

Gas-Permeabilitätsmessung für Feuerbetone

Die Messung der Gas-Permeabilität ermöglicht die zuverlässige Bewertung, wie gut Wasserdampf beim Trocknen von dichten Feuerbetonen nach außen transportiert und abgeführt werden kann. Eine zu geringe Permeabilität kann zu hohen Dampfdrücken im Material führen – bis hin zur Explosion des Feuerbetons, sollte die Festigkeit durch den Dampfdruck überschritten werden.

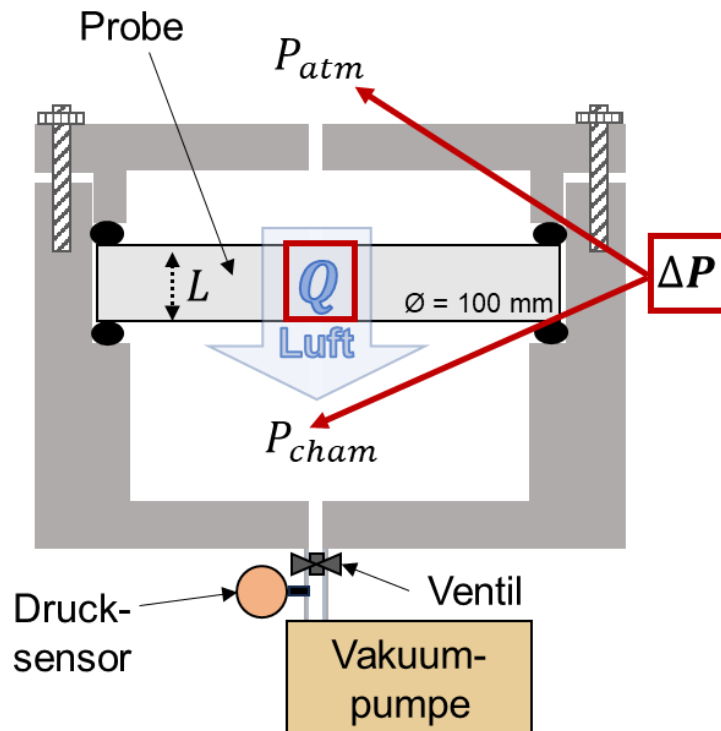


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Prüfanlage zur Gas-Permeabilitätsmessung für Feuerbetone, basierend auf der Veröffentlichung (J. Canon and T. Sander, "New Test Method for Evaluating Permeability of Refractory Castables," *Refract. Appl.*, 2 [1] 6–7 (1997), weiterentwickelt von der Forschungsgemeinschaft Feuerfest e. V. (FGF).

Die Vakuum-Abbau-Methode misst die Gas-Permeabilität von Feuerbetonen und gibt Aufschluss über die Wegsamkeit der offenen Porosität im Material. Die Methode eignet sich besonders, um:

- Die Wirksamkeit von Fasern oder Additiven (z. B. Polypropylen-Fasern) zur Steigerung der Permeabilität zu bewerten,
- Den Einfluss von Vorbehandlungstemperaturen, Wassergehalt oder Kornaufbau auf die Gasdurchlässigkeit zu analysieren,
- Vergleiche zwischen verschiedenen Feuerbeton-Rezepturen zu ziehen.
- Problemstellung

Sie stehen als Hersteller vor der Herausforderung, die Trocknungseigenschaften Ihrer Feuerbetone zu optimieren, um Explosionsrisiken durch Dampfdruck zu minimieren.

Als Anwender benötigen Sie Sicherheit bei der Produktauswahl oder Schadensanalyse.

Lösungsansatz der FGF

Die FGF misst die Gas-Permeabilität Ihrer Feuerbetone mithilfe der Vakuum-Abbau-Methode und berechnet die Durchlässigkeit nach Darcy und Forchheimer.

Als Forschungsgemeinschaft Feuerfest e. V. bieten wir Ihnen eine einzigartige Kombination aus präziser Messung und praxisnaher Bewertung – für sichere Trocknungsprozesse und Explosionsschutz.

Gerne besprechen wir im Vorfeld Ihre Erwartungen und entwickeln individuelle Lösungswege für Ihr Projekt.

Vorgehensweise

1. **Probenbereitstellung:** Sie liefern uns mindestens 5 kg Ihres vorgemischten Feuerbetons inkl. Verarbeitungsvorschrift (Anmischen, Formgebung, Abbinden) oder stellen uns fertige Prüfkörper (Ø 100 mm, Höhe: 20 mm) zur Verfügung. Zusätzlich sind Angaben zu Gefahrstoffen oder ein Sicherheitsdatenblatt bereitzustellen, sofern zutreffend.
2. **Prüfkörperherstellung** (falls nötig): Wir stellen die Prüfkörper nach Ihren Vorgaben her und trocknen sie bei 110 °C bis zur Gewichtskonstanz oder vakuumtrocknen die Prüfkörper nach dem Abbinden – je nach Fragestellung.
3. **Messung:** Die Probe wird in den Prüfstand eingebaut (siehe Abbildung 1). Durch Evakuieren der Vakuumkammer und Aufzeichnung des Druckabbaus wird die Permeabilität bestimmt.
4. **Auswertung:** Die Daten werden nach Darcy/Forchheimer ausgewertet und in einem detaillierten Bericht mit Grafiken (z. B. Permeabilität vs. Vorbehandlungstemperatur, siehe Abbildung 2) dargestellt.

