

# Korrosionsschutz im Massivbau

Vermeidung und Sanierung von Korrosionsschäden  
im Stahl- und Spannbeton

Dr.-Ing. habil. Ulf Nürnberger

Dr.-Ing. Bernd Isecke  
Dipl.-Ing. Bernd Neubert  
Dr.-Ing. Günter Rieche

Mit 107 Bildern und 168 Literaturstellen



Kontakt & Studium  
Band 297

Herausgeber:  
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz  
Technische Akademie Esslingen  
Weiterbildungszentrum  
DI Elmar Wippler  
expert verlag

expert  verlag

# Inhaltsverzeichnis

---

Herausgeber-Vorwort

Autoren-Vorwort

<b>1</b>	<b>Einführung in die Problematik (Korrosionsarten, Korrosionsschaden, Korrosionsschutz)</b>	<b>1</b>
	U. Nürnberger	
1.1	Einleitung	1
1.2	Begriffe nach DIN 50 900, Teil 1–3 (Korrosion der Metalle; Begriffe, Korrosionsarten und -formen, Elektrochemie, Untersuchungen)	1
1.2.1	Korrosion, Korrosionserscheinung, Korrosionsschaden	1
1.2.2	Korrosionsschutz	4
<b>2</b>	<b>Korrosion von Stahl in Beton</b>	<b>7</b>
	U. Nürnberger	
2.1	Schutzwirkung des Betons	7
2.2	Voraussetzungen für eine Korrosion von Stahl in Beton	7
2.3	Korrosionsbeeinflussende Faktoren	10
2.3.1	Betongüte	10
2.3.2	Betondeckung	11
2.3.3	Wasserhaushalt	11
2.3.4	Risse im Beton	13
2.4	Korrosionsvoraussetzungen und beeinflussende Faktoren	14
2.4.1	Karbonatisierung des ungerissenen Betons	14
2.4.2	Karbonatisierung des gerissenen Betons	20
2.4.3	Eindringen von Chloriden in ungerissenen Beton	22
2.4.4	Eindringen von Chloriden in gerissenen Beton	26
2.4.5	Sauerstoffgehalt am Stahl	27
2.4.6	Leitfähigkeit des Betons	30
2.5	Korrosionsgefährdung in karbonatisiertem oder chlorid- haltigem, ungerissenem Beton	31
2.5.1	Eigenkorrosion des Bewehrungsstahles	31

2.5.2	Makroelementbildung	33
2.5.3	Besonderheiten der Korrosion in karbonatisiertem Beton	35
2.5.4	Besonderheiten der Korrosion in chloridhaltigem Beton	36
2.5.5	Besonderheiten der Korrosion in Betonrissen	42
2.6	Zusammenfassung	47
<b>3</b>	<b>Korrosionsschutz von Betonkonstruktionen aus planerischer und betontechnologischer Sicht</b>	<b>49</b>
	B. Neubert	
3.1	Einleitung	49
3.2	Allgemeine Anmerkungen zum Baustoff Beton und zu seinen Aufgaben	49
3.3	Struktur des Betons, Einfluß des Wasser-Zement-Wertes auf die Dichtigkeit	50
3.4	Schädigungsmechanismen bei Betonkonstruktionen	55
3.5	Maßnahmen zum Korrosionsschutz aus planerischer und konstruktiver Sicht	56
3.6	Betontechnologische Maßnahmen zur Sicherstellung eines dauerhaften Korrosionsschutzes	59
3.6.1	Allgemeines	59
3.6.2	Wahl der Ausgangsstoffe	59
3.6.2.1	Betonzuschlag	59
3.6.2.2	Zement	60
3.6.2.3	Betonzusatzmittel	63
3.6.2.4	Betonzusatzstoffe	64
3.6.3	Betonzusammensetzung	64
3.7	Betonherstellung, Einbringen, Verdichten	66
3.8	Nachbehandlung	67
3.9	Zusammenfassung	71
<b>4</b>	<b>Kathodischer Korrosionsschutz in Stahlbetonkonstruktionen</b>	<b>73</b>
	B. Isecke	
4.1	Einleitung	73
4.2	Korrosionsschutz von Stahl in Beton	73
4.3	Korrosion von Stahl in Beton	74
4.4	Herkömmliche Instandsetzungsverfahren	75
4.5	Prinzip des kathodischen Schutzes	76
4.6	Schutzkriterien	77
4.7	Anwendungsbereiche	79

