

# **Optimierung der Schnellbrandbedingungen von Mauer- und Dachziegeln und ihr Einfluss auf die Produktqualität**

## **FV-Nr. / IGF-Nr.: 13578 N**

Der Schnellbrand ist bei der Ziegelproduktion ein Brennprozess, der in seinem zeitlichen Ablauf von den zulässigen Spannungen, von den Grenzen des Wärme- und Stofftransportes innerhalb von Rohlingen bzw. innerhalb von Rohlingsstegen und vom Zeitbedarf kinetischer Reaktionsabläufe (z. B. Ausbrand bituminöser Bestandteile, Sinterprozesse) bestimmt ist. Er setzt voraus, dass die Rohlinge untereinander in identischer Weise dem Brennprozess ausgesetzt sind, und dass alle inneren und äußeren Oberflächen zumindest annähernd gleichrangig am Wärme- und Stoffaustausch mit der Ofenatmosphäre teilnehmen. Die sich dabei ergebenden geschwindigkeitsbestimmenden Materialdicken sind die jeweils dünnsten Abmessungen von ungelochten Vollziegeln und Klinkern, die größten zusammenhängenden Materialdicken von gelochten Vormauerziegeln und die maximalen Dicken von Dachziegeln. Die zulässigen Aufheiz- und Kühlgeschwindigkeiten werden durch die oben genannten Materialdicken, durch die Wärmeleitfähigkeiten, die innerhalb der zu erwärmenden Rohlingsdicke erträglichen Temperaturgradienten und keramtechnische Notwendigkeiten bestimmt. Letztere können beispielsweise aus dem Zeitbedarf entstehen, der zum hinreichenden Ablauf von Festkörperreaktionen im Rohlingsinneren erforderlich ist.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Untersuchungen zum Ausdehnungs- und Schwindverhalten, zum Ausbrennverhalten und zur Porositätsentwicklung erfolgten Schnellbrandversuche mit Original-Ziegelrohlingen der Produktgruppen Klinker, Vormauerziegel und Dachziegel unter nachfolgenden Voraussetzungen:

- Einzel- bzw. Einlagenbrand zur freien Um- und teils Durchströmbarkeit der Rohlinge
- hohe Umwälzleistung der Ofen-Gasatmosphäre zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und des Wärmeübergangs
- hohes Angebot von Restsauerstoff zur Begünstigung der Ausbrennreaktionen
- Bereitstellung ausreichender Brennstoffenergie zur Brennkurvengestaltung mit teils extremen Aufheizgeschwindigkeiten.

Die unter diesen verfahrenstechnisch optimierten Bedingungen ermittelten Produktbrennkurven erfordern je nach Rohstoffzusammensetzung und Format unterschiedliche Gesamtbrennzeiten von:

- ca. 24 bis 28 h für Vollziegel (Format DF-NF)
- ca. 18 bis 21 h für gelochte Vormauerziegel (15 % Lochanteil)
- ca. 11 bis 28 h für Dachziegel mit aufwändiger Querschnittsgestaltung und örtlich unterschiedlichen Materialdicken
- ca. 5 h für plattenähnliche Produkte (z. B. Biber-Dachziegel)

Neben der Rohlingsdicke ist für die Gestaltung der Produktbrennkurve der vollständige Ausbrand bituminöser Bestandteile geschwindigkeitsbestimmend. Je nach Rohstoffart und Format ist hierfür ein Zeitbedarf notwendig, der zwischen 25 und 70 % der Gesamtbrennzeit liegt. Das Ausbrennverhalten wird beeinflusst durch:

- den Anteil an organischem Kohlenstoff
- die CO- bzw. CO<sub>2</sub>-Entwicklung aus der Verbrennung des Kohlenstoffes und der Zersetzung carbonathaltiger Minerale
- die Porosität des Scherbens und die Entwicklung des Porensystems in Abhängigkeit von der Korngröße, dem Mineralbestand und der Brenntemperaturhöhe
- die Diffusion als Funktion der Porosität, des Porensystems und der Temperatur.

Rohstoffseitige Maßnahmen zur Verbesserung des Ausbrennverhaltens sind in zweierlei Hinsicht wirksam. Die Zugabe von Zusatzstoffen, beispielsweise von Natursteinmehlen und -sand, bewirkt zunächst eine Minderung der in der Rohstoffmischung enthaltenen Anteile organischen Kohlenstoffes. Des Weiteren führt die veränderte Korngrößenzusammensetzung zu einer Gefügauflockerung, so dass über einen relativ großen Temperaturbereich ein Scherben mit ausreichend hohen Porositäten für die Gasdiffusion zur Verfügung steht. Bei hohen Temperaturen überwiegen dann die Sinterreaktionen, die teilweise durch die Zusatzstoffe verstärkt werden.

Eine erneute Anpassung der Produktbrennkurve unter Berücksichtigung des veränderten Brennverhaltens stellt gegenüber den o. g. Gesamtbrennzeiten Zeitersparnisse von 20 bis 25 % in Aussicht.

Bei Anwendung dieser rohstoffseitigen und verfahrenstechnischen Maßnahme werden die Produkteigenschaften erreicht, die den für das jeweilige Produkt nach DIN/EN-Normen geforderten Qualitätsansprüchen entsprechen.