

Entwicklung eines prädiktiven Lebensdauermanagementsystems für Stahlbetonbauwerke

Development of a Predictive Life-Cycle Management System of Reinforced Concrete Structures

Empelmann, Martin; Heumann, Gunnar

Abstract

In an ongoing national joint research project entitled "Sustainable Construction with Concrete", a predictive life-cycle management system (LMS) of reinforced concrete structures is developed. The new aspect of this tool is the integration of inspection and monitoring techniques in combination with probabilistic deterioration models. These models are used to predict the future condition of the structure and allow the optimization of repair and maintenance during its life time. Some key components of the LMS, which are investigated at the iBMB, are the development of monitoring concepts and rehabilitation strategies.

1. Einleitung und Motivation

Bauten aus Beton, Stahlbeton- und Spannbeton können als überaus dauerhaft bezeichnet werden. Die stetige Alterung der vorhandenen Bauwerksbestände führt jedoch in Kombination mit steigenden Beanspruchungen, Abnutzung, Elementarereignissen, aber auch Fehlern in Planung und Ausführung zur Notwendigkeit, Konstruktionen und Tragstrukturen hinsichtlich ihres Zustandes zu überwachen und ggf. instand zu setzen. Hiervon sind insbesondere die Betreiber großer Bauwerksbestände (z. B. Gemeinden, Straßenverwaltungen) betroffen, die immer älter werdende Bauwerksbestände mit stark limitierten Haushaltsmitteln unterhalten müssen. Dies führte in den letzten Jahren sowohl national als auch international zu den Bestrebungen, Lebensdauermanagementsysteme (LMS) zu entwickeln.

2. DAfStb-BMBF-Verbundforschungsvorhaben „Nachhaltig Bauen mit Beton“ – Projekt D „Lebensdauermanagement“

2.1 Zielsetzung und Projektbeteiligte

Für die Realisierung und Verbreitung eines praxistauglichen Lebensdauermanagementsystems in Deutschland wurde ein vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton im DIN e. V. (DAfStb) koordiniertes Forschungsvorhaben initiiert, welches von verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen der Bauforschung aktuell durchgeführt

wird. Dieses Vorhaben wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Programm "Forschung für die Nachhaltigkeit (FoNa)" sowie von zahlreichen Industriepartnern.

Wesentlicher Bestandteil dieses DAfStb-/BMBF-Verbundforschungsvorhabens ist das Projekt D „Lebensdauermanagement“, welches sich mit dem Lebensdauermanagement von Betonbauwerken befasst und in Kooperation von der TU München (cbm, LBi), der TU Stuttgart (IWB) und der TU Braunschweig (iBMB, Fachgebiet Baustoffe und Fachgebiet Massivbau) bearbeitet wird.

2.2 Aufgabenstellung und Struktur des Forschungsprojektes

In dem Projekt D „Lebensdauermanagement“ sollen Planungswerkzeuge und Informationstools entwickelt werden, mit denen die Organisation und Durchführung aller Aktivitäten ermöglicht wird, welche im Zusammenhang mit den Lebenszyklusphasen eines Bauwerks stehen. Die Forschungsaktivitäten zielen dabei sowohl auf Einzelbauwerke sowie auch auf Bauwerksnetze.

Der wesentliche Unterschied des hier verwendeten Forschungsansatzes zu den bereits existierenden Bauwerksmanagementsystemen ist darin zu sehen, dass neben der genauen Kenntnis des jeweils aktuellen Bauwerkszustandes auch eine Prognose der zukünftigen Zustandsentwicklung auf probabilistischer Basis ermöglicht wird. Durch die Einbeziehung von Kosten und Auswirkungen von Instandsetzungsmaßnahmen können darüber hinaus Vergleiche zwischen verschiedenen Instandhaltungsstrategien angestellt und eine Optimierung des Finanzmitteleinsatzes bzw. eine Identifizierung eines optimalen Zustandes eines Bauwerkes bzw. Bauwerkbestandes in Anbetracht begrenzt verfügbarer finanzieller Mittel vorgenommen werden.

Die für die Realisierung des Lebensdauermanagementsystems gewählte, modulare Struktur ist in Bild 1 dargestellt. Die Vernetzung der einzelnen Module erfolgt mit einem eigens hierzu entwickelten Softwaretool, der eine konsistente datenmäßige Erfassung des Bauwerkszu-

standes und der durchgeführten Instandsetzungs- und Instandhaltungssmaßnahmen sicherstellt.

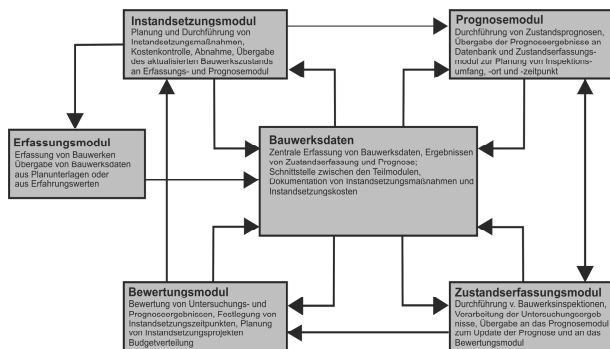


BILD 1 Modulare Struktur des geplanten, prädiktiven Lebensdauermanagementsystems.

