

Entwicklung einer Porenkeramik als Sensorelement für die Feuchtemessung im Calciumsulfat-Estrich und zum Monitoring des Trocknungsverlaufes

S. Helbig, R. Wagner, A. Damaschke, T. Schulz, F. Bonitz, J. Lizarazu; Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFA)
J. Adler, D. Haase; Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

Wirtschaftlicher Hintergrund

Eine Fragestellung von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist ein zuverlässiges Monitoring der Austrocknung von Calciumsulfat-Estrichen. Dabei muss der Feuchtegehalt des Estrichs ab der Herstellung bis zum Zeitpunkt der Belegreife gemessen werden. Nachfolgende Gewerke (Bodenleger) aber auch Bauüberwacher und Projektleiter benötigen Aussagen darüber, wann der Estrich voraussichtlich ausreichend trocken und damit belegreif ist. Wenn die zulässige Feuchte des Estrichs bei der Ausführung von Bodenlegerarbeiten überschritten ist, können Schäden am Belag (Parkett, Linoleum ...) auftreten, die nur kostenintensiv zu beheben sind. Ein zu schnelles Trocknen von Estrichen kann ebenfalls zu Schäden führen. Rissbildungen, vertikale Randverformungen sowie ungenügende Festigkeiten können die Folge sein.

Ziel und Methodischer Ansatz

Porenkeramik als Sensorelement für Feuchtemessung

- Materialentwicklung für ein preiswertes keramisches Sensorelement
- Messprinzip: Ausgleichsfeuchte in poröser Keramik - bekanntes, synthetisch hergestelltes Material korreliert mit veränderlicher Feuchte des Estrichs
- Porenkeramik hat ähnliche Porenstruktur wie Estrich, dadurch Sensitivität über gesamten Messbereich, insbesondere auch bei hohen Feuchtegehalten
- Messung des Feuchtegehaltes in der Keramik mit konventioneller Methode (kapazitiv) und mit neuartiger Methode (Lichttransmission)
- Sensor soll bei Herstellung des Estrichs mit eingebettet werden – ein Monitoring soll damit vom Hochfeuchtebereich bis zur Belegreife möglich sein

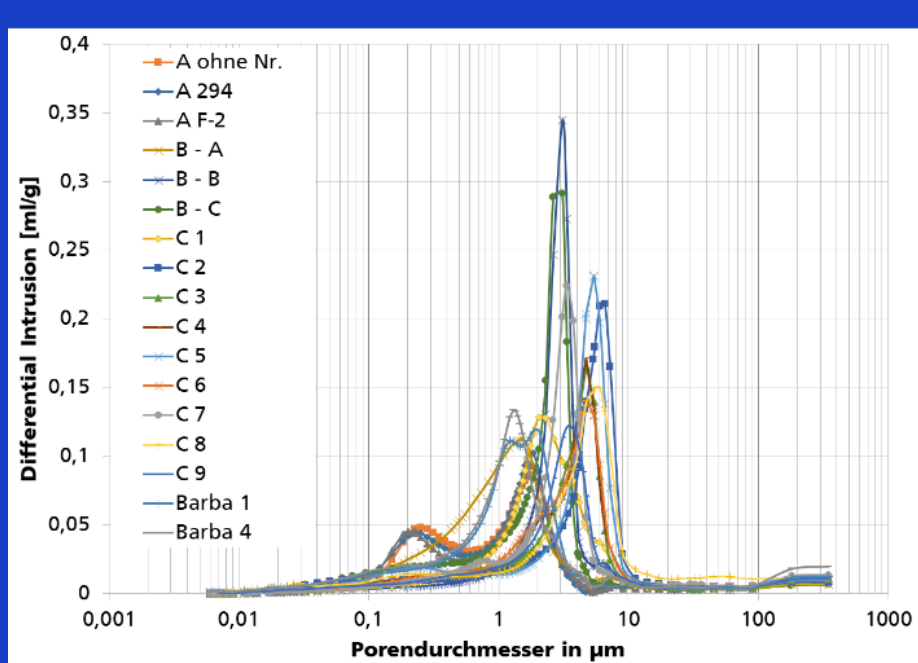
Aufgaben

- Charakterisierung der Porenverteilung von Calciumsulfat-Estrichen (Compounds verschiedener Hersteller)
- Herstellung und Charakterisierung von Porenkeramik (Porenverteilung, Feuchtespeicher-Eigenschaften) für Materialvarianten TiO_2 und Al_2O_3
- Bestimmung der Permittivität der Porenkeramik in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt
- Bestimmung der feuchtabhängigen Lichttransmission der Porenkeramik
- Aufbau eines Demonstrators für ein Sensorelement

