

Kurzfassung von AiF-Bericht 14204 N

Mathematisches Modell zur Prozessgestaltung von Konvektionstrocknern in der Ziegelindustrie

Im vorliegenden Bericht wird ein mathematisches Modell entwickelt, mit dem sich die Kinetik und die Energetik von Konvektionstrocknern der Ziegelindustrie und anderer keramischer Branchen ermitteln lassen. Dieses Modell umfasst den ersten sowie den zweiten Trocknungsabschnitt und ist zur Berechnung schwindender und nicht schwindender kapillarporöser Güter geeignet. Es stellt den orts- und zeitabhängigen Verlauf der Wassergehalte und Schwindungszustände innerhalb eindimensionaler (plattenförmiger) Rohlinge dar und berechnet den sich zeitabhängig verändernden, auf die verdunstende Wassermenge bezogenen spezifischen Energiebedarf. Es setzt eine Konvektionstrocknung in sogenannten Kammertrocknern voraus, die sich mathematisch als Rührkessel beschreiben lassen. Die Zuluftbedingungen des Kammertrockners können während des Trocknungsvorganges beliebig verändert werden. Man kann also die Zuluftmengenströme sowie die Zulufttemperaturen und -feuchten praxisgerecht in mehreren Zeitabschnitten verändern. Die sich in der Kammer dann einstellenden Temperaturen und Luftfeuchten werden einerseits von den Zuluftzuständen und andererseits vom Wärme- und Stoffaustausch der Wasserverdunstung beeinflusst. Die sich im Gleichgewicht einstellenden Temperaturen und Feuchten der Kammerluft gleichen denjenigen der Trocknerabluft, deren Mengenstrom mit demjenigen der Trocknerzuluft übereinstimmt.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden die Auswirkungen der wichtigsten, die Trocknung beeinflussenden Parameter auf den Trocknungsenergiebedarf berechnet. Mögliche Veränderungen der Trocknungskinetik, insbesondere des Gesamtzeitbedarfs, und der Schwindungsvorgänge werden dabei sehr kritisch beobachtet.

Sofern man einen zufriedenstellend funktionierenden Trockner betreibt und keine Experimente durch Veränderungen der Rohlingsbeanspruchung während der Trocknung wünscht, zeigt dieser Bericht eine überraschend wirkungsvolle Maßnahme zur Verminderung des Trocknungsenergiebedarfs. Für das Rohlingsinnere, die Wasserwanderung in Richtung zur Rohlingsoberfläche und die dadurch verursachte Schwindung sowie für die zu mechanischen Spannungen führenden örtlichen Schwindendifferenzen ist es belanglos, auf welchem Temperaturniveau sich die in den Trockner eingeblasene Zuluft befindet. Heißere Zuluft führt nur zu minimal höheren Kammerlufttemperaturen mit größeren Wasserbeladungen, so dass die Rohlingstemperaturen etwas höher sind. Deshalb kommt es zu einer verbesserten Feuchteleitfähigkeit, die als Nebeneffekt zu einer stets wünschenswerten Verringerung der Schwindungsgradienten führt. Die Anhebung der Trocknerzulufttemperatur bei gleichzeitiger Absenkung der Zuluftmengenströme ist daher in jedem Einzelfall von großem energetischem Vorteil. Da diese Maßnahme in manchen Fällen nur geringe Investitionen erfordert, ist dringend anzuraten, schnellstmöglich eine hierauf abzielende Analyse durchzuführen und die Einstellungen des Trockners entsprechend zu ändern. Industriemessungen zeigen, dass diese Schlussfolgerungen auch in der praktischen Umsetzung Bestand haben.

Das Vorhaben wurde unter der Nummer AiF 14204 N vom BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) gefördert.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Der Schlussbericht ist 132 Seiten lang und kann gegen eine Bearbeitungsgebühr bei der Geschäftsstelle Berlin angefordert werden.