

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>9</b>
1.1	Problemstellung und Zielsetzung der vorliegenden Arbeit .....	9
1.2	Aufbau der vorliegenden Arbeit .....	10
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b> .....	<b>13</b>
2.1	Der spezifische elektrische Widerstand kapillarporöser Systeme .....	13
2.1.1	Der spezifische elektrische Widerstand .....	13
2.1.2	Einfluss des Sättigungsgrads auf den spezifischen Widerstand .....	14
2.1.3	Modell zur Korrelation des spezifischen elektrischen Widerstands mit dem Sättigungsgrad von Beton .....	15
2.1.4	Gleichungen nach Archie .....	15
2.1.4.1	Erste Archie-Gleichung .....	15
2.1.4.2	Zweite Archie-Gleichung .....	18
2.1.4.3	Modifikation .....	19
2.1.4.4	Grenzflächenleitfähigkeit .....	21
2.1.4.5	Einfluss der Modellparameter auf die Regressionskurven .....	22
2.2	Materialspezifische Einflussfaktoren auf den elektrischen Betonwiderstand .....	25
2.2.1	Porenraumstruktur von Beton .....	25
2.2.2	Zusammensetzung von Betonporenlösungen .....	28
2.2.3	Bisherige Anwendungen von Archies Gleichungen an Beton .....	29
2.3	Die Frequenzabhängigkeit des elektrischen Widerstands .....	31
2.3.1	Komplexer spezifischer Widerstand .....	31
2.3.2	Komplexe Permittivität .....	34
2.3.3	Polarisationsmechanismen an der Kontaktfläche zwischen Metall und Elektrolyt .....	37
2.3.4	Induzierte Polarisationsmessung (IP) .....	38
2.3.4.1	Allgemeines .....	38
2.3.4.2	Messverfahren .....	39
2.4	Bestimmung spezifischer elektrischer Widerstände an natürlichen und künstlichen Gesteinen .....	40
2.4.1	Allgemeines .....	40
2.4.2	Verfahren mit zwei Elektroden .....	41
2.4.3	Verfahren mit vier Elektroden .....	45
2.4.3.1	Elektrodenkonfigurationen .....	45
2.4.3.2	Geometriefaktor der Wenner-Konfiguration .....	49
2.4.3.3	Verwendung der Wenner-Konfiguration im Bauwesen .....	52

2.4.4	Elektrische Widerstandstomographie .....	53
2.4.4.1	Einführung.....	53
2.4.4.2	Messmethode .....	54
2.4.4.3	Sensitivitäten.....	55
2.4.4.4	Erkundbare Tiefe bei eindimensionaler Sondierung.....	60
2.4.4.5	Pseudosektionen .....	63
2.4.4.6	Bestimmung der Widerstandsverteilung mittels Inversion.....	65
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGEN AN BETONEN .....</b>	<b>75</b>
3.1	Anwendbarkeit von Archies Gleichungen.....	75
3.1.1	Prüfkörper .....	75
3.1.2	Versuchsdurchführung.....	77
3.1.3	Voruntersuchungen zur Anwendbarkeit von Archies Gleichungen an Betonen.....	79
3.1.4	Ergebnisse der Regressionsanalyse an ausgewählten Betonen .....	85
3.1.5	Ergebnisse der Regressionsanalyse an ausgewählten Sandsteinen.....	86
3.1.6	Untersuchung zur Gültigkeit der modifizierten zweiten Gleichung von Archie an ausgewählten Betonen.....	88
3.1.7	Diskussion der Ergebnisse .....	91
3.1.7.1	Zum Einfluss der Porenstruktur auf die Modellparameter für ausgewählte Betone .....	91
3.1.7.2	Überprüfung der Vorgehensweise anhand ausgewählter Sandsteine .....	91
3.1.7.3	Zur Gültigkeit von Archies erster Gleichung für ausgewählte Betone .....	93
3.1.7.4	Fazit .....	97
3.2	Impedanzspektren ausgewählter Betone .....	98
3.2.1	Prüfkörper .....	98
3.2.2	Versuchsdurchführung.....	99
3.2.3	Darstellung der Ergebnisse .....	105
3.2.4	Diskussion der Ergebnisse .....	110
3.2.4.1	Einfluss ausgewählter Parameter auf die Impedanzspektren der untersuchten Betone.....	110
3.2.4.2	Fazit .....	114
3.3	Möglichkeiten und Grenzen der Rekonstruktion von Widerstandsverteilungen .....	115
3.3.1	Einleitung .....	115
3.3.2	Modellbeschreibung.....	116
3.3.3	Einfluss der Elektrodenabstände .....	121
3.3.4	Einfluss der Elemente im Randbereich.....	123
3.3.5	Einflüsse von zusätzlichen Geometrieinformationen.....	125
3.3.6	Einflüsse von Inversionsparametern.....	127
3.3.7	Einfluss der Diskretisierung .....	131
3.3.8	Einfluss der Elektrodenkonfiguration .....	135

3.3.9	Rekonstruktion bei vorhandener Bewehrung und oberflächennaher leitfähiger Schicht.....	140
3.3.10	Fazit .....	142
3.4	Anwendbarkeit der Widerstandstomographie an Stahlbeton .....	143
3.4.1	Prüfkörper .....	143
3.4.2	Messaufbau .....	144
3.4.3	Einfluss des Verhältnisses zwischen Elektrodendurchmesser und -abstand auf die Messergebnisse.....	146
3.4.4	Einfluss der Elektrodenkonfiguration auf die Abbildungseigenschaften.....	148
3.4.5	Einfluss der Elektrodenabstände auf die Abbildungseigenschaften.....	151
3.4.6	Einfluss der Probekörpergeometrie bei großen Auslagen.....	153
3.4.7	Einfluss der Bewehrungslage und des –durchmessers.....	156
3.4.8	Diskussion der Ergebnisse .....	158
3.4.8.1	Zum Abbildungsvermögen von Stahlbeton.....	158
3.4.8.2	Effekt oberflächennaher Widerstandsgradienten .....	160
3.4.8.3	Fazit .....	164
<b>4</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>165</b>
<b>5</b>	<b>AUSBLICK .....</b>	<b>167</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>169</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>177</b>
7.1	Tabellen .....	177
7.2	Der spezifische Betonwiderstand im Kontext der Dauerhaftigkeit von Stahlbeton .....	179
7.2.1	Korrosion von Stahl in Beton .....	179
7.2.2	Korrosionsgeschwindigkeit von Stahl in Beton.....	180
7.2.3	Chloriddiffusionskoeffizient .....	184
7.2.4	Frostgefährdung.....	185
7.3	Geometriebedingte Einflüsse bei der Vier-Elektrodenmessung an Stahlbeton .....	186
7.3.1	Einfluss der Geometrie des Messobjektes .....	186
7.3.2	Einfluss oberflächennaher leitfähiger Schichten.....	188
7.3.3	Einfluss elektrisch leitender Bewehrung.....	193