Ergebnisse

Porenverteilungen von Calciumsulfat-Estrichen

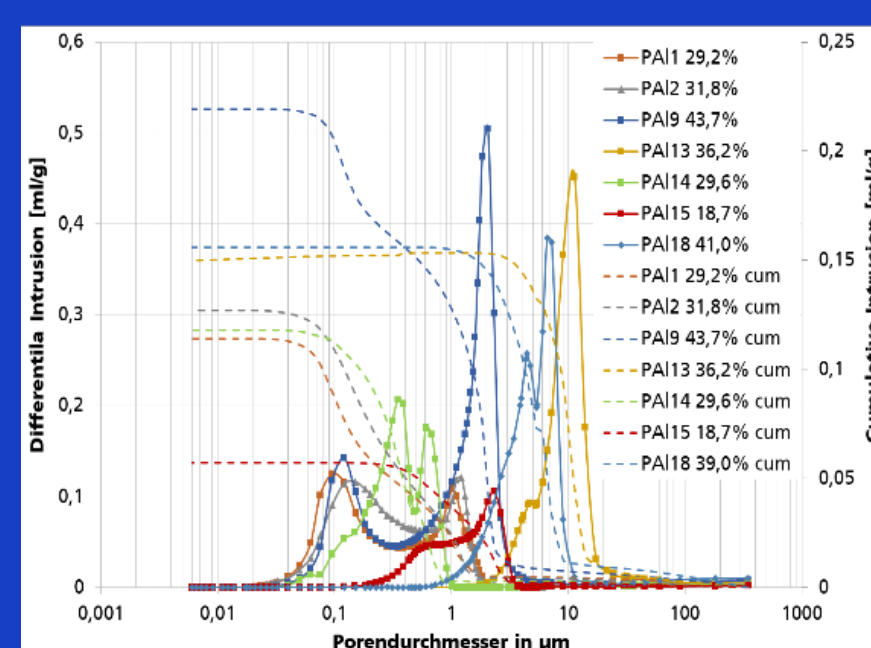
- Maxima variieren stark für verschiedene Estriche
- breites Porenspektrum von $0,2\mu m$ - $10\mu m$
- für Feuchtespeicherung im Bereich der Belegreife sind die Poren kleiner als $0,1\mu m$ entscheidend



Porenverteilung von Calciumsulfat-Estrichen (Quecksilber- porosimetrie)

Porenverteilungen von Sensor-Keramiken

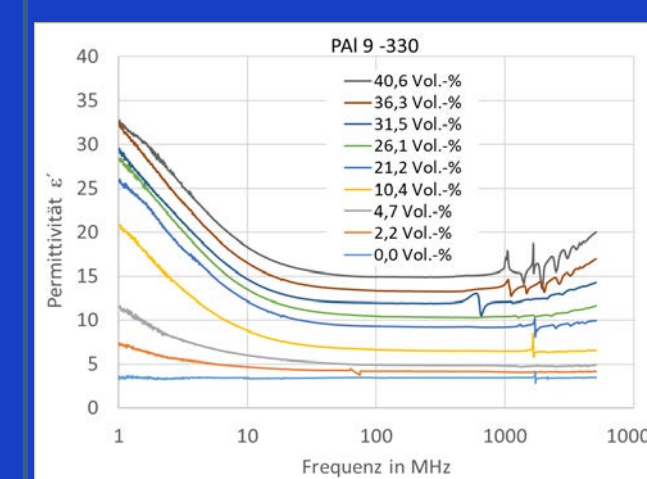
- Porenverteilung der Sensor-Keramiken ist verschieden - in Abhängigkeit vom Herstellungsprozess
- Materialvariante PAI9 (dunkelblauer Graph) deckt ein breites Poren- Spektrum ab und entspricht damit gut der Porenverteilung von $CaSO_4$ - Estrichen



