

# Evaluation von Feuchtesensoren im Frischbeton am Beispiel von Spritzbeton

## Diplomand



Dominik Walther

**Ausgangslage:** Der heute im Untertagebau häufig verwendete Spritzbeton ist sogenannter Nass-Spritzbeton. Eine pumpfähige Betonausgangsmischung wird mit Hilfe eines Spritzmobils - einer Kombination aus Betonpumpe, Dosiereinheit und Applikationsroboter - auf den Untergrund aufgebracht. Im Hinblick auf das Ausgangsmaterial stellt der effektive Wassergehalt der Betonrezeptur den signifikanten Parameter dar, welcher den Spritzbeton und seine späteren Eigenschaften beeinflusst. Davon ist auch die frühe Festigkeitsentwicklung betroffen. Ein zu feuchter Spritzbeton wirkt sich nicht nur negativ auf den Arbeitsfortschritt aus, sondern bedeutet zudem ein sehr grosses Sicherheitsrisiko auf der Baustelle. Die übliche Feuchtebestimmung durch Darren ist verhältnismässig zeitintensiv und unflexibel. Eine einfach einzusetzende Sensortechnologie ist dementsprechend wünschenswert, um schnelle, ortsunabhängige Kontrollmessungen zu ermöglichen. Es haben sich hierfür Sensoren etabliert, welche die Wechselwirkung von Mikrowellen mit dem umgebenden Wasser zur Bestimmung des Wassergehaltes nutzen. Die Messungen dieser Sensoren sind indirekt und folglich, neben dem Wassergehalt pro Messvolumen, durch weitere Rahmenparameter beeinflusst.

**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Arbeit ist herauszufinden, welche Faktoren einen Einfluss auf die Messgenauigkeit haben. Die Herkunft des Wassers, welches sich in einer Betonmischung befindet, ist von grosser Bedeutung und sollte untersucht und definiert werden, um mögliche Fehlmessungen vorzubeugen. Zusätzlich soll ermittelt werden, welche Einflüsse die Betonzusammensetzung und die Kalibrierungsmethode auf die Messgenauigkeit des Mikrowellenmessensors haben.

**Fazit:** Durch die Arbeit konnten verschiedene Faktoren, welche die Messgenauigkeit des Mikrowellenmessensors beeinflussen, eruiert werden. Als Referenz wurde eine Kalibration des Mikrowellenmessensors durchgeführt, welche für einen üblichen Spritzbeton empfohlen wird. Bei der Betonzusammensetzung war die Feuchte des Gesteins (nass oder trocken) und der Luftporengehalt von grosser Bedeutung. Diese müssen für genaue Messungen dem Anwender bekannt sein. Der Zementgehalt sowie das Verhältnis zwischen Grob- und Feinanteil beeinflussen ebenfalls die Messgenauigkeit. Bei der Kalibrierung wurde zwischen dem Gesamtwasseranteil und dem wirksamen Wasseranteil unterschieden. In dieser Arbeit wurden Varianten für die Kalibrierung entwickelt, die zu genaueren Ergebnissen führten. Die empfohlene Eichung des Herstellers misst einen etwas höheren Wassergehalt als tatsächlich vorhanden ist. Die Messungen mit der in dieser Arbeit

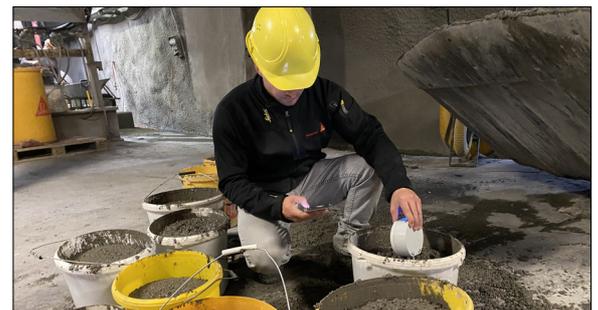
verwendeten Kalibrierung ergeben maximale Abweichungen von 5.2%, was einem W/Z-Wert von 0.02 entspricht.

Als Resultat der Arbeit kann dem Anwender empfohlen werden, den Sensor mit dem Gesamtwassergehalt aus der Darmmethode zu kalibrieren, wenn die Feuchte des Gesteins nicht bekannt ist.

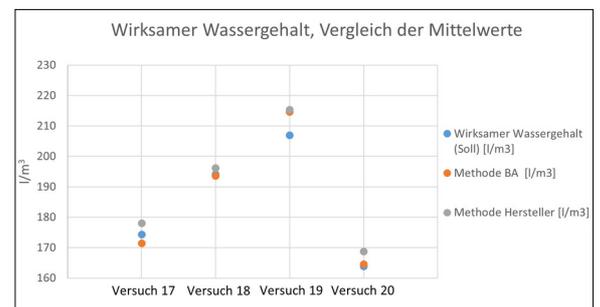
## Mikrowellenmessensor "FL-Profi Check Advanced" und die dazugehörige App Eigene Darstellung



## Wassergehaltsmessungen im Versuchsstollen Hagerbach Eigene Darstellung



## Vergleich der Messergebnisse zwischen der Methode aus der Bachelorarbeit und der Methode des Herstellers Eigene Darstellung



## Referentin

Prof. Simone Stürwald

## Korreferent

Dr. Benedikt Lindlar,  
Sika Services AG,  
Konstanz, BW

## Themengebiet

Bauausführung,  
Untertagebau