

J. Macht, J. Steigenberger, H. Handler, W. Lindlbauer, W. Pichler

Brückentragwerke aus Hochleistungsbeton ohne Abdichtung: eine Bestandsaufnahme

DI Dr. Jürgen Macht

Forschungsinstitut der VÖZ, Wien

DI Dr. Johannes Steigenberger

Forschungsinstitut der VÖZ, Wien

Ing. Herwig Handler

DI Dr. Wolfgang Lindlbauer

Zivilingenieur für Bauwesen, Wien

DI Dr. Walter Pichler

Verbundplan Prüf- und Messtechnik GmbH,
Materialversuchsanstalt, Strass

Seit 1997 werden in Österreich Brückentragwerke aus Hochleistungsbeton (HL-Beton) ohne Abdichtung ausgeführt. Die einzelnen Bauweisen erstrecken sich von Brücken, welche zur Gänze aus HL-Beton hergestellt werden, bis hin zur Ausbildung von Sandwichbauweisen (HL-Beton auf Normalbeton) mit oder ohne direkte Befahrbarkeit [1]. Insgesamt wurden bisher in Österreich rund 30 Bauwerke in der Bauweise mit HL-Beton ohne Abdichtung ausgeführt.

Der Vorteil dieser Bauweise besteht in der besonders hohen Dichtheit des HL-Betons. Es ist daher von solchen Betonen eine hohe Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen und chemischen Einwirkungen zu erwarten, soweit sie sachgerecht zusammengesetzt, hergestellt und nachbehandelt werden. Dadurch kann die

Abdichtung von Brückentragwerken entfallen. Diese stellt einen Bauteil dar, der im Regelfall im Zuge des ersten Wartungs- bzw. Sanierungsintervalles unter hohem Kostenaufwand und massiver Verkehrsbeeinträchtigung erneuert werden muss.

Im Rahmen des vom BMVIT geförderten Forschungsprojektes Nr. 3.294 „Brückentragwerke aus Hochleistungsbeton ohne Abdichtung – Teil II (Bestandsaufnahme)“ wurden neun ausgewählte Brückentragwerke (siehe Abbildung 1) dahingehend untersucht, ob die hohen Erwartungen, die an die Brückentragwerke gestellt wurden und werden, auch tatsächlich erfüllt werden. Die Mehrheit der untersuchten Objekte sind Einfeldträger. Zwei Tragwerke sind dreifeldrig, wobei bei einem durch entsprechende konstruktive Maßnahmen (Vorspannung sowie

Anheben der Tragwerksenden) das Tragwerk an der Oberseite der Fahrbahn nur Druckbeanspruchungen aufweist.

Die Bauwerke wurden auf Risse, Abplatzungen, Frostschäden, Spurrinnenbildung und andere optisch wahrnehmbare Schäden untersucht. Dabei konnte weder eine Beeinträchtigung der Tragsicherheit noch der Gebrauchstauglichkeit festgestellt werden. Die Bauwerke machen optisch einen guten Eindruck. Fallweise angetroffene Risse sind entweder ausführung- oder konstruktionsbedingt. Die Dauerhaftigkeit der Bauwerke ist durch die Risse nicht gefährdet. Die direkt befahrbaren Tragwerke zeigen keinen Verschleiß, Spurrinnen konnten nicht einmal andeutungsweise festgestellt werden.

Die Frost-Tausalz-Beständigkeit von HL-Beton ist ein oft diskutiertes Thema in Fachkreisen. Daher wird in Österreich die Verwendung von Hochleistungsbeton mit künstlichen Luftporen entsprechend Expositions-klasse XF4 der ÖNORM B 4710-1 [2] empfohlen. Diese Empfehlung entspricht den neuesten, internationalen Forschungsergebnissen [3]. Bei den untersuchten Tragwerken konnten keine Schäden festgestellt werden, die auf eine Zerstörung des Betongefüges infolge von Frost-Tau-Belastung zurückzuführen sind. Bei einem Tragwerk führte eine schadhafte, oberflächen-nahe Gesteinskörnung zu vereinzelt kleinen, trichterförmigen Abplatzungen. Diese lokalen Fehlstellen haben keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit des Objektes.