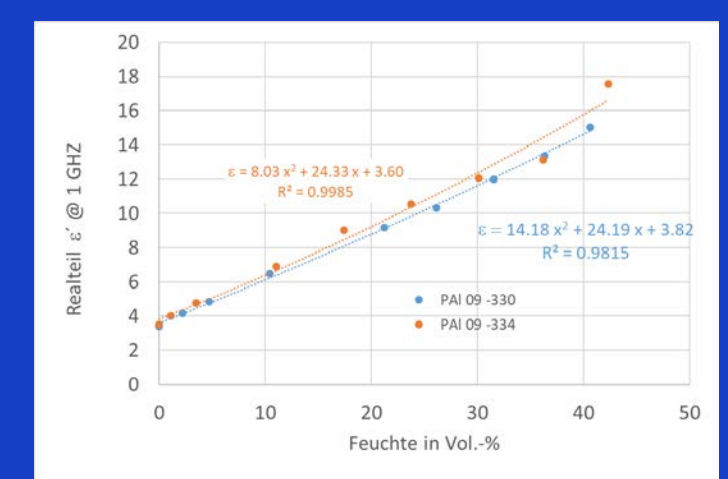
Porenverteilungen von porösen Al_2O_3 -Keramiken (PAI)

Permittivität und Lichttransmission

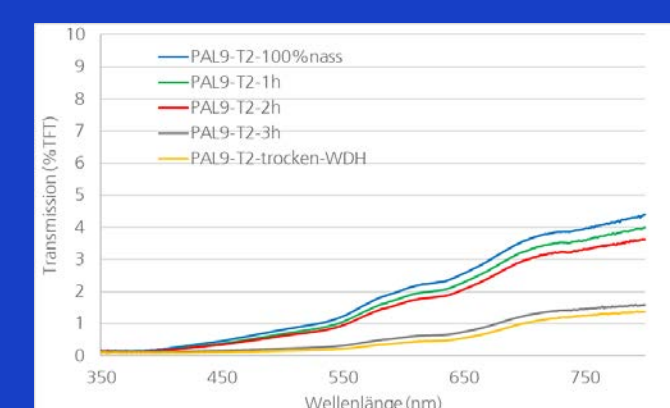
- Breitbandige Permittivitätsmessungen an PAI 9 -Hohl-Zylindern mit Netzwerkanalysator



Permittivität ϵ' in Abhängigkeit von Frequenz und Feuchte



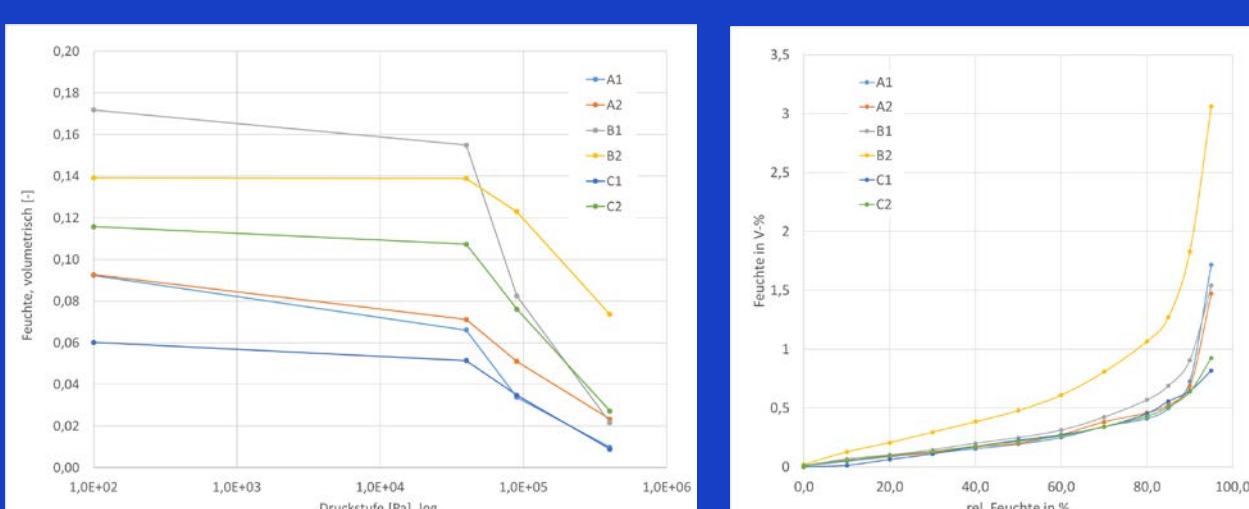
Permittivität ϵ' bei 1 GHz als Funktion der Feuchte



