

Korrosionsschutz der Bewehrung
nach Sanierungen bei örtlichem
Betonausbruch im Bereich des
karbonatisierten Betons

T 2365

T 2365

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

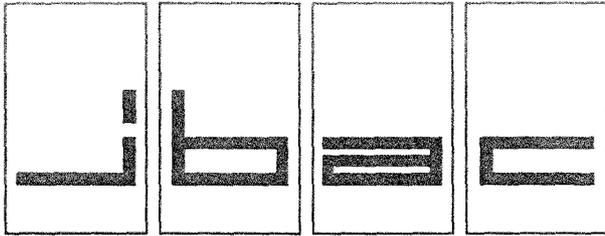
Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de



INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Direktoren: Professor Dr.-Ing. H. R. Sasse · Professor Dr.-Ing. P. Schießl

Schinkelstraße 3, D-5100 Aachen

Telefon (02 41) 80-5100 · Telex 832 704 thac d · Telefax (02 41) 80-5120

THEMA

Korrosionsschutz der Bewehrung
nach Sanierungen bei örtlichem
Betonausbruch im Bereich des
karbonatisierten Betons

ABSCHLUSSBERICHT

Forschungsbericht Nr.

F 310

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. P. Schießl

Sachbearbeiter

Dipl.-Ing. M. Raupach

Auftraggeber/
Förderer

Ministerium für Bauen
und Wohnen des Landes NRW
Breite Str. 31

4000 Düsseldorf 1

Auftragsdatum
Aktenzeichen

23.03.1988

VB 1-72.02 Nr. 201/88

Dieser Bericht umfaßt 87 Seiten, davon 61 Textseiten.

Soweit Versuchsmaterial nicht verbraucht ist, wird es nach 4 Wochen vernichtet.

Eine längere Aufbewahrung bedarf einer schriftlichen Vereinbarung.

Die auszugsweise Veröffentlichung dieses Berichtes, seine Verwendung für Werbezwecke sowie die inhaltliche Übernahme in Literaturdatenbanken bedürfen der Genehmigung des ibac.

| <u>INHALTSVERZEICHNIS</u> | | Seite |
|----------------------------------|--|--------------|
| 1 | EINFÜHRUNG..... | 1 |
| 1.1 | Veranlassung und Ziel der Untersuchung..... | 1 |
| 1.2 | Lösungsweg..... | 2 |
| 2 | LITERATURAUSWERTUNG..... | 4 |
| 3 | GRUNDLAGEN..... | 5 |
| 3.1 | Korrosion der Bewehrung..... | 5 |
| 3.1.1 | Korrosionsschutz der Bewehrung..... | 5 |
| 3.1.2 | Verlust des Korrosionsschutzes..... | 6 |
| 3.1.3 | Korrosionsvorgang..... | 7 |
| 3.1.4 | Korrosionsmechanismen..... | 9 |
| 3.1.5 | Berechnung des Elementstromes bei Makroelementen..... | 10 |
| 3.2 | Instandsetzungsverfahren..... | 11 |
| 3.2.1 | Allgemeines..... | 11 |
| 3.2.2 | Realkalisierung..... | 13 |
| 3.2.3 | Absenken des Wassergehaltes..... | 14 |
| 3.2.4 | Stahlbeschichtung..... | 15 |
| 3.2.5 | Kathodischer Korrosionsschutz..... | 15 |
| 3.3 | Angewandte Meßverfahren..... | 15 |
| 3.3.1 | Phenolphthaleintest..... | 15 |
| 3.3.2 | Strommeßverfahren..... | 16 |
| 3.3.3 | Potentialmeßverfahren..... | 16 |
| 3.3.4 | Messung des Elektrolytwiderstandes..... | 17 |
| 4 | VERSUCHSBESCHREIBUNG..... | 18 |
| 4.1 | Entwurfsgrundlagen..... | 18 |
| 4.1.1 | Untersuchungsziele..... | 18 |
| 4.1.2 | Parameterauswahl..... | 19 |

