Merkblätter

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

Bautechnik

Brückenmonitoring

Planung, Ausschreibung und Umsetzung

Bridge Monitoring

Design, Tender and Implementation

Fassung August 2018



Bau
Kompetenz
im Dialog

DEUTSCHER BETON- UND
BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

DBV-Merkblatt „Brückenmonitoring“
Fassung August 2018

© Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2018
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Alexander Lindorf

Das Merkblatt wurde in den Jahren 2016 bis 2018 vom DBV-Arbeitskreis „Monitoring“ (HAB-BRB-1) erarbeitet. Im Arbeitskreis wirkten mit: Dipl.-Ing. *Gregor Gebert,* DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH; Dr.-Ing. *Christian Gläser,* DYWIDAG-Systems International GmbH; Dr.-Ing. *Peter Haardt,* Bundesanstalt für Straßenwesen; Dipl.-Ing. *Oliver Hahn,* Marx Krontal Partner MKP GmbH; Dipl.-Ing. *Falk Hille,* Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Dr.-Ing. *Sebastian Krohn,* DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH; Dr.-Ing. *Alexander Lindorf,* Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV); Prof. Dr.-Ing. *Steffen Marx,* Leibniz Universität Hannover; Dr.-Ing. *Enrico Schwabach,* DBV; Dipl.-Ing. *Christof Ullerich,* Hamburg Port Authority AöR; Dr.-Ing. *Katja Voland,* DBV; Dipl.-Ing. *Marc Wenner,* Marx Krontal Partner MKP GmbH; Dipl.-Ing. *Kai Wittig,* DB Netz AG. Das Merkblatt wurde in den DBV-Hauptausschüssen Bautechnik (HAB), Baustofftechnik (HABT) und Bauausführung (HABA) unter Beteiligung von Fachleuten aus Bauaufsicht, ausführenden Unternehmen, Baustoffindustrie, Wissenschaft und Ingenieurbüros abgestimmt.

Die Fachöffentlichkeit wird gebeten, Erfahrungen mit diesem Merkblatt und Anregungen dem Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin, info@betonverein.de, www.betonverein.de mitzuteilen.

Verlag: Eigenverlag
Druck: AC medienhaus GmbH, 65205 Wiesbaden

Titelbild: Scherkondetalbrücke (Eisenbahnstrecke Erfurt-Leipzig/Halle)
Quelle: Alexander Burzik, Weimar

Deskriptoren: Brückenbauwerke, Lebenszyklus, Messsystem, Messung, Monitoring, Monitoringprozess, Nachrechnung, Sensor, Überwachung, Wirtschaftlichkeit.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Schrift darf ohne schriftliche Genehmigung des DBV in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Die Wiedergabe von Markennamen, Handelsbezeichnungen oder sonstigen Kennzeichen in dieser Schrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Kurzfassung 5
Abstract 5
Vorbemerkung 6
1 Anwendungsbereich 6
2 Begriffe und Definitionen 6
3 Anwendungsmöglichkeiten von Monitoring 7
3.1 Lebenszyklus von Brückenbauwerken 7
3.2 Planung 8
3.3 Neubau 9
3.3.1 Allgemeines 9
3.3.2 Überwachung des Bauwerks während der Herstellung 9
3.3.3 Überwachung von Nachbarbauwerken während des Neubaus 10
3.3.4 Messungen zur Inbetriebnahme von Bauwerken 11
3.4 Betrieb 12
3.4.1 Allgemeines 12
3.4.2 Nachrechnung von Brücken 12
3.4.3 Bewertung und Überwachung von Schäden 19
3.4.4 Überwachung von Einwirkungen und Betriebsparametern 20
3.4.5 Instrument zur Bauwerksprüfung 20
3.4.6 Monitoring bei Instandsetzungs- und Verstärkungsmaßnahmen 21
3.4.7 Belastungsversuche 21
3.5 Rückbau 22
3.6 Anwendungsgrenzen von Monitoring 23
3.7 Ausblick in die Unterstützung der Lebenszyklusplanung durch Monitoring . . . 24
3.7.1 Strategien für die Erhaltungsplanung 24
3.7.2 Intelligente Brücke 25
4 Der Monitoringprozess 26
4.1 Die Phasen des Monitorings 26
4.2 Die Akteure 27
4.3 Phase 1: Definition der Fragestellung und Überprüfung der Machbarkeit 28
4.4 Phase 2: Erstellung eines qualifizierten Monitoringkonzeptes 29
4.5 Phase 3: Ausführungsplanung des Messsystems 32
4.6 Phase 4: Installation, Betrieb, Datenerhebung 34
4.7 Phase 5: Datenaufbereitung und Auswertung der Messergebnisse 36
4.8 Phase 6: Bewertung der Messergebnisse 39
4.9 Qualitätssicherung im Monitoringprozess 40
4.10 Ausschreibung und Durchführung 42
4.10.1 Allgemeines 42
4.10.2 Vorgehen 42
4.10.3 Einfache Aufgabenstellungen 43
4.10.4 Komplexe Aufgabenstellungen 43
4.10.5 Qualitätssicherung und Auswahl 44

