

Nachhaltig Bauen mit Beton Teilprojekt D - Lebensdauermanagement

Sustainable construction with concrete Project D- Life Cycle Management

Budelmann, Harald; Starck, Tilman W.

Abstract

The continuous condition assessment of a structure with monitoring methods includes the determination of the measure-parameters and thus following the assessment of the monitored data with regard to the separation of environmental influences and the analysis of thresholds. Furthermore the first steps of modelling the degradation processes of surface protection systems are analyzed

1. Einleitung

Das DAfStb-Verbundvorhaben ‚Nachhaltig Bauen mit Beton‘ (NBB) ermöglicht die praktische Unterstützung des Bauens mit Beton durch Forschung an zentralen für die Nachhaltigkeit wichtigen technische Lösungen. Im Teilprojekt D wird ein prädiktives Lebensdauermanagementsystem (LMS) bestehend aus regelmäßigen Zustandserfassungen, probabilistischen Modellen und Instandsetzungsstrategien entwickelt.

Es werden Monitoring-Systeme zur kontinuierlichen Bauwerksüberwachung hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit und der Möglichkeiten für probabilistische Zustandsprognosen untersucht. Ebenso von essentieller Bedeutung für die kontinuierliche Bauwerksüberwachung ist die Auswertung der gewonnenen Messergebnisse und die darauffolgende Dateneinbindung in ein LMS. Vorrangig ist für die folgenden Ausführungen die Überwachung der für die Bewehrungskorrosion maßgebenden Schädigungsmechanismen.

Weiterhin erfolgt die Entwicklung von Modellen zur Beschreibung und Prognose der Dauerhaftigkeit instandgesetzter Bauteile.

2. Monitoring-Systeme

Monitoring-Katalogisierung

Grundlage der kontinuierlichen Bauwerksüberwachung hinsichtlich der Bewehrungskorrosion ist eine Erfassung der vorhandenen Verfahren und Sensoren in Form von Datenblättern, welche die folgenden übergeordneten Aspekte beinhalten:

- Kurzbeschreibung (Anwendungsbereiche, Art der Messung, kurzer Umriss)
- Klassifizierung (Technik, Handhabung, Aufwand, Auswertung)
- Charakterisierung (Entwicklungsstand, Kosten, Dauerhaftigkeit, Genauigkeit)
- Anwendung
- Bewertung

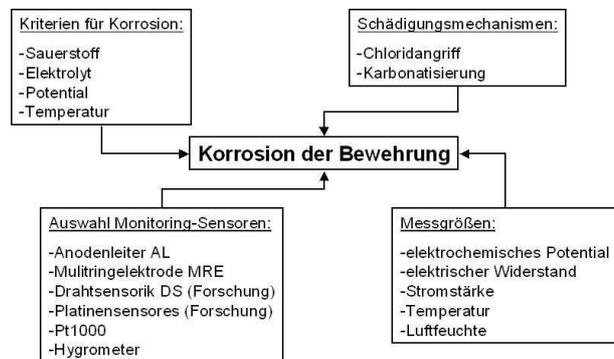


Bild 1 Aspekte und Inhalte des Monitorings für Bewehrungskorrosion

Zudem erfolgt eine Katalogisierung der zu erfassenden Messparameter (Monitoring-Größen). Dies umfasst eine Darstellung der Abhängigkeiten und spezifischen Besonderheiten sowie eine Zuordnung zu den genannten Verfahren bzw. Sensoren. Folgende Monitoring-Größen werden ausgewertet:

- elektrischer Betonwiderstand
- Stromstärke
- elektrochemisches Potential
- Luftfeuchte
- Temperatur

Aufgrund des aktuellen Standes der Technik kommen die Anodenleiter zur Messung von Widerstand, Stromstärke, Potential und Temperatur zur tiefenabhängigen Korrosionserkennung und die Multiringelektrode zur tiefengestaffelten Messung von Widerständen zur Bewertung der Feuchteverteilung innerhalb der Betondeckung in Frage. Gegenstand der Forschung sind derzeit

die Drahtsensoren zur Widerstandsmessung. Zusätzlich sollten Messungen der Luftfeuchte erfolgen.

Datenauswertung und Datenbewertung

Die gemessenen Monitoring-Größen werden durch andere Größen beeinflusst. Diese müssen für eine anstehende Separierung bekannt sein. In Bezug auf die Korrosion von Bewehrungsstahl werden die Monitoring-Größen Betonwiderstand und Stromstärke maßgeblich von der Temperatur beeinflusst. Zur Trennung dieser Einflüsse werden verschiedene mathematische Methoden untersucht, wobei sich die Arrhenius-Gleichung als praktikables Modell herausgestellt hat.

