

LEISTUNGSBEZOGENE DAUERHAFTIGKEITSBEMESSUNG

Anwendung der probabilistischen Dauerhaftigkeitsbemessung für Stahlbetonbauwerke in der Praxis nach DIN–Fachbericht 100, Anhang J



1 Traditionelles Vorgehen bei Dauerhaftigkeitsbetrachtungen

In Bezug auf die Dauerhaftigkeit werden Bauwerke traditionell nach deskriptiven Regeln entworfen, d.h., es werden expositionsabhängige Anforderungen an die Betonzusammensetzung und die Mindestbetondeckung gestellt. Sind diese erfüllt, geht man davon aus, dass das Stahlbetonbauwerk innerhalb der Nutzungsdauer ausreichend dauerhaft gegenüber schädigenden Umwelteinwirkungen ist. Die in den Normen festgelegten deskriptiven Vorgaben beziehen sich i.A. auf Bauwerke mit gewöhnlichen Nutzungsdauern von rd. 50 Jahren.

2 Anwendungsgrenzen des traditionellen Vorgehens

Die Anwendungsgrenzen des deskriptiven Vorgehens sind nachfolgend beispielhaft aufgeführt:

Planungsphase

- Einsatz von innovativen Baustoffen, über deren Dauerhaftigkeit keine Erfahrungen vorliegen.
- Forderung nach längeren Nutzungsdauern, die über den in den Normen geforderten 50 Jahren liegen (z.B. bei besonders anspruchsvollen Ingenieurbauwerken i.A. zwischen 60 und 100 Jahren).
- Erhöhte Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, da das Bauteil nicht/nur unter erheblichem Aufwand inspiziert und/oder instand gesetzt werden kann (z.B. Außenseite eines Tunnels in chloridhaltiger Exposition).

Bauphase

- Auftreten von Baumängeln, welche die Dauerhaftigkeit der Stahlbetonkonstruktion beeinflussen können (unter Baustellenbedingungen nicht immer vollends zu vermeiden). Der Einfluss von Baumängeln auf die Dauerhaftigkeit ist oft ein heftig diskutiertes Thema, da eine quantitative Bewertung des vorhandenen Mangels nicht ohne weiteres möglich ist. Auch das Festlegen

notwendiger Maßnahmen zur Mängelbehebung gestaltet sich dadurch schwierig.

Nutzungsphase

- Abschätzung der Restlebensdauer des Bauwerks unter wirtschaftlichen Aspekten und Erarbeitung einer Instandsetzungsstrategie.
- Berücksichtigung der Daten aus dem Bauwerksmonitoring und aus Bauwerksuntersuchungen.

3 Konzept des Service Life Designs

Analog zur Bemessung für Lastgrößen erfolgt die Dauerhaftigkeitsberechnung durch Gegenüberstellung der Einwirkung S (stress) und des Bauteilwiderstandes R (resistance), (**Bild 1**).

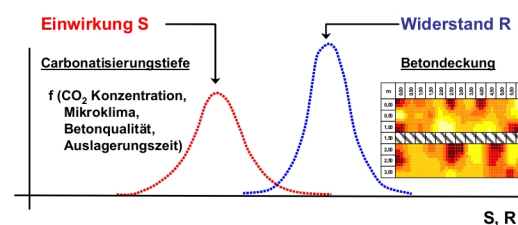


Bild 1: Schematische Gegenüberstellung von Einwirkung und Widerstand

Eine Gegenüberstellung von Einwirkung S und Widerstand R ist jedoch meist nicht deterministisch durchführbar, da sowohl die Einwirkungen auf die zu bemessenden Bauteile als auch die dazugehörigen Bauteilwiderstände z.T. starken Streuungen unterworfen sind. Dieser Umstand führt unweigerlich zu probabilistischen Bemessungen, im Rahmen derer sich aus der Differenz dieser beiden streuenden Größen der Zuverlässigkeitsindex β berechnen lässt. Dabei können sowohl Einwirkung als auch Widerstand zeitabhängig formuliert werden.