2.3 Monitoring und Instandsetzung

Ein wesentlicher Baustein innerhalb des Projektes D ist die Erfassung des aktuellen Zustandes eines Bauwerks mittels Bauwerksüberwachung als Basis für eine möglichst präzise Zustandsprognose /1/. Auf Grund der verhältnismäßig hohen, erzielbaren Datengüte und der bis in das Bauteillnere vorhandenen Datenverfügbarkeit konnte der Einsatz von Bauwerksmonitoring als besonders geeignet für die Einbindung in das prädiktive Lebensdauermanagementsystem identifiziert werden. An der TU Braunschweig werden daher Konzepte für einen effektiven und gleichzeitig wirtschaftlich verträglichen Einsatz des Bauwerksmonitorings entwickelt. Durch das gewählte, systematische Vorgehen bei der Formulierung der Entscheidung über Monitoringkonzepte wird einerseits ein Höchstmaß an Transparenz zwischen den Baubeteiligten als auch eine konsistente Einbindung in die Inspektionsstrategie sichergestellt.

Ein weiterer zentraler Baustein des Projekts, der an der TU Braunschweig im iMBM bearbeitet wird, ist das Instandsetzungsmodul. Auf der Basis von Instandhaltungsszenarien und des zur Verfügung stehenden Budgets kann mit diesem Modul für ein Bauvorhaben eine Optimierung von Art und Umfang von Instandsetzungsmaßnahmen erfolgen. Das prinzipielle Vorgehen ist in Bild 2 dargestellt. Der Fachingenieur, der späterer Nutzer des Softwaretools sein soll, erhält durch das Lebensdauermanagementsystem eine detaillierte Kenntnis über den aktuellen Zustand eines Bauteils sowie Informationen über die prognostizierte Zustandsentwicklung. Durch die Verknüpfung dieser Informationen mit einer umfangreichen Schadenssystematik und dem Katalog der Instandsetzungsverfahren ist es möglich, objektspezifisch geeignete Instandsetzungsverfahren festzulegen,

die in Instandhaltungsszenarien z. B. im Hinblick auf das Kosten-Wirkungs-Verhältnis analysiert und einer detaillierten, technisch und ökonomisch sinnvollen Instandhaltungs- und Instandsetzungsplanung über die geplante Restnutzungsdauer zugeführt werden können /2/.

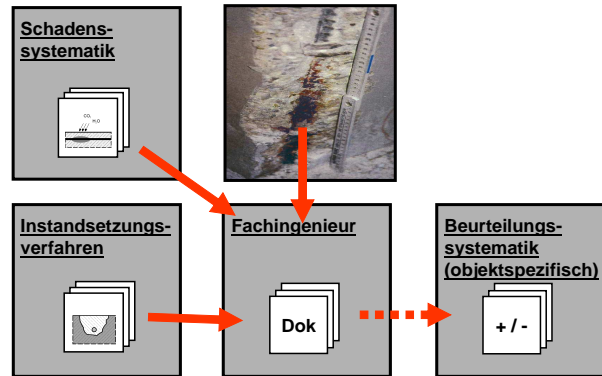


BILD 2 Prinzipielles Vorgehen bei der Planung von Instandsetzungsverfahren.

3. Umsetzung der Forschungsergebnisse

Durch die Kooperation von unterschiedlichsten Forschungseinrichtungen und Industriepartnern ist nach dem Projektabschluss mit einer zeitnahen Umsetzung der entwickelten Bausteine des prädiktiven Lebensdauermanagementsystems zu rechnen. Unterstützend und projektbegleitend wird die Leistungsfähigkeit der einzelnen Module und ihr Zusammenwirken an Referenzbauwerken auf ihre Praxistauglichkeit überprüft.

Daneben ist beabsichtigt, die zentralen Projektergebnisse in das Dokument „Grundsätze des nachhaltigen Bauens mit Beton (GruNaBau)“ aufzunehmen, das derzeit in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern des Verbundforschungsvorhabens und dem DAfStb entwickelt wird. Ähnlich wie bei der „GruSiBau“ ist von einer längerfristigen Wirkung dieses Grundsatzpapiers auf das Normungswesen und die Baupraxis auszugehen.

4. Literaturverzeichnis

- /1/ Schießl, P.; Mayer, T.: DAfStB-Verbundforschungsvorhaben „Nachhaltig Bauen mit Beton“, Teilprojekt A3. Berlin: 2007. Deutscher Ausschuss für Stahlbetonbau (DAfStb), Heft 572.
- /2/ Empelmann, M.; Henke, V.; Heumann, G.; Wichers, W.: Aspects of Sustainability of Repair-Systems for Concrete Structures. Proceedings of the 1st International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering : IALCCE'08. Varenna, 2008