wird aufgebaut. Mit Hilfe laufender Messungen an der Staustufe Hessigheim konnte eine Vorgehensweise entwickelt werden, um dynamische Grenzwerte aus einer Regressionsanalyse zu bestimmen.

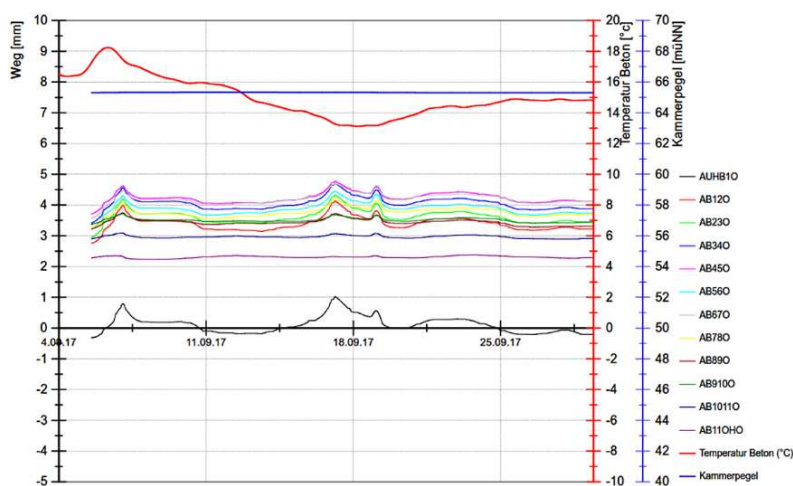


Bild 1: Blockverformungen infolge einer befristeten Inbetriebnahme der Schleuse Uelzen I im September 2017.

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