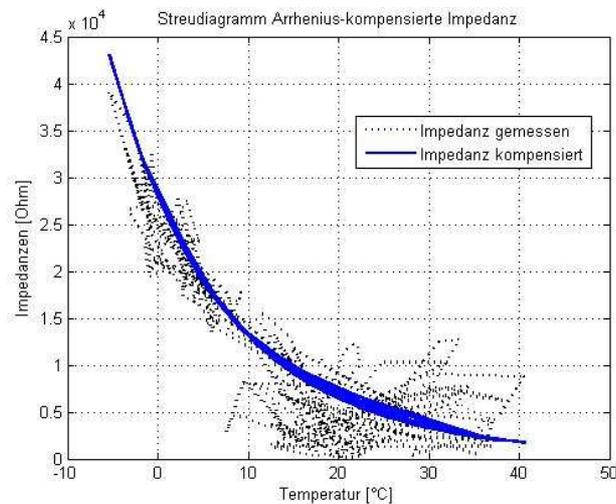


Bild 2 Streudiagramm Impedanz-Temperatur: gemessen und Temperatur-kompensiert

In Bild 2 werden die Ergebnisse einer Temperaturkompensation durch die Arrhenius-Gleichung dargestellt. Eindeutig erkennbar ist der exponentielle Zusammenhang zwischen der Impedanz (Widerstand) und der Temperatur.

Neben der Datenseparierung erfolgt vor Einbindung in eine Datenbank eine Schwellwertanalyse. Diese Schwellwerte müssen spezifisch für die einzelnen Sensoren und Monitoring-Größen bestimmt werden. Zudem müssen sie den vordefinierten Systemzuständen (z.B. Depassivierung der Bewehrung,) angepasst werden.

3. Instandsetzungsmaßnahmen

Für die Modellierung der Dauerhaftigkeit von Instandsetzungsmaßnahmen existieren derzeit keine wissenschaftlich anerkannten Ansätze. Zur Beschreibung und Prog-

nose der Dauerhaftigkeit instandgesetzter Bauteile ist es erforderlich, die relevanten Schädigungsprozesse an Instandsetzungsstoffen in Degradationsmodellen zu formulieren. Erste Ansätze innerhalb dieses Vorhabens befassen sich mit der Entwicklung eines Widerstandsmodells für Oberflächenschutzsysteme (OS). Die Dauerhaftigkeit von OS wird in die Kategorien Adhäsion, Polymerdegradation und Abrieb unterteilt. Die mathematische Modellierung erfolgt über die Modifikation der Zuverlässigkeit und ggf. eine Verlängerung der Restlebensdauer des Bauteils.

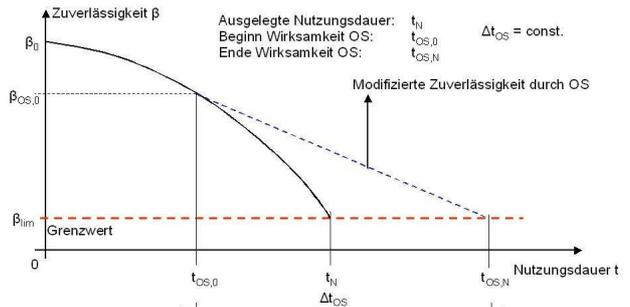


Bild 3 Durch Beschichtung modifizierte Zuverlässigkeit eines Bauwerks über die Nutzungsdauer

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Erstellung eines Monitoring-Systems beinhaltet neben der Auswahl der Verfahren bzw. Sensoren eine Datenbewertung. Diese beinhaltet sowohl die Separierung von Umwelteinflüssen als auch eine Schwellwertanalyse. Diese ausgewerteten Daten können für eine anschließende Lebensdauerprognose verwendet werden. Zusätzlich erfolgen Herleitungen von wirtschaftlichen Kriterien für Monitoring-Systeme.

Die Modellierung der Dauerhaftigkeit von OS durch eine Modifikation der Zuverlässigkeit wird fortgesetzt, zudem erfolgt ein Monitoring von Instandsetzungsmaßnahmen.

5. Literaturverzeichnis

- 1/ Budelmann, Harald & Starck, Tilman W.: *Integration of degradation prognosis of concrete structures into life cycle management*, proceedings of 1st IALCCE Symposium, Varenna, Italien, 2008
- 2/ DAfStb: Statusseminar zum Verbundforschungsvorhaben 'Nachhaltig Bauen mit Beton', Fachtagungsbericht, Berlin, 2008