

Stabilisierung von Ziegelrohlingen durch ein mineralisches Stoffgemisch auf Basis von aktivierten Tonen

Ziegelmehle sind künstliche Puzzolane. Diese enthalten reaktive Kieselsäure und Aluminiumhydroxid, die in Reaktion mit Kalk und Wasser hydraulische Verbindungen bilden. Die Puzzolaneigenschaften hängen von der Aktivierungstemperatur ab. Daher wurden drei Aktivierungstemperaturen nämlich 820 °C, 900 °C und 950 °C gewählt. Letztere stellen typische Garbrandtemperaturen von Hochlochziegeln dar. In Planschleifanlagen fällt Ziegelmehl als Abfallprodukt an. Die hydraulischen Phasen bilden in dem zunächst Wasser gefüllten Porensystem ein Fasernetzwerk (schematisch Abb.1). Dieses mineralische Stoffgemisch senkt die Trockenbruchanfälligkeit der Ziegelrohlinge. Geringere Trockenschwindungen minimieren die Schwindungsgradienten im Rohling, gleichzeitig steigt die Trockenfestigkeit an.

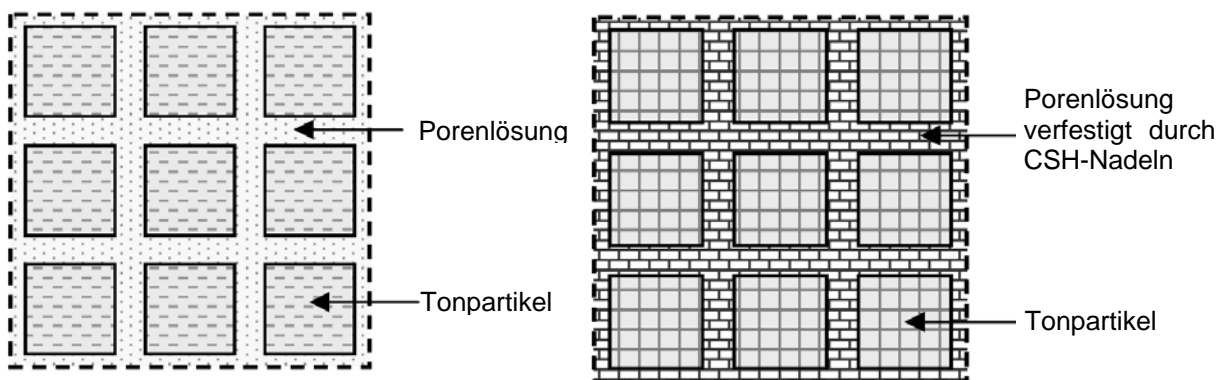


Abb. 1: links: Ziegelrohling mit Romanzement in der Porenlösung im Anfangsstadium; rechts: Ziegelrohling mit CSH-Phasen in der Porenlösung nach Erhärtung

Der Chapelle-Test bestimmt in mg das durch das Puzzolan gebundene CaO. Puzzolane binden mindestens 650 mg/g $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Da Ziegelmehle etwa 1000 mg/g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ binden, sind puzzolane Eigenschaften vorhanden. Mit steigender Aktivierungstemperatur wird weniger CaO gebunden, so dass die Reaktivität abnimmt. Die Ziegelmehle sind als Quadrate in das ternäre System aus reaktiven Oxiden eingezeichnet. Vergleichend dazu sind historische Mörtel als Ellipse dargestellt. Durch 30 - 60 M.-% Calciumhydroxidzugabe zum Ziegelmehl werden diese in den grünen Bereich verschoben. Dort ist eine hohe Reaktivität zu erwarten. Da Vormauerziegelton kaum oder keine Carbonate enthalten, sind dort größere Mengen Calciumhydroxid notwendig.

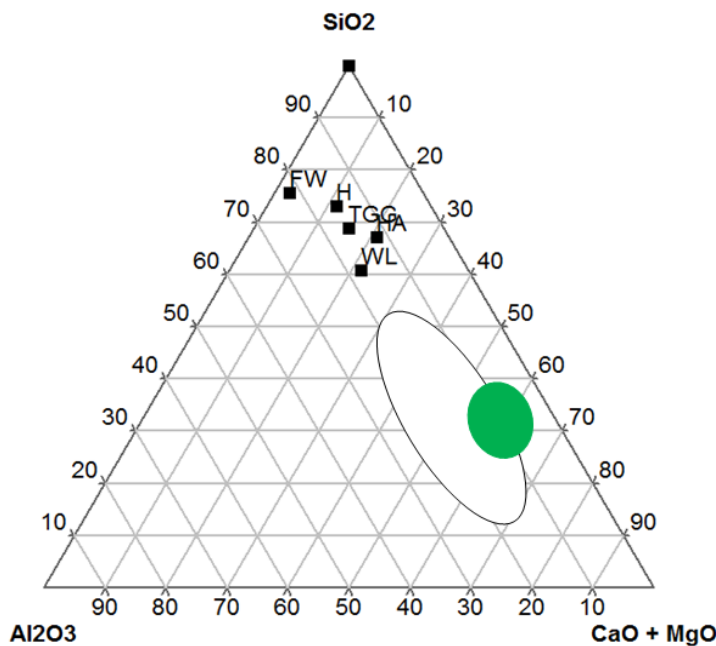


Abb. 2: Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Tone mit historischen Romazementen (weiße Ellipse) und den mit 50 M.-% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ versetzten Tönen (grüner Kreis)

Zur Herstellung der Romazementbinder sollten Tone, die bei 820 °C (möglichst niedrigen Temperaturen) aktiviert werden, verwendet werden. Mit steigender Calciumhydroxidzugabe nehmen die Biegezug- und Druckfestigkeiten der Proben zu. Maximal 16 MPa Druckfestigkeit wurden gemessen. Der Wasserbedarf der Binder liegt zwischen 43 und 57 %. Calciumhydroxid beschleunigt die Erhärtung vor allem in den ersten Minuten. Die gebildeten Mineralphasen sind CASH und weitere Calciumverbindungen, die jedoch nur als amorphe Phase festgestellt werden. Bandenüberlagerungen erschweren die Erkennung.

Die Festigkeitsentwicklung der Ziegelrohlinge ist vom Wassergehalt abhängig. Niedrige Festigkeiten bei hohen Wassergehalten erzwingen eine langsame Trocknung am Anfang. Die Festigkeit der Ziegelrohlinge kann durch den Romazementbinder erhöht werden. Einerseits werden sogenannte Elefantenfüße vermieden und andererseits kann die Trocknungsgeschwindigkeit deutlich erhöht werden. Der Binder bildet quasi ein Fasernetzwerk im mit Wasser gefüllten Porennetzwerk. Das kalterhärtende System führt zur Verdreifachung der Feuchteleitfähigkeit und damit zur Minimierung der Feuchteprofile.

Die gebildeten hydraulischen Phasen überstehen den Brand nicht. Die Festigkeiten fallen bei 10 % Binder auf etwa 1/3 der Nullmasse bei gleichzeitiger Rohdichteabsenkung. Der Binderanteil sollte so gering wie möglich gewählt werden, da es natürlich bei Produktionsstillstand auch zur Erhärtung im Extruder kommt. Die unvollständige Einbindung des CaO führt nicht zu Ausblühungen.

Besonders interessant ist der Einsatz der Ziegelmehle für Kompositzemente sowie für Mörtel.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ). Es wurde vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) unter der Projektleitung von Dr.-Ing. Anne Tretau durchgeführt.

Das IGF-Vorhaben 16750 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

A.Tretau

Essen, den 30.11.2013