

Schriftenreihe des Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau

Herausgeber:  
Geschäftsführender Direktor des  
Instituts für Konstruktiven Ingenieurbau  
Ruhr-Universität Bochum

Heft 2011-1

**Ingo Mittrup**

**Unterstützung der messtechnischen  
Langzeitüberwachung sicherheitsrelevanter  
Ingenieurbauwerke basierend auf einem  
Multiagentensystemansatz**

Shaker Verlag  
Aachen 2011

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Bochum, Univ., Diss., 2010

Copyright Shaker Verlag 2011

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9801-2

ISSN 1614-4384

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# **Unterstützung der messtechnischen Langzeitüberwachung sicherheitsrelevanter Ingenieurbauwerke basierend auf einem Multiagentensystemansatz**

Die messtechnische Langzeitüberwachung bestehender Bauwerke hat sich zu einem wertvollen Hilfsmittel zur Beschaffung zusätzlicher Informationen über ein Bauwerk und die Objektivierung der häufig subjektiven Inspektionen entwickelt. Insbesondere im Hinblick auf das Alter der gebauten Infrastruktur leistet die messtechnische Langzeitüberwachung („Bauwerksmonitoring“) einen wichtigen Beitrag zur Instandhaltung und Sicherheitsbeurteilung der Bauwerke, da auf der Basis von quantitativen Informationen Maßnahmen gezielt durchgeführt und die Tragwerkeigenschaften realistisch ermittelt werden können. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein verteiltes Softwaresystem entwickelt, das die Langzeitüberwachung von Bauwerken, insbesondere die Bearbeitung der einzelnen Arbeitsschritte durch die Beteiligten, effektiv unterstützt.

Hierzu wurde zunächst ein allgemeiner Monitoringablauf analysiert. Die Grundlage für diesen Monitoringablauf lieferte ein in der Praxis zur Überwachung von Staubauwerken durchgeführter Arbeitsablauf, der von bauwerksspezifischen Arbeitsschritten abstrahiert wurde. Dieser Monitoringablauf wurde als Prozess mit den Arbeitsschritten Erfassung, Verteilung, Aufbereitung, Pflege und Nutzung von Messdaten formalisiert und der Implementierung des Bauwerksmonitoringsystems zugrundegelegt.

Für jeden Arbeitsschritt des Monitoringablaufs wurde eine entsprechende Softwareunterstützung realisiert. Die in der Praxis zur Messdatenerfassung vor Ort eingesetzten Mess- und Datenerfassungssysteme wurden als externe Systeme in das Bauwerksmonitoringsystem integriert. Die Verteilung und Aufbereitung von Messdaten, die häufig durch wiederkehrende Tätigkeiten geprägt ist, wurde durch entsprechende Systemkomponenten automatisiert. Die Pflege bzw. Speicherung der Messdaten wurde durch die Einbindung von leistungsfähigen Datenbanksystemen sichergestellt. Um die Nutzung der erfassten Messdaten zu erleichtern und den an der Auswertung der Messdaten Beteiligten eine Entscheidungsunterstützung zu bieten, wurde eine regelbasierte Vorbewertung von Messdaten entwickelt, die anormale Messwerte detektiert und die Beteiligten über mögliche kritische Veränderungen des Bauwerks informiert. Für die statistische Auswertung von Messdaten steht eine integrierte Datenauswertungskomponente zur Verfügung, die zahlreiche Analyseverfahren anbietet.

Als informatischer Lösungsansatz zur Realisierung des Bauwerksmonitoringsystems wird ein Multiagentensystemansatz gewählt, der das verteilte Arbeiten der am Monitoring Beteiligten auf der Basis einer dezentralen Problemlösungsstrategie abbildet. Die Implementierung erfolgte im Multiagentensystem RAMON, das die benötigten Funktionalitäten durch spezialisierte Softwareagenten bereitstellt. Die für die Durchführung des Monitoringablaufs erforderliche Logik wird auf die dezentralen Systemknoten, die Softwareagenten, verteilt, die eine Aufgabe unabhängig oder — bei Bedarf — auch in Kooperation mit anderen Softwareagenten bearbeiten.

Das entwickelte Bauwerksmonitoringsystem wurde abschließend an einem praxisorientierten Szenario validiert. Anhand einzelner Beispiele wurde gezeigt, wie die beteiligten Fachexperten in der Bearbeitung üblicher Arbeitsschritte unterstützt werden. Es wurde unter anderem gezeigt, wie die an einem Referenzbauwerk erfassten Messgrößen im entwickelten System von verschiedenen Fachexperten spezifisch genutzt werden können. Insgesamt wurde mit RAMON ein Softwaresystem geschaffen, das sich wirkungsvoll zur verteilten Erfassung, Speicherung und Auswertung von Messdaten einsetzen lässt.