

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	12
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	12
1.2	Aufbau der Arbeit.....	14
2	Grundlagen	16
2.1	Korrosion elektrochemischer Art	16
2.2	Thermodynamische Betrachtung der Korrosion von Zink	16
2.3	Kinetik der Korrosion von Zink in alkalischen Medien und Deckschichtbildung	22
2.3.1	Korrosion und Deckschichtbildung von Zink in alkalischen Medien	22
2.3.2	Elektrochemische Messungen.....	25
2.3.3	Elektrochemische Untersuchungen zur Deckschichtbildung an Zink in alkalischen Medien ...	29
2.3.4	Deckschichten an Zink in alkalischen Medien	36
2.3.5	Wechselwirkung zwischen Zinkdeckschichtbildung und Erstarrungsprozess in der Frischbetonphase	39
2.3.6	Einfluss der Chloridzugabe auf den Erstarrungsprozess und die Porosität	40
2.4	Zusammenfassung der Grundlagen	43
3	Experimentelles	44
3.1	Voruntersuchungen	44
3.1.1	Verhalten atmosphärisch gebildeter Deckschichten auf feuerverzinkten Betonstählen nach Kontakt mit Frischbeton	44
3.1.2	Lösungsversuche.....	45
3.1.3	Einfluss des Versuchskörperdesigns auf elektrochemische Messungen.....	47
3.2	Versuchskörper.....	49
3.2.1	Versuchskörperübersicht.....	49
3.2.2	Mörtelzusammensetzung.....	50
3.2.3	Probekörperdesign für elektrochemische Untersuchungen und analytische Untersuchung der Deckschicht	51
3.2.4	Probekörper zur Bestimmung des elektrischen Mörtelwiderstandes	53
3.2.5	Probekörper für die Chloridanalyse und -verteilung sowie zur Bestimmung der Porosität	53
3.3	Elektrochemische Untersuchungen	54
3.3.1	Übersicht der verwendeten Messaufbauten für die elektrochemischen Messungen	54
3.3.2	Bestimmung des IR-Drops	55
3.3.3	IR-Kompensation	56
3.3.4	Linearer Polarisationswiderstand	56
3.3.5	Elektrochemische Impedanzmessung	57
3.3.6	Stromdichte-Potentialkurven	57
3.3.7	Widerstandsmessung - Impedanzmessung	58
3.4	Analytische Untersuchungsverfahren.....	60
3.4.1	Ermittlung der Masseänderung der Mörtelprobekörper.....	60
3.4.2	Ermittlung des Zinkschichtaufbaus mittels Glimmentladungsspektroskopie.....	60
3.4.3	Ermittlung der Legierungszusammensetzung des zu verzinkenden Grundwerkstoffes mittels Funkenemissionsspektrometrie	60

3.4.4	Röntgendiffraktometrie XRD.....	60
3.4.5	Kalorimetermessung.....	62
3.4.6	Ermittlung des Chloridgehaltes.....	62
3.4.7	Bestimmung von Anionen und Kationen in wässrigen Lösungen - Zement- und Porenwasseranalyse	63
3.4.8	Laserinduzierte Plasmaspektroskopie.....	63
3.4.9	Quecksilberdruckporosimetrie	63
3.4.10	Metallographische und mikroskopische Untersuchungen	64
4	Ergebnisse	65
4.1	Herstellung und Charakterisierung der Arbeitselektroden.....	65
4.2	Zement, Zementleim und Mörtel.....	69
4.2.1	Charakterisierung der Zementzusammensetzung	69
4.2.2	Charakterisierung des Zementleims.....	70
4.2.2.1	Kalorimetermessungen.....	70
4.2.2.2	Röntgendiffraktometrische Untersuchungen des Zementsteins	72
4.2.3	Charakterisierung der Mörtel	74
4.2.3.1	Untersuchung der Porosität mittels Quecksilberdruckporosimetrie	74
4.2.3.2	Bestimmung des elektrischen Mörtelwiderstands und der Masseänderung an Probekörpertyp R.....	76
4.2.3.3	Chloridgehalt und Chloridbindevermögen	78
4.2.3.4	Chloridverteilung und karbonatisierte Randzone im Mörtel.....	79
4.2.3.5	Synthetisiertes Porenwasser	81
4.3	Elektrochemische Messungen.....	83
4.3.1	Definitionen zu den durchgeführten elektrochemischen Messungen.....	83
4.3.2	Probekörpertyp MP.....	83
4.3.2.1	Potentialmessung und Masseänderung	83
4.3.2.2	Spannungsabfall über den elektrischen Mörtelwiderstand.....	85
4.3.2.3	Polarisationswiderstand aus LPR-Messungen	89
4.3.2.4	Elektrochemische Impedanzspektroskopie	91
4.3.2.5	Ermittlung des I_{corr} und des B-Wertes aus Stromdichte-Potentialkurven	99
4.3.3	Probekörpertyp M mit synthetisierter Porenlösung und Mörteldiaphragma	101
4.3.3.1	Informationen zur Ergebnisdarstellung für Probekörpertyp M.....	101
4.3.3.2	Freies Korrosionspotential E_{corr} und IR-Drop.....	101
4.3.3.3	Polarisationswiderstand.....	102
4.3.3.4	Korrosionsstromdichte und B-Wert.....	104
4.3.3.5	Phasenwinkel aus EIS-Messungen	106
4.4	Deckschichtbestimmung.....	108
4.4.1	Informationen zu den Ergebnissen der Deckschichtbestimmung	108
4.4.2	XRD-Untersuchungen der Deckschichten.....	108
4.4.3	REM-Untersuchungen der Deckschichten	110
4.4.4	Fotografie, Stereomikroskopie, Oberflächentopografie und metallographische Schliffe	114
5	Diskussion	125
5.1	Einleitung in die Diskussion	125

5.2	Weiterentwicklung der Vorstellung zum Einfluss des Elektrolyten auf die Frühphase der Deckschichtbildung	125
5.2.1	Beeinflussung der Deckschicht durch den Elektrolyten	125
5.2.2	Beeinflussung des Elektrolyten durch Chloridzugabe	126
5.2.3	Elektrischer Mörtelwiderstand	130
5.2.4	Einfluss der Wasserstoffentwicklung an der Probenoberfläche und deren Auswirkung auf die Wasseraufnahme.....	134
5.2.5	Spannungsabfall über den Elektrolyten – IR-Drop der Mörtelserien	135
5.2.6	Spannungsabfall über den Elektrolyten – IR-Drop der Proben mit synthetischem Porenwasser und Mörteldiaphragmen.....	139
5.3	Korrosionsspezifische Kennwerte aus elektrochemischen Messungen.....	140
5.3.1	Zink in Kontakt mit zementgebundenen Elektrolyten unter Zugabe von Chlorid	140
5.4	Differenzierung der Korrosionssysteme für Zink in alkalischen Medien.....	145
5.5	Modellbildung für den Einfluss dauerhafter und temporärer elektrolytgesättigter Poren auf den Korrosionsfortschritt.....	147
5.6	Deckschichten und deren Auswirkung auf den Polarisationswiderstand	150
5.7	Inhomogenitäten und deren Auswirkung auf die Ermittlung von Korrosionsstromdichten	153
5.8	Korrosionserscheinungen an feuerverzinkten Stählen in alkalischen Medien	153
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	154
6.1	Zusammenfassung	154
6.2	Ausblick	156
7	Literaturverzeichnis.....	158