

Elektrochemische Entfernung von Chloriden als Instandsetzungsverfahren korrosionsgefährdeter Stahlbeton- bauwerke

T 2666

T 2666

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 reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen 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

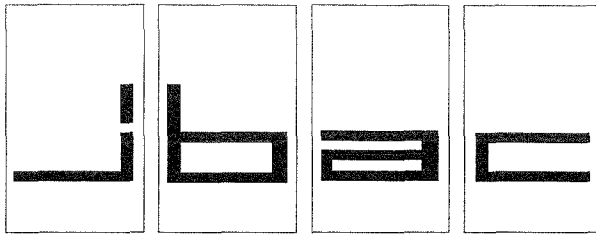
Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

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-52056 Aachen

Telefon (02 41) 80-51 00 · Telex 8 32 704 thac d · Telefax (02 41) 88 88-139

Bre/Fk

6. Ausfertigung

THEMA

Elektrochemische Entfernung von Chloriden als Instandsetzungsverfahren korrosionsgefährdeter Stahlbetonbauwerke

ABSCHLUSSBERICHT

Forschungsbericht Nr.

F 387

vom 06.02.1995

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. P. Schießl

Sachbearbeiter

Dipl.-Ing. W. Breit

Auftraggeber/
Förderer

Bundesminister für
Forschung und Technologie
Postfach 20 07 06

53137 Bonn

Auftragsdatum

23.08.1990

Aktenzeichen

FKZ 11F615C 0

Dieser Bericht umfaßt 168 Seiten, davon 123 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.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1	EINFÜHRUNG.....	1
1.1	Problemstellung.....	1
1.2	Ziel der Untersuchungen.....	1
1.3	Lösungsweg.....	2
2	PRINZIP DER ELEKTROCHEMISCHEN CHLORIDEXTRAKTION ALS INSTANDSETZUNGSVERFARHEN	3
2.1	Korrosion von Stahl in Beton	3
2.2	Instandsetzungsprinzipien.....	4
2.3	Elektrochemische Chloridextraktion	5
2.4	Erfahrungen aus Objekten	9
2.4.1	Allgemeines.....	9
2.4.2	Instandsetzung der Widerlagerwand der Autobahnunterführung (S 108) /7/	9
2.4.3	Instandsetzung von vier Brückenpfeilern in Frankfurt /8/.....	11
2.4.4	Instandsetzung einer Freiluft-Stahlbeton-Konstruktion nach einem Groß- brand /9/	11
2.4.5	Instandsetzung der Bogenbrücke Duindorpborg in Scheveningen /10/	13
2.4.6	Instandsetzung der Hochbrücke Lingenau, Vorarlberg /11/	13
2.4.7	Weitere Veröffentlichungen.....	14
2.4.8	Tabellarische Zusammenfassung	15
2.5	Zusammenfassung	16
3	ELEKTROLYSE.....	17
3.1	Dissoziation.....	18
3.2	Dissoziationsgrad	18
3.3	Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen.....	19
3.4	Elektrokinetische Erscheinungen	21
3.4.1	Elektroosmose	21
3.4.2	Elektrophorese.....	22
3.5	Faraday'schen Gesetze.....	23

INHALTSVERZEICHNIS**Seite**

4	CHLORIDE IM BETON	24
4.1	Allgemeines.....	24
4.2	Chloridbindevermögen	24
4.3	Transportmechanismen.....	27
4.3.1	Diffusion	27
4.3.2	Konvektion.....	28
5	ELEKTROLYTISCHE LEITFÄHIGKEIT VON BETON	28
5.1	Elektrolytischer Widerstand.....	28
5.2	Betontechnologische Einflußgrößen auf den Elektrolytwiderstand.....	30
5.2.1	Betonalter (Hydratationsgrad).....	30
5.2.2	Wasserzementwert.....	31
5.2.3	Zementart und Zusatzstoffe	31
6	LABORUNTERSUCHUNGEN	33
6.1	Allgemeine Versuchsbeschreibung	33
6.2	Prüfkörperaufbau.....	33
6.3	Versuchsparameter	37
6.3.1	Geometrische Parameter.....	37
6.3.1.1	Bewehrungsanordnung und -durchmesser.....	37
6.3.1.2	Betondeckung.....	38
6.3.2	Betontechnologische Parameter	43
6.3.2.1	Zementart	43
6.3.2.2	Wasserzementwert und Zementgehalt.....	43
6.3.2.3	Chloridkontamination	44
6.3.3	Verfahrenstechnologische Parameter	45
6.3.3.1	Stromdichte	45
6.3.3.2	Extraktionsdauer.....	46
6.4	Bezeichnung der Prüfkörper	47
6.5	Prüfkörperherstellung	49