4.8	Grenzen des Verfahrens	80
4.9	Bauaufsichtliche Komponenten (Anodenmaterialien)	80
4.10	Bautechnische Ausführung	80
<b>5</b>	<b>Feuerverzinken und Beschichten der Bewehrung, Bewehrung aus nichtrostendem Stahl, Inhibitoren im Beton</b>	<b>85</b>
	U. Nürnberger	
5.1	Feuerverzinken der Betonstähle – Allgemeine Zusammenhänge	85
5.2	Herstellung und Aufbau von Zinküberzügen	87
5.3	Haftung Zinkauflage/Stahl	89
5.4	Mechanische Eigenschaften feuerverzinkter Betonstähle	89
5.5	Korrosionsverhalten in Beton	89
5.5.1	Alkalischer, chloridfreier Beton	89
5.5.2	Karbonatisierter Beton	92
5.5.3	Chloridhaltiger Beton	93
5.5.4	Risse im Beton	94
5.5.5	Einfluß erhöhter Temperaturen	95
5.5.6	Elementbildung mit unverzinkten Teilen	96
5.6	Verbundverhalten im Beton	99
5.7	Beschichten der Bewehrung mit Kunststoffen – Allgemeine Zusammenhänge	101
5.8	Herstellung und Aufbau der Beschichtung	101
5.9	Haftung Beschichtung/Stahl	102
5.10	Mechanische Eigenschaften beschichteter Betonstähle	103
5.11	Korrosionsverhalten in Beton	103
5.12	Risse in Beton	104
5.13	Einfluß erhöhter Temperaturen	105
5.14	Elementbildung mit unbeschichteten Stahlteilen	105
5.15	Verbundverhalten im Beton	107
5.16	Inhibitoren im Beton – Allgemeine Zusammenhänge und Wirkungsweisen	108
5.17	Eigenschaften der Betonstähle und des Betons	109
5.18	Korrosionsverhalten in Beton	110
5.19	Risse im Beton	113
5.20	Elementbildung	114
5.21	Verbundverhalten im Beton	114
5.22	Betonstähle aus nichtrostendem Stahl – Allgemeine Zusammenhänge	114
5.23	Herstellung und mechanische Eigenschaften der Stähle	115
5.24	Korrosionsverhalten in Beton	115
5.25	Einfluß erhöhter Temperaturen	117

5.26	Elementbildung mit Teilen aus unlegiertem Stahl	117
5.27	Verbundverhalten im Beton	118
<b>6</b>	<b>Schutz und Instandsetzung von Stahlbeton</b>	<b>119</b>
	G. Rieche	
6.1	Einleitung	119
6.2	Aufgaben und Eigenschaften von Beschichtungen (Grundlagen)	119
6.2.1	Aufgaben von Beschichtungen zum Betonschutz	119
6.2.2	Wasserdampfdurchlässigkeit und Tauwasserschutz	120
6.2.3	Wasseraufnahmekoeffizient und Regenschutz	121
6.2.4	Schutz vor Karbonatisierung	122
6.2.5	Sperrwirkung gegenüber Sauerstoff	123
6.2.6	Chemischer Schutz mit Beschichtungen	123
6.2.7	Anforderungen an den Untergrund (Beton)	124
6.3	Oberflächenschutzsysteme	125
6.3.1	Fassadenanstriche (vertikale Bauteile)	127
6.3.1.1	Imprägnierungen	127
6.3.1.2	Lasuranstriche	127
6.3.1.3	Deckende Anstriche (Beschichtungen)	128
6.3.1.4	Rißüberbrückende Fassadenbeschichtungen	129
6.3.2	Beschichten mit Reaktionsharzen	130
6.3.2.1	Übersicht	130
6.3.2.2	Imprägnierung	130
6.3.2.3	Versiegelung	131
6.3.2.4	Beschichtungen	131
6.4	Diagnose bei Schäden am Stahlbeton	133
6.4.1	Daten zur Beschreibung der Konstruktion (Vorgeschichte)	133
6.4.2	Erhebungen zur Beanspruchung der Konstruktion	133
6.4.3	Klassifizierung der Gefährdung	134
6.4.4	Prüfverfahren	136
6.4.5	Auswertung	137
6.5	Instandsetzungskonzepte	138
6.5.1	Vorbeugende Maßnahmen	138
6.5.2	Instandsetzung von Oberflächenschäden	139
6.5.3	Instandsetzung von tiefgreifenden Schäden	141
6.5.4	Behandlung von Rissen	143
6.5.5	Bauteilersatz	145
6.6	Sonderfälle und ergänzende Maßnahmen	145
6.6.1	Leichtbeton	145
6.6.2	Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)	147
6.6.3	Fassadenbekleidungen	151

6.6.4	Kathodischer Schutz	151
6.6.5	Grenzen der Stahlbetoninstandsetzung	151
6.6.6	Fugenabdichtungen	152
6.6.7	Parkhäuser	153
6.6.8	Fassaden	154
6.7	Zusammenfassung und Ausblick	154

## **7 Besondere Probleme des Korrosionsschutzes im Spannbeton** **156**

B. Isecke

7.1	Einleitung	156
7.2	Stahlqualitäten des Spannbetonbaus	157
7.3	Korrosionsschutz im Spannbetonbau	158
7.4	Mechanismus der wasserstoffinduzierten Spannungsrißkorrosion an Spannstählen	159
7.5	Temporärer Korrosionsschutz von Spannstählen	161
7.6	Korrosionsschäden an Spannbetonbauwerken	163
7.6.1	Teileinsturz der Berliner Kongreßhalle	164
7.6.2	Schäden durch mangelhafte Verpressung	168
7.6.3	Schäden bei Transport, Lagerung und Einbau der Spannglieder	170
7.7	Zusammenfassung	171

## **Literaturverzeichnis** **172**

## **Sachregister** **179**

## **Autorenverzeichnis** **181**