

# **Einfluss der Wärmezufuhr über Latten und Trockengutträger auf Geschwindigkeit und Energiebedarf der Trocknung**

Fo.-A-Nr.: 126/05  
Forschungsinstitut: Institut für Ziegelforschung Essen e. V.  
Leiter: Dr. Karsten Junge  
Projektbearbeiter: Dr. Karsten Junge, Dipl.-Ing. Anne Tretau

## **Problemstellung**

Wenn Ziegelrohlinge die zur Wasserverdunstung notwendige Wärme ausschließlich direkt von der sie umgebenden Trocknerluft erhalten, so stellt sich in ihnen eine der Kühlgrenztemperatur nahezu gleiche Beharrungstemperatur ein. Im Zusammenspiel mit der Lufttemperatur ist diese im 1. Trocknungsabschnitt für die Geschwindigkeit, den Schwindungsablauf und den Energiebedarf der Trocknung bei sonst konstanten Bedingungen allein verantwortlich. Sie wirkt außerdem auf die Feuchteleitfähigkeit ein und hat damit einen bedeutenden Einfluss auf Schwinddifferenzen und Trockenrissgefährdung.

In der trockenungstechnischen Praxis kommt es jedoch stets auch über Latten, Trockengutträger und ähnliche Einrichtungen zu einem weiteren Wärmeeintrag in die zu trocknenden Rohlinge. Die Größe dieses Wärmeeintrages sowie die hieraus resultierenden Auswirkungen auf den Trocknungsverlauf sind derzeit unbekannt.

## **Zielsetzung**

Daher besteht die Zielsetzung der Forschungsarbeit darin, den Einfluss zusätzlicher Wärmeeinkopplungen auf die sich einstellenden Rohlingstemperaturen sowie die Kinetik und den Energiebedarf herauszufinden. Weitere Auswirkungen sind ebenfalls zu diskutieren.

## **Vorgehensweise**

Durch eine Vielzahl von Laborversuchen und Praxismessungen liegen Basisdaten aus anderen Forschungsvorhaben des IZF vor, aufgrund derer ein die Zusatzwärmezufuhr berücksichtigendes Rechenmodell abgesichert wird. Die Ergebnisse der Berechnungen werden im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung analysiert und auf Konsistenz zu den in Essen und Magdeburg durchgeführten Grundlagenarbeiten zur Rohlingstrocknung in der Ziegelindustrie überprüft.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Während der Trocknung in Kammer- und Durchlauftrocknern stehen die Rohlinge auf Trockengutträgern. Da diese ihrerseits nicht an der Trocknung teilnehmen, strebt ihre Temperatur der Lufttemperatur im Trockner zu. Sie sind also wärmer als die trocknenden Ziegelrohlinge. Daher kommt es zu einem aus Messungen bekannten, aber für Trocknerberechnungen allgemein nicht beachteten Wärmetransport durch Wärmeleitung von den Trockengutträgern zu den Rohlingen. Die Rohlinge erhalten die zur Verdunstung des Wassers erforderliche Wärme also nicht nur durch konvektiven Wärmeübergang über die

von Trockenluft überströmten Verdunstungsflächen, sondern zu einem meistens sehr erheblichen Teil auch konduktiv über die Trockengutträger.

Ferner sind die Rohlinge auch dem Strahlungswärmeaustausch mit allen zu ihnen im „Sichtkontakt“ stehenden Feststoffoberflächen ausgesetzt. Da die Trockengutträger ebenfalls einen großen Anteil an den auf die Verdunstungsflächen einstrahlenden Flächen haben, kommt es hierdurch zu einer weiteren Wärmezufuhr außerhalb des bei konservativer Betrachtung ausschließlich berücksichtigten konvektiven Wärmeübergangs. Neben der direkten konvektiven Beheizung gibt es also eine Sekundärbeheizung insbesondere über die Trockengutträger, aber auch über die Wände, Decken, Böden und Einbauten des Trockners. Sofern die Quelle der Sekundärbeheizung wie für die konvektive Wärmezufuhr ausschließlich die Trocknerzuluft ist, so besteht ihr einziger Effekt darin, dass die auf die Rohlinge übergehende Wärmestromdichte nicht nur durch den konvektiven Wärmeübergang sondern auch durch sekundäre Übergänge bestimmt wird, die zusammen einen „effektiven Wärmeübergangskoeffizienten“ bilden. Dieser ist schon bei ausschließlicher Berücksichtigung der Einstrahlung um 15% höher als der konvektive Wärmeübergang, kann aber durch die konduktive Wärmezufuhr über die Trockengutträger auf mehr als das Doppelte des konvektiven Wärmeübergangs anwachsen.

Die Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten wirkt sich in Kammer- und Durchlauf Trocknern jedoch nur wenig auf die Kinetik und Energetik der Trocknung aus. Die Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten kompensiert sich dabei durch eine Verminderung der Temperaturdifferenz zwischen Trockneratmosphäre und Rohlingsoberflächen, so dass die Wärmestromdichten und Verdunstungsraten nahezu unverändert bleiben. Dennoch muss dem unvermeidbaren Mechanismus der Sekundärbeheizung ein wichtiger positiver Effekt zuerkannt werden, da die Rohlinge durch die Sekundärwärmezufuhr eine Beharrungstemperatur im 1. Trocknungsabschnitt einnehmen, die höher als die Kühlgrenztemperatur ist, so dass sich die Gefahr der Taupunktunterschreitung zu Trocknungsbeginn generell vermindert.

Sofern die Trockengutträger aktiv durch integrierte Heizschlangen oder auf andere Weise gesondert beheizt werden, ergeben sich natürlich andere Auswirkungen. Diese werden industriell bei der Trocknung von Papier- und Textilbahnen genutzt, bei denen ein großflächiger Kontakt zwischen beheizbaren Walzen und dem Trockengut besteht. Für die Herstellung üblicher Ziegel sind solche Trocknungstechniken derzeit nicht denkbar. Lediglich für die Trocknung von dünnwandigen Fassadenplatten und andere flächige Bauelemente wäre die aktive Beheizung der als Trockengutträger in Rollenöfen eingesetzten Stahlgurte in Erwägung zu ziehen.

Für die Ziegelindustrie, bei der sich die Sekundärbeheizung der Rohlinge aber fast nur als Verbesserung des Wärmeübergangs ausübt, ergibt sich ein wichtiger Nebeneffekt aus der Durchführung dieser Forschungsarbeit. Danach sind die Effekte einer Erhöhung des Wärmeübergangs im Hinblick auf die Trocknungsgeschwindigkeit und den Energiebedarf generell derartig gering, dass zumindest ein höherer Einsatz elektrischer Energie zur Erhöhung von Lüfterdrehzahlen nicht sinnvoll ist. Diese Aussage ist lediglich dadurch einzuschränken, dass die außerordentlich wichtige Gleichmäßigkeit (Ortsunabhängigkeit) der Trocknung durch die Verbesserung der Umwälzleistungen heraufgesetzt werden kann. Verminderte Umwälzleistungen dürfen also keinesfalls zu einer Erhöhung von Ungleichmäßigkeiten des ortsabhängigen Trocknungsfortschrittes führen.

Der Schlussbericht ist 17 Seiten lang und kann gegen eine Bearbeitungsgebühr bei der Geschäftsstelle Berlin angefordert werden.