Neben den oben angeführten augenscheinlichen Beurteilungen wurden an allen Bauwerken vom Tragwerk im Fahrbahnbereich

Abbildung 1: Die untersuchten Brückenobjekte (Baujahr 1997–2002)
Fotos und Grafiken: VÖZFI, Handler



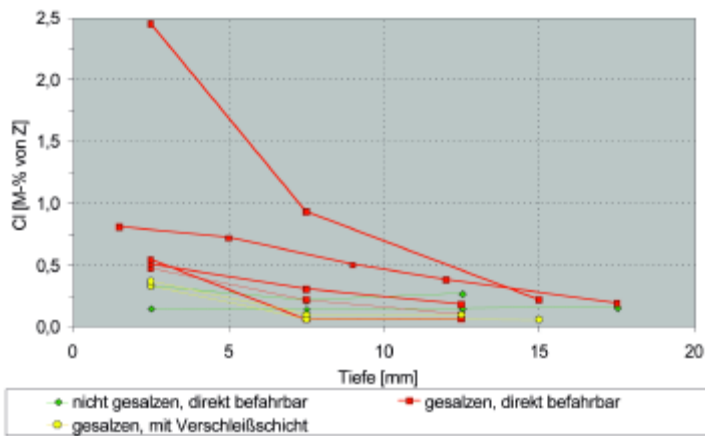


Abbildung 2:
Chloridgehalte der
untersuchten
Brückentragwerke

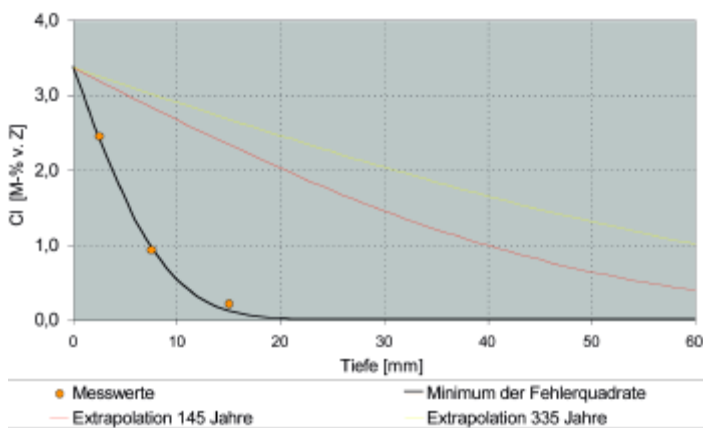


Abbildung 3:
Prognose der
Chlorideindringung

Bohrkerne oder Bohrmehl entnommen, um die Chlorideindringung in den Beton zu untersuchen. Somit konnte abgeklärt werden, dass der HL-Beton die hohen Erwartungen bezüglich Dichtheit in der Praxis auch tatsächlich erfüllt.

Die mittels chemischer Analyse festgestellten Chloridgehalte in den untersuchten Tiefenstufen sind in Abbildung 2 dargestellt. In ÖNORM B 4706 [4] wird der zulässige Grenzwert an der Bewehrung für Stahlbetonbauwerke mit 1,0 angegeben, d. h. der zulässige Chloridgehalt in einer Tiefe von 4 cm (Mindestbetondeckung) darf 1,0 % bezogen auf die Zementmasse betragen. Nur ein Bauwerk überschreitet diesen Grenzwert, allerdings nur in der geringsten untersuchten Tiefenstufe von 0–5 mm. Mit zunehmender Tiefe klingt der Chloridgehalt sehr rasch ab. Ursache für den erhöhten Chloridgehalt in den obersten Millimetern könnte eine nicht optimale Nachbehandlung und eine dadurch bedingte erhöhte Durchlässigkeit sein [5].

