

ZUSAMMENFASSUNG

F 7073

**Überprüfung der Aussagekraft des Wenner-
Verfahrens zur Bestimmung der Dichtigkeit
von Beton**

Projekt Nr. ZP 52-5-7.293-1316/09

Im Rahmen von bauaufsichtlichen Zulassungen kann der Nachweis der Anrechenbarkeit von Betonzusatzstoffen nach dem sog. k-Wert-Konzept durch die Prüfung des Elektrolytwiderstands des Betons erfolgen. Dieser Nachweis wird geführt, wenn die Dichtigkeit des Betons nachgewiesen werden soll. Die Prüfung erfolgt an wassergelagerten Proben bei 20 °C, um auszuschließen, dass unterschiedliche Feuchten im Beton oder schwankende Temperaturen das Ergebnis verfälschen. Der Elektrolytwiderstand hängt jedoch neben der Dichtigkeit auch von der chemischen Zusammensetzung bzw. der elektrischen Leitfähigkeit des Elektrolyten ab. Im Inneren des Betons ist der Elektrolyt die Porenlösung. Die Leitfähigkeit der Porenlösung hängt von den Betonausgangsstoffen und dem w/z-Wert ab. Sie ist nicht proportional zur Dichtigkeit des Betons, sondern sinkt nicht-linear mit steigendem w/z-Wert. Hinzu kommt, dass bei Wasserlagerung insbesondere dann eine Verdünnung der Porenlösung und damit ein Absinken der Leitfähigkeit auftritt, wenn das Gefüge weniger dicht ist. Somit sind die Leitfähigkeit der Porenlösung und die Dichtigkeit des Betons die beiden Einflussgrößen, die Auswirkungen auf den Elektrolytwiderstand haben. Es ist daher denkbar, dass sich diese beiden Einflussgrößen überlagern bzw. aufheben können. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollte die Aussagekraft des Wenner-Verfahrens zur Bestimmung der Dichtigkeit von Beton überprüft werden. Weiterhin war zu untersuchen, inwieweit die bestehenden Verfahrensanweisungen ausreichen, um Ergebnisse auch reproduzieren zu können. Die bestehenden Beschreibungen reichen grundsätzlich aus, erhebliche Beeinflussungen aus der angewandten Prüftechnik unter Beachtung der Anweisungen wurden nicht festgestellt.

Um zu überprüfen, inwieweit der Elektrolytwiderstand unterschiedlicher Betonrezepturen mit der Dichtigkeit des Betons korreliert, wurden 7 Betonmischungen mit den dazu gehörigen Zementsteinen hergestellt.

Untersucht wurde die Gefügedichtheit am Beton mittels Wasseraufnahme und Sauerstoffdiffusion sowie am Zementstein mittels Quecksilberdruckporosimetrie. Zudem wurde für jeden an dem zum jeweiligen Beton zugehörigen Zementstein eine Porenwasseranalyse durchgeführt.

Zunächst wurden die Ergebnisse der einzelnen Prüfungen dargestellt und die wesentlichen Erkenntnisse herausgestellt. Es konnte gezeigt werden, dass die Prüfungen zur Dichtigkeit gut miteinander korrelieren bzw. für eine tendenzielle Aussage gut geeignet sind. So korrelieren die Ergebnisse der Sauerstoffdiffusion (Diffusionskoeffizient) und die der Quecksilberdruckporosimetrie (Medianradius) sehr gut miteinander.

Ziel dieses Forschungsvorhaben war die Überprüfung der Aussage des Wenner-Verfahrens zur Bestimmung der Dichtigkeit von Beton. Um dies zu untersuchen, wurden die Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen mit den Ergebnissen des Wenner-Verfahrens (Elektrolytwiderstand) gegenübergestellt. Hier zeigte sich keine generelle Korrelation für alle Betone. Bei den nicht flugaschehaltigen Betonen war ein Zusammenhang zwischen der Gasdiffusion und dem gemessenen Elektrolytwiderstand zu erkennen.

Um die Aussage zu quantifizieren, wurden ebenfalls die Leitfähigkeiten der Porenlösungen, die am Zementstein ermittelt wurden, in Bezug zum gemessenen Elektrolytwiderstand gesetzt. Weitere Vergleiche des gemessenen Elektrolytwiderstands mit den anderen ermittelten Ergebnissen wie der Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck und unter Druck von 150 bar sowie der Porosität lieferten keine sinnvolleren Ergebnisse. In einem weiteren Schritt wurde versucht, die Ergebnisse der einzelnen Prüfungen mit den gemessenen Werten der Leitfähigkeit der Porenlösung zu multiplizieren. Dieser Ansatz führt jedoch nicht zu einem besseren Ergebnis, so dass davon ausgegangen werden muss, dass der Elektrolytwiderstand, nicht nur von der Dichtigkeit des Betons und/oder der Leitfähigkeit der Porenlösung abhängt. Die beiden Einflussgrößen können sich überlagern bzw. aufheben. Aufgrund der Ergebnisse wird deutlich, dass sowohl der w/z_{eq} -Wert als auch der Gehalt und die Zusammensetzung des Bindemittels eine Rolle spielen. Dazu ist es erforderlich, in Zukunft eine Datenbank zu erstellen, die viele Variationen beinhaltet. Es sollte systematisch untersucht werden, welche Auswirkungen jeder einzelne Parameter auf den Elektrolytwiderstand hat. Wenn diese Einflüsse bekannt sind, sollte es ggf. möglich sein, aufgrund der Zusammensetzung einen Faktor zu ermitteln, mit dem dann vom Elektrolytwiderstand bessere Rückschlüsse auf die Dichtigkeit des Betons gezogen werden könnten. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens deuten darauf hin, dass Rückschlüsse auf die Dichtigkeit des Betons durch die Messung des Elektrolytwiderstandes nicht grundsätzlich möglich sind.