Lichttransmission in Abhängigkeit von Wellenlänge und Feuchte

Feuchtespeicherung Calciumsulfat-Estriche

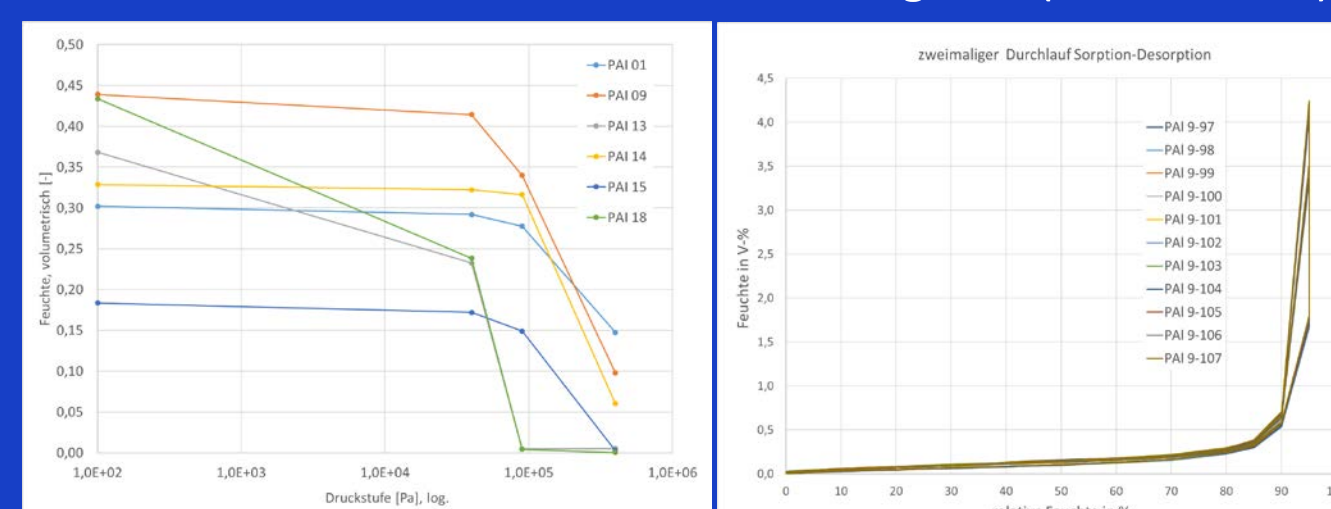
- Wasserrückhaltevermögen für überhygroskopische Feuchtegehalte (gemessen mit Druckplattenapparatur)
- Sorptionsisotherme für hygroskopischen Feuchtebereich (mit DVS bestimmt)



Wasserrückhaltevermögen (links) und Sorptionsisothermen (Desorption) von Calciumsulfat-Estrichen

Feuchtespeicherung von Porenkeramiken

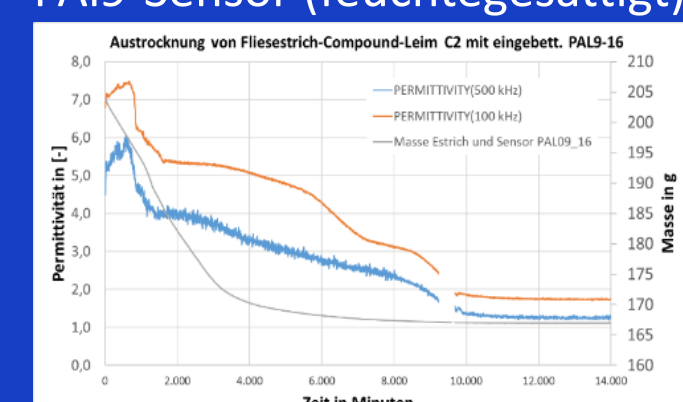
- Wasserrückhaltevermögen korrespondiert mit den Porendurchmesser-Verteilungen: grobporige Keramiken werden bereits bei kleineren Druckstufen stark entwässert
- Sorptionsisotherme für ausgewählte Porenkeramik PAI 9 – Feuchtaufnahme im Bereich der Belegreife (ca. 80 % r.H.)



Wasserrückhaltevermögen für Poren-Keramiken im Vergleich Sorptionsisothermen von Probekörpern der Porenkeramik PAI 9

Austrocknung mit dielektrischer Messung

- Sensoraufbau: Porenkeramik mit Fingersensor (Netzsch)
- Austrocknung von kleinen Probekörper aus Fließestrich-Bindemittelleim mit eingebettetem PAI9-Sensoraufbau
- PAI9-Sensor (feuchtegesättigt) wird eingebracht am Boden



Permittivitäts-Signal von Finger-Sensor (PAI9 + Silikonklebeschicht) bei Austrocknung von Fließ-Estrichproben