5 Wirtschaftlichkeit von Monitoring 44
5.1 Allgemeines 44
5.2 Kapitalwertmethode 44
5.3 Nutzungsausfallkosten durch Verkehrseinschränkungen 46
5.4 Bewerten von Risiken 47
Schrifttum 48
Normen und Regelwerke 48
Weitere Literatur 49

Merkblatt

Brückenmonitoring
Planung, Ausschreibung und Umsetzung

Bridge Monitoring
Design, Tender and Implementation

Fassung August 2018

Kurzfassung

Das Merkblatt umfasst das Monitoring von Brücken, kann aber auch auf andere Ingenieurbauwerke und Hochbauten übertragen werden. Unter Monitoring wird ein Gesamtprozess verstanden, der mit der Definition der Überwachungsaufgabe beginnt, die Auswahl des Messsystems und der Datenerfassung umfasst und mit der Auswertung der Messergebnisse endet.

Das Merkblatt beschreibt die Anwendungsmöglichkeiten im Lebenszyklus von Brückenbauwerken. Es konzentriert sich auf den Monitoringprozess, der aus mehreren Phasen besteht. Nach der Definition der Fragestellung und Überprüfung der Machbarkeit ist die Erstellung eines qualifizierten Monitoringkonzeptes erforderlich. Die Umsetzung des Monitoringkonzeptes erfordert eine detaillierte Planung. Die Ausführungsphase (Installation, Betrieb und Datenerhebung) sowie die Datenaufbereitungs- und Auswertungsphase können ebenfalls in Basis- und weiterführende Leistungen unterteilt werden. Ziel der anschließenden Bewertungsphase ist die Interpretation der Messergebnisse unterstützt durch ergänzende Analysen und Berechnungen zur Beantwortung der Frage, die das Monitoring ausgelöst hat.

Da Monitoring noch keine gängige bzw. standardisierte Dienstleistung im Bauingenieurwesen darstellt, werden zudem Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit von Monitoringmaßnahmen herangezogen.

Abstract

This guide to good practice deals with bridge monitoring, but it can also be applied to other engineering structures and buildings. Monitoring is considered to be a global process which starts with the definition of the monitoring task and the selection of the measurement and data acquisition systems, and ends with the evaluation of the measurement results.

This guide to good practice describes the application possibilities of monitoring during the life cycle of bridge structures. Its focus is on the monitoring process, which consists of several phases. After defining the monitoring objective und checking its feasibility, it is necessary to prepare a well-designed monitoring concept. The implementation of the monitoring concept requires detailed plan-

ning. The execution phase (installation, operation and data acquisition) and the data processing and evaluation phases can also be distinguished into core and extended tasks. The goal of the subsequent assessment phase is the interpretation of the measurement results based on supplementary analyses and calculations, in order to answer the monitoring question.

As monitoring is not a commonly used or standardized service in the area of civil engineering, economic considerations with respect to monitoring measures are included in this document.

Vorbemerkung

Ziel des Merkblatts ist es, die Einsatzzwecke von Monitoringverfahren zu katalogisieren und Qualitätsstandards sowie Abläufe zu definieren, um das Monitoring im Lebenszyklus von Bauwerken sinnvoll einzusetzen. Es soll eine Hilfe für die Planung und Ausschreibung von Monitoringverfahren sein. Eine Beschreibung der technischen Möglichkeiten, physikalische Größen zu messen, Monitoringdaten zu erfassen und auszuwerten etc., soll nicht Gegenstand dieses Merkblatts sein.

1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich des vorliegenden Merkblatts umfasst das Monitoring von Brücken, kann aber auch auf andere Ingenieurbauwerke und Hochbauten übertragen werden. Es richtet sich sowohl an Planer, Bauherren bzw. Betreiber als auch an die Anbieter von Monitoringsystemen.

2 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Merkblatts gelten die folgenden Begriffe.

Messen/Messung

„Messen“ bezeichnet die Tätigkeit der Beobachtung einer physikalischen Größe (ggf. zum quantitativen Vergleich mit einer Einheit nach [R1]).

Erfassen/Erfassung

„Erfassen“ bezeichnet die Tätigkeit der zeitlich diskreten Aufnahme von Daten (= Messwerte in maschinenlesbarer Form).

Überwachen/Überwachung

Unter „Überwachung“ versteht man Beobachtungen, die z. B. auf Messungen basieren können, welche zielgerichtet durchgeführt werden. Die Daten werden erfasst und nach ggf. erforderlicher Umrechnung des Messwerts mit Erwartungswerten oder Grenzwerten verglichen.