Ergebnisse

Sie erhalten einen detaillierten Bericht mit:

- Grafischen Darstellungen der Permeabilität in Abhängigkeit von Temperatur und Vorbehandlung (z. B. Vergleich verschiedener Rezepturen),
- Quantitativer Bewertung der Gasdurchlässigkeit nach Darcy/Forchheimer,
- Handlungsempfehlungen zur Optimierung Ihrer Rezeptur oder Trocknungsprozesse.

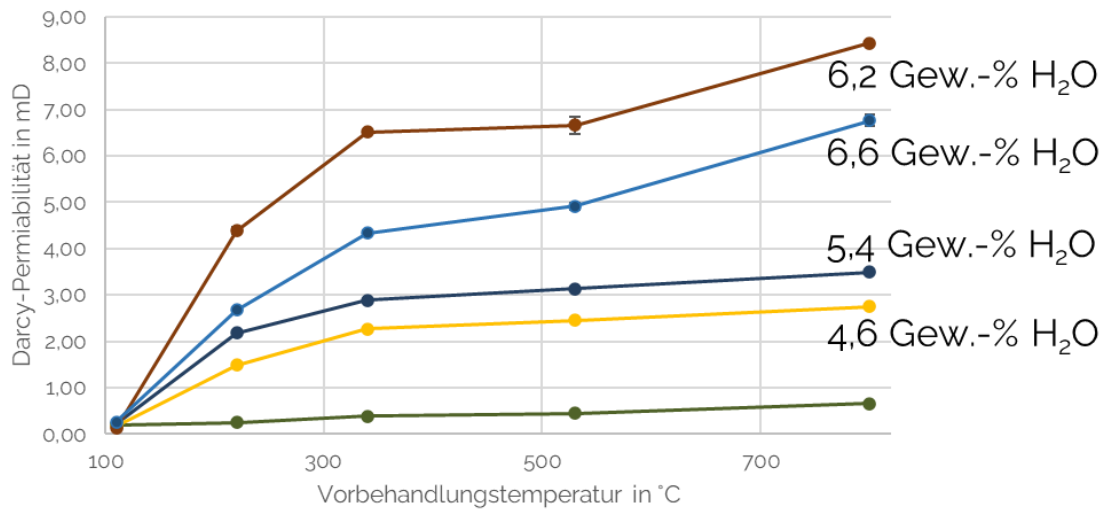


Abbildung 2: Gas-Permeabilität in mD für fünf verschiedene Feuerbetone mit unterschiedlichen Rohstoffen, Additiven und Wassergehalten als Funktion der Vorbehandlungstemperatur. Die grüne Kurve zeigt Ergebnisse eines Feuerbetons, der keine Polypropylen-Fasern zur Steigerung für eine bessere Trocknung enthält. Alle anderen dargestellten Feuerbetone enthalten die Fasern, welche bei etwa 170 °C aufschmelzen und die Permeabilität stark erhöhen.

Formel 1: Forchheimer-Gleichung zur Ermittlung der Permeabilität

$$\frac{P_i^2 - P_e^2}{2 \cdot P_i \cdot L} = \left(\frac{\mu}{k_1} \right) \cdot v_s + \left(\frac{\rho}{k_2} \right) \cdot v_s^2$$

v_s =Fluidgeschwindigkeit

k_1 =Darcy Konstante (viscous permeability)

P_i = Fluiddruck am Eingang (Raumluft bzw. Normaldruck, P_{atm})

L = Probendicke

k_2 =Darcy Konstante (inertial permeability)

P_e = Fluiddruck am Ausgang (Vakuumkammer, P_{cham})

Praktischer Nutzen für den Kunden

Die Analyse hilft Ihnen:

- Explosionsrisiken durch unkontrollierte Dampfdruckentwicklung zu vermeiden,
- Die Wirksamkeit von Fasern oder Additiven zur Permeabilitätssteigerung zu bewerten,
- Trocknungsprozesse sicherer und effizienter zu gestalten,
- Produktionsausfälle durch optimierte Rezepturen zu reduzieren.

Ihr nächster Schritt

Vereinbaren Sie jetzt einen Beratungstermin – wir beraten Sie individuell zu Gas-Permeabilitätsmessungen für Feuerbetone

 Fritzsche@fg-feuerfest.de  02624 9433172 |  [Forschungsgemeinschaft Feuerfest e.V.](https://www.fg-feuerfest.de)

Ergänzende Dienstleistungen

Für eine umfassende Materialanalyse empfehlen wir Ihnen ergänzend:

- Untersuchung des Aufheizverhaltens von Feuerbetonen an großformatigen Proben in einem explosionssicheren Ofen und die Identifikation relevanter Reaktionen während der ersten Erwärmung (MMH-TG-EX-Analyse)
- In-situ-Gasdruckmessung zur direkten Explosionsrisikobewertung (kann auch mit MMH-TG-EX-Analyse kombiniert werden)
- Raman-Spektroskopie für eine Phasenanalyse
- Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung von Prüfkörpern oder Ausbruchstücken