| <u>INHALTSVERZEICHNIS</u> | | Seite |
|---------------------------|--|--------------|
| 4.2 | Aufbau der Probekörper..... | 20 |
| 4.2.1 | Allgemeines..... | 20 |
| 4.2.2 | Aufbau der Korrosionszellen..... | 20 |
| 4.2.3 | Anordnung der Bewehrung bei den Prüfkörpern ohne Stahlbeschichtung..... | 21 |
| 4.2.4 | Anordnung der Bewehrung bei den Prüfkörpern mit Stahlbeschichtung..... | 21 |
| 4.3 | Ermittlung der Meßwerte..... | 22 |
| 4.3.1 | Elementstrommessungen..... | 22 |
| 4.3.2 | Potentialmessung..... | 23 |
| 4.3.3 | Elektrolytwiderstand..... | 23 |
| 4.4 | Zustand vor Instandsetzung..... | 23 |
| 4.4.1 | Herstellung der Probekörper..... | 23 |
| 4.4.1.1 | Variantenaufteilung..... | 23 |
| 4.4.1.2 | Betonieren und Nachbehandlung..... | 24 |
| 4.4.2 | Schnellkarbonatisierung..... | 25 |
| 4.4.3 | Korrosion der Bewehrung vor der Instandsetzung..... | 25 |
| 4.5 | Instandsetzungssimulation..... | 26 |
| 4.5.1 | Betonausbruch..... | 26 |
| 4.5.2 | Entrostung des Betonstahls..... | 26 |
| 4.5.3 | Beschichtung der Stahloberflächen..... | 27 |
| 4.5.4 | Einbringen des Instandsetzungsmörtels..... | 27 |
| 4.5.5 | Betonoberflächenbeschichtung..... | 28 |
| 4.6 | Untersuchungen nach der Instandsetzung..... | 28 |
| 4.7 | Abschließende Untersuchungen..... | 29 |
| 4.7.1 | Ausbau der Stähle..... | 29 |
| 4.7.2 | Ausmessen der realen Prüfkörpergeometrie.... | 29 |
| 4.7.3 | Aufnahme des Korrosionszustandes..... | 29 |

| <u>INHALTSVERZEICHNIS</u> | | Seite |
|----------------------------------|--|--------------|
| 5 | UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE..... | 30 |
| 5.1 | Allgemeines..... | 30 |
| 5.2 | Ausgangsdaten zur Interpretation der Meß- werte..... | 30 |
| 5.2.1 | Größe der korrodierten Stahloberflächen- bereiche..... | 30 |
| 5.2.2 | Zusammenhang zwischen Elementstrom und Masseverlust infolge Korrosion..... | 31 |
| 5.2.3 | Spezifischer Elektrolytwiderstand..... | 31 |
| 5.3 | Korrosion der Bewehrung vor der Instand- setzung..... | 32 |
| 5.3.1 | Einfluß verschiedener Feuchtigkeitsver- hältnisse..... | 32 |
| 5.3.2 | Schlußfolgerungen für den Korrosionsmecha- nismus bei örtlichen Fehlstellen im Beton... | 34 |
| 5.4 | Makroelementbildung nach örtlichen Instand- setzungen..... | 35 |
| 5.4.1 | Instandsetzung und anschließende Austrock- nungsphase..... | 35 |
| 5.4.2 | Einfluß der Umgebungsbedingungen..... | 36 |
| 5.4.2.1 | Einmalige Wasserbeaufschlagung..... | 36 |
| 5.4.2.2 | Zyklische Wasserbeaufschlagung..... | 38 |
| 5.4.2.3 | Temperatur..... | 40 |
| 5.4.2.4 | Luftfeuchtigkeit..... | 40 |
| 5.4.3 | Einfluß der betontechnologischen Einfluß- größen..... | 41 |
| 5.4.3.1 | Zementart..... | 41 |
| 5.4.3.2 | Wasser/Zement-Wert..... | 43 |
| 5.4.3.3 | Betondeckung..... | 44 |

INHALTSVERZEICHNIS
Seite

| | | |
|-------|--|--------|
| 5.5 | Wirkung der Betonoberflächenbeschichtung.... | 45 |
| 5.5.1 | Allgemeines..... | 45 |
| 5.5.2 | Einfluß auf den elektrischen Widerstand des Betons..... | 45 |
| 5.5.3 | Einfluß auf die Korrosionsgeschwindigkeit der Bewehrung..... | 46 |
| 5.5.4 | Wasserzutritt von der nicht beschichteten Seite..... | 47 |
| 5.5.5 | Zusammenfassung..... | 48 |
| 5.6 | Wirkung der Stahlbeschichtung..... | 48 |
| 5.6.1 | Verhinderung der kathodischen Reaktion an den beschichteten Stahloberflächenbereichen | 48 |
| 5.6.2 | Berücksichtigung der Kathoden außerhalb des instandgesetzten Bereiches..... | 49 |
| 5.6.3 | Kathodische Enthftung..... | 50 |
| 5.6.4 | Unterrostung der Stahlbeschichtung..... | 50 |
| 6 | SCHLUSSFOLGERUNGEN..... | 51 |
| 7 | LITERATURVERZEICHNIS..... | 53 |
| | ANHANG – TABELLEN..... | A1-A5 |
| | ANHANG – BILDER..... | B1-B21 |