

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND MOTIVATION	11
1.1	Problemstellung	11
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise	12
2	GRUNDLAGEN ZUR ANALYSE DER PRÜFQUALITÄT VON QUALITATIVEN MESS- VERFAHREN	13
2.1	Einleitung	13
2.2	Die Ermittlung einer Probability of Detection-Kurve	14
2.2.1	Das Hit-Miss Modell	15
2.2.2	Das a versus \hat{a} Modell	16
2.3	Methodik zur Bewertung und Optimierung von Analyse-Strategien	19
2.4	Vorüberlegungen zur Analyse der Prüfqualität der Potentialfeldmessung	20
3	DIE POTENTIALFELDMESSUNG: THEORETISCHE GRUNDLAGEN	20
3.1	Die Korrosion von Stahl in Beton	20
3.1.1	Die Passivierung - Depassivierung	21
3.1.2	Der Korrosionsprozess	21
3.2	Das Prinzip der Potentialfeldmessung	22
3.3	Die Einflussfaktoren auf die Potentialfeldmessung	23
3.3.1	Gruppe A: Die Ausbreitung des Potentialfeldes in einem Elektrolyten	24
3.3.2	Gruppe B: Die elektrokinetischen Effekte	25
3.3.3	Gruppe C: Das elektrochemische Potential der Elektroden	28
3.3.4	Gruppe D: Die Messdurchführung und Messdatenauswertung	30
3.3.5	Literaturauswertung zu den Einflussfaktoren der Potentialfeldmessung	33
3.3.6	Zusammenfassung der Literaturrecherche	35
4	DIE NUMERISCHE SIMULATION VON KORROSIONSPROZESSEN	36
4.1	Die Boundary Elements Method (BEM)	36
4.2	Mathematische Grundlagen zur Boundary Elements Method (BEM)	36
4.3	Modellgenerierung	37
4.3.1	Eingabeparameter: Stromdichte-Potential-Kurven	37
4.3.2	Eingabeparameter: Spezifischer Elektrolytwiderstand des Betons	40
4.4	Literaturauswertung zur numerischen Simulation von Potentialverteilungen	40
4.5	Validierung der Boundary Elements Methods Software BEASY	42
4.5.1	Der elektrolytische Trog	42
4.5.2	Modellparameter des elektrolytischen Trogs	43
4.5.3	Auswertung der Messergebnisse vom elektrolytischen Trog	44
4.5.4	Vergleich der Simulations- und Messergebnisse vom elektrolytischen Trog	46

4.5.5	Das Modell Platte BAM	48
4.5.6	Zusammenfassung der Validierung	50
4.6	Grenzen der Numerik	50
5	NUMERISCHE PARAMETERSTUDIE ZUR ERMITTLUNG DER DOMINANTEN EINFLUSS-FAKTOREN AUF DIE POTENTIALFELDMESSUNG	50
5.1	Numerische Modellbildung	50
5.2	Eingabeparameter der Numerik	51
5.2.1	Anodenfläche	51
5.2.2	Betondeckung	52
5.2.3	Elektrolytwiderstand	52
5.2.4	Ruhepotentiale	52
5.2.5	Treibspannung	53
5.2.6	Anodischer Polarisationswiderstand	53
5.2.7	Kathodische Tafelsteigung und Austauschstromdichte	54
5.3	Verarbeitung der Simulationsergebnisse	54
5.4	Auswertung der Simulationsergebnisse	55
5.5	Zusammenfassung der dominanten Einflussparameter auf die Potentialfeldmessung	58
6	POTENTIALFELDMESSUNG AN REALEN BAUTEILEN	59
6.1	Randbalken vom Olympiastadion München	59
6.2	Durchführung der Potentialfeldmessung	60
6.3	Kennwerte der Randbalken	61
6.4	Exposition der Randbalkensegmente	63
6.5	Präzision der Potentialfeldmessung	64
6.6	Einfluss des Messrasters	66
6.7	Einfluss der Oberflächenvorbehandlung	70
6.8	Einfluss der Witterungsbedingungen Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschlag	71
6.9	Zusammenfassung der Messungen an den realen Bauteilen	75
7	AUSWERTUNG DER PRÜFQUALITÄT DER POTENTIALFELDMESSUNG MITTELS NUMERISCHER METHODEN	75
7.1	Konzept	75
7.2	Grenzkriterium für die POD der Potentialfeldmessung	76
7.3	Diskussion der Modellauswahl zur Probability of Detection	77
7.3.1	Die POD in Abhängigkeit des Elektrolytwiderstands	79
7.3.2	Die POD in Abhängigkeit des Messrasters	80
7.3.3	Die POD in Abhängigkeit der Betondeckung	82
7.4	Zusammenfassung der numerisch bestimmten Prüfqualität der Potentialfeldmessung	84

8	INTEGRATION DER POD DER POTENTIALFELDMESSUNG FÜR DIE ZUSTANDS- ERFASSUNG UND -PROGNOSE VON STAHLBETONBAUTEILEN	84
8.1	Einleitung	84
8.2	Beispielbauwerk: Stützwand	85
8.2.1	Berechnung der a-priori-Wahrscheinlichkeit der Stützwand	86
8.2.2	Inspektionsdaten der Stützwand	87
8.3	Das Updaten der Lebensdauerprognose	89
8.3.1	Updaten mittels Betondeckungsmessung	90
8.3.2	Updaten mittels Potentialfelddaten	92
8.3.3	Vergleich der upgedateten Zustandsbewertung mit dem realen Bauwerkszustand	95
8.4	Zusammenfassung zur Integration der Potentialfeldmessung in die Zustandsbewertung	96
9	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	96
10	LITERATUR	98

Anhang A: Ergebnisse zu den Randbalken aus dem Olympiastadion

Anhang B: Zusammenstellung der numerischen Studie

Anhang C: POD-Kurven