<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>		Seite
6.6	Versuchsdurchführung.....	50
6.7	Bohrmehlproben.....	53
6.8	Analyseverfahren.....	55
6.8.1	Hydroxidgehalt.....	55
6.8.2	Freies Chlorid.....	55
6.8.3	Gesamtchloridgehalt.....	55
6.8.4	Natrium- und Kaliumgehalt.....	56
7	AUSWERTUNG.....	56
7.1	Allgemeines.....	56
7.2	Geometrische Einflußgrößen.....	57
7.2.1	Einfluß der Bewehrungsanordnung.....	58
7.2.1.1	Auswertungsgruppe 1 - PZ 35F, w/z = 0,60 Einfluß der Bewehrungsanordnung für Portlandzementbeton mit einem Wasserzementwert von 0,60, einer Betonüberdeckung von 15 mm und einer Stromdichte von 1000 mA/m ² über 12 Wochen.....	58
7.2.1.2	Auswertungsgruppe 2 - PZ 35F und PZ 45F-HS, w/z = 0,70 Einfluß des spezifischen Bewehrungsgrades und der Zementart bei einem Wasserzementwert von 0,70, einer Betonüberdeckung von 30 mm und einer Stromdichte von 800 mA/m ² über 2 Wochen.....	60
7.2.2	Einfluß der Betonüberdeckung.....	64
7.3	Betontechnologische Einflußgrößen.....	66
7.3.1	Einfluß der Wasserzementwertes.....	67
7.3.1.1	Auswertungsgruppe 1 - PZ 35F Einfluß des Wasserzementwertes bei Portlandzementbeton mit einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36, einer Betonüberdeckung von 15 mm und einer Stromdichte von 800 mA/m ² über 2 Wochen.....	67
7.3.1.2	Auswertungsgruppe 2 - HOZ 35L Einfluß des Wasserzementwertes bei Hochofenzementbeton mit einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36, einer Betonüberdeckung von 15 mm und einer Stromdichte von 800 mA/m ² über 2 Wochen.....	72

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

7.3.2	Einfluß der Zementart.....	75
7.3.2.1	Auswertungsgruppe 1 - 500 mA/m ² , 4 Wochen Einfluß der Zementart bei einem Wasserzementwert von 0,60, einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36, einer Betonüberdeckung von 15 mm und einer Stromdichte von 500 mA/m ² über 4 Wochen.....	75
7.3.2.2	Auswertungsgruppe 2 - 1000 mA/m ² , 12 Wochen Einfluß der Zementart bei einem Wasserzementwert von 0,60, einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36, einer Betonüberdeckung von 15 mm und einer Stromdichte von 1000 mA/m ² über 12 Wochen.....	81
7.4	Verfahrenstechnologische Einflußgrößen	83
7.4.1	Auswertungsgruppe 1 - PZ 35F, w/z = 0,60 Einfluß der Ladungsmenge für Portlandzementbeton mit einem Wasserzementwert von 0,60, einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36 und einer Betonüberdeckung von 15 mm.....	84
7.4.2	Auswertungsgruppe 2 - HOZ 35L, w/z = 0,60 Einfluß der Ladungsmenge für Hochofenzementbeton mit einem Wasserzementwert von 0,60, einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36 und einer Betonüberdeckung von 15 mm.....	87
7.4.3	Auswertungsgruppe 3 - PZ 45F-HS, w/z = 0,60 Einfluß der Ladungsmenge für Portlandzementbeton mit hohem Sulfatwiderstand, mit einem Wasserzementwert von 0,60, einem spezifischen Bewehrungsgrad von 0,36 und einer Betonüberdeckung von 15 mm.	89
7.5	Zyklische Chloridextraktion nach 26wöchiger Trocknungsphase.....	92
7.6	Zyklische Wasserbeaufschlagung nach der Chloridextraktion.....	95
7.7	Untersuchungsergebnisse bei direkter Chloridzugabe zum Frischbeton.....	99
7.7.1	Einfluß der Zementart und der Betonüberdeckung.....	100
7.7.2	Einfluß der Zementart und der Chloridkonzentration.....	104
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	107
8.1	Allgemeines.....	107

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

8.2	Ergebnisse	108
8.2.1	Vor der elektrochemischen Chloridextraktion.....	108
8.2.2	Nach der elektrochemischen Chloridextraktion.....	109
8.3	Empfehlungen für die Praxis	112
8.3.1	Vor der elektrochemischen Chloridextraktion.....	112
8.3.2	Während der elektrochemischen Chloridextraktion.....	113
8.3.3	Nach der elektrochemischen Chloridextraktion.....	113
9	LITERATUR.....	114
	TABELLEN	A1-A45