Mithilfe einiger theoretischer Berechnungen (z. B.: [6]) lassen sich mit den festgestellten

Werten Prognosen über den weiteren Fortschritt der Chlorideindringung anstellen. Hierzu wird der effektive Chloriddiffusionskoeffizient ermittelt. Für das besprochene Bauwerk ergab sich dieser Kennwert zu $0,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$. Dies entspricht Angaben für Betone mit Mikrosilika in der offenen Literatur [7]. Die Prognosen für das Fortschreiten der Chlorideindringung sind in Abbildung 3 dargestellt. Der kritische Chloridgehalt in 4 cm Tiefe würde demnach erst in 145 Jahren erreicht werden. Bei den gezogenen Bohrkernen wurde eine Betondeckung von 6 cm festgestellt. In dieser Tiefe würde der kritische Chloridgehalt erst in 335 Jahren erreicht werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Brückentragwerke aus Hochleistungsbeton ohne Abdichtung bewährt haben. Bei guter Zusammenarbeit von Planung und Ausführung lassen sich Bauwerke mit dauerhaften, dichten und verschleißfesten Tragwerksoberflächen (Fahrbahnen) herstellen. Ein wesentliches Kriterium für die Dauerhaftigkeit ist die rechtzeitige und sachgemäße Nachbehandlung.

Für Einfeldtragwerke ist die Bauweise uneingeschränkt einsetzbar. Hierfür stehen z. B. fertige Typenunterlagen für eine einfache und rasche Planung zur Verfügung [8]. Bei Mehrfeldtragwerken können Risse oberhalb der Stützen durch Vorspannung, Stützensenkungen bzw. Anheben der Tragwerksenden vermieden bzw. eingeschränkt werden. Jedenfalls ist die Rissweite bei der Planung durch den Statiker beim Gebrauchstauglichkeitsnachweis zumindest auf 0,15 mm zu begrenzen.

Neben den technischen Vorteilen des Werkstoffes HL-Beton muss auch die Wirtschaftlichkeit von Brückentragwerken aus HL-Beton ohne Abdichtung betrachtet werden. Bereits bei der Herstellung ist im Regelfall eine Kostenneutralität festzustellen. Unter Berücksichtigung der Erhaltungskosten stellt diese Bauweise jedenfalls wirtschaftlich eine Alternative zur konventionellen Bauweise mit Abdichtung dar [9].

Literatur

- [1] Huber H., Lindlbauer W., Nischer P., Steigenberger J.: Brückentragwerke aus Hochleistungsbeton ohne Abdichtung. BMVIT Straßenforschung, Heft 505, Wien, 2001
- [2] ÖNORM B 4710-1, Ausgabe 2004-04-01: Beton – Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis. Österr. Normungsinstitut, Wien
- [3] CONLIFE – EU Research Project: Life-time Prediction of High-Performance Concrete with Respect to Durability. Deliverable D10 report: Recommendations for Application of High Performance Concrete, 2004
- [4] ÖNORM B 4706, Ausgabe 2003-12-01: Betonbau – Instandsetzung, Umbau und Verstärkung. Österr. Normungsinstitut, Wien
- [5] Nischer P.: Die Güte des Betongefüges – Einfluss der Nachbehandlung auf rasch entschalteten Beton. Betonwerk + Fertigteil-Technik, Heft 6, 1986
- [6] Gehlen Ch.: Probabilistische Lebensdauerbemessung von Stahlbetonbauwerken – Zuverlässigkeitsbetrachtungen zu wirksamen Vermeidung von Bewehrungskorrosion. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 510, Berlin, 2000
- [7] Volkwein A.: Untersuchungen über das Eindringen von Wasser und Chlorid in Beton. Berichte aus dem Baustoffinstitut, TU München, Heft 1, 1991
- [8] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Straße, Abteilung Landesstraßen: Fertigteilbrücken aus Hochleistungsbeton – Typenunterlage. CD-ROM
- [9] Waltner R.: Die Wirtschaftlichkeit von HL-Beton im Brückenbau. Zement + Beton, Heft 4, 2002