4 Anwendungsbeispiel: Tunnelbauwerk

Neben der Betondeckung hängt der Widerstand eines Stahlbetonbauwerks gegenüber Bewehrungskorrosion auch entscheidend vom w/z-Wert und der verwendeten Zementart ab. Nach deskriptiven Anforderungen ist z.B. der Einsatz verschiedener Zementarten möglich, wodurch der Widerstand eines Betons erheblich variieren kann.

Im Zuge der Abnahme eines Tunnelbauwerks wurde festgestellt, dass die Anforderung an die Mindestbetondeckung im Bereich der Firste nicht eingehalten wurde.

Im Rahmen einer Dauerhaftigkeitsberechnung war daher zu klären, ob unter den gegebenen klimatischen Bedingungen und der gemessenen Betondeckung der vorhandene Widerstand des Betons ausreicht, um die Depassivierung der oberflächennahen Bewehrung mit einer vorgegebenen Zuverlässigkeit über die Nutzungsdauer auszuschießen.

Bei der hier zu betrachtenden Depassivierung des Bewehrungsstahls infolge Carbonatisierung wird der Bauteilwiderstand durch die Betondeckung und die Einwirkung durch die Carbonatisierungstiefe zu einem Zeitpunkt t charakterisiert.

Im folgenden **Bild 1** ist die über die Nutzungsdauer fortschreitende Carbonatisierungstiefe der Betondeckung gegenübergestellt. Das berechnete Streuband dieser beiden Variablen wurde mit Quantilwerten (5% und 95%) dargestellt. Anhand einer Grenzzustandsbetrachtung (Depassivierung) lässt sich der zeitabhängige Verlauf des Zuverlässigkeitsindex β berechnen.

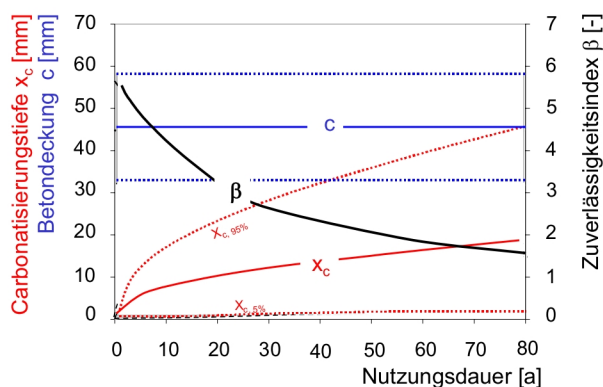


Bild 1: Gegenüberstellung der Carbonatisierungstiefe und der Betondeckung über die Nutzungsdauer und des daraus berechneten Zuverlässigkeitsindex

Zur quantitativen Beurteilung der Dauerhaftigkeit wurde unter Einbezug der ermittelten Bauwerksdaten ein Zuverlässigkeitsindex β am Ende der Nutzungsdauer errechnet, der einem festgelegten Mindestzuverlässigkeitsindex ($\beta = 1,5$) gegenübergestellt wurde. Somit konnte nachgewiesen werden, dass trotz der nicht eingehaltenen Betondeckung das Bauteil infolge der hohen Betonqualität eine ausreichende Dauerhaftigkeit gegenüber carbonatisierungsinduzierter Korrosion aufweist.

5 Anwendungsbeispiele aus der Praxis

- Olympiaturm (**Bild 2**).



Bild 2: Ansicht des Olympiaturms, dessen Schaft Gegenstand einer leistungsbezogenen Dauerhaftigkeitsuntersuchung war (Quelle: Homepage der Stadt München)

- Brückenbauwerke (carbonatisierungsinduzierte Korrosion an der Brückenunterseite)
- Tunnelbauwerke (carbonatisierungs- und chloridinduzierte Korrosion).

*Ansprechpartner:
Univ. Prof. Dr.-Ing. Ch. Gehlen
Dr.-Ing. T. Mayer
Dr.-Ing. A. Schießl-Pecka*