

Rohstoffanforderungen und Produktionsbedingungen zur extremen Schnelltrocknung und zum extremen Schnellbrand

FV-Nr. / IGF-Nr.: 12503 N

Aufgrund der beim Trocknen von Ziegelrohlingen ablaufenden Schwindungsvorgänge kommt es in den Formlingen zu mechanischen Spannungen, die zu Trockenrissen führen können. Trockenrisse werden nicht durch die Schwindung an sich hervorgerufen, sondern durch Schwinddifferenzen. Bei unterschiedlichem Trocknungsfortschritt stellen sich Feuchtedifferenzen im Gut ein. Das Gutinnere besitzt einen höheren Wassergehalt als der Außenbereich. D.h. die Schwindung ist außen weiter vorangeschritten als im Inneren des Rohlings. Der Außenbereich ist bestrebt, sich zusammenzuziehen, wird aber vom Inneren daran behindert. So entstehen im Innenbereich Druck- und im Außenbereich Zugspannungen. Gegenüber Zugspannungen ist ein Rohling wesentlich empfindlicher als gegen Druckspannungen. Wenn diese Spannungen so groß werden, dass sie nicht mehr durch die Bindekräfte der Masse aufgenommen werden können, dann entstehen Trockenrisse. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Trockenrissempfindlichkeit herabzusetzen.

Eine davon ist die Verbesserung des kapillaren Wassertransportes. Dieses geschieht durch den Zusatz geeigneter Magerungsmittel. Sie bestehen im allgemeinen aus kantigen, mineralischen Teilchen, die von den tonigen feinen Bestandteilen der Masse durch Wasserschichten getrennt sind. So entsteht zwischen den Teilchen der Magerungsmittel und den Tonpartikeln eine Randgängigkeit für das beim Trocknungsvorgang durch die Masse wandernde Wasser. Dadurch werden der Feuchteausgleich innerhalb des Rohlings begünstigt und die Rissgefährdung herabgesetzt.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden Porphyr, Lava sowie Basalt als magernde Zusatzstoffe eingesetzt. Ob bestimmte Magerungsmittel die Rissgefährdung einer Masse tatsächlich vermindern können, hängt jedoch auch vom jeweiligen Rohstoff ab.

Eine weitere Möglichkeit zur Verminderung der Trockenrissegefährdung besteht darin, die Bindigkeit der Masse durch verfilzende Stoffe zu erhöhen. Diese bewirken in der Ziegelmasse eine Verankerung der Tonteilchen. So kommt es bei der Trocknung aufgrund der armierenden Wirkung der feinen Fasern zu einer beachtenswerten Verminderung der Trockenbruchanfälligkeit. Wie die Versuche zeigen, erweisen sich Papierfangstoff sowie Molererde und in geringerem Maße auch Hanf in diesem Zusammenhang als besonders geeignet.

Auch durch Verminderung der temperaturabhängigen Zähigkeit von Wasser kann die Rissgefährdung herabgesetzt werden. Mit steigender Temperatur wird ein deutlicher Anstieg der Feuchteleitfähigkeit erreicht. Je höher die Feuchteleitfähigkeit im Rohling ist, umso geringer sind die örtlichen Differenzen im Rohlingwassergehalt und somit die durch unterschiedliche Schwindungszustände hervorgerufenen Spannungen. Daher können höhere Rohlingstemperaturen während der Trocknung die inneren Spannungen und somit die Rissgefährdung herabsetzen. Dies gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Es zeigt sich, dass die Heraufsetzung der Rohlingstemperatur im ersten Trocknungsabschnitt nur bis zu einer vom jeweiligen Rohstoff abhängigen Grenze Vorteile bringt. Bei Überschreitung dieser Grenztemperatur erhöht sich die Trockenrissegefährdung, obwohl die Beweglichkeit des Wassers im Rohling weiter verbessert und dadurch der Feuchteausgleich begünstigt wird. Ausschlaggebend für die oberhalb der Grenze wieder schnellere Rissbildung ist vermutlich die mit steigender

Rohlingstemperatur abnehmende Festigkeit. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die rohstoffabhängige "Grenztemperatur" herauszufinden, bei der die Rissgefährdung am geringsten ist.

Hinsichtlich des Brandes gibt es Rohstoffe, die aufgrund ihrer Rohstoffzusammensetzung als schnellbrandgeeignet einzustufen sind. Andere neigen bei zu schneller Aufheizung zu Reduktionskernbildungen. Solche Rohstoffe können durch Einsatz geeigneter Zusatzstoffe unempfindlicher für schnelles Aufheizen gemacht werden. Für den Ausbrand im Temperaturbereich von 250 bis 800 °C sind Gasdiffusion sowie Festkörperreaktionen geschwindigkeitsbestimmend. Daher ist es wichtig, dass vor Abschluss dieser Reaktionen der Scherben noch nicht oberflächlich verglast und dadurch gasundurchlässig geworden ist. Die benötigte Zeit für Reaktionen ist umso geringer, je kleiner die Korngrößen der Massekomponenten sind. Eine Beschleunigung ist zusätzlich dann möglich, wenn sich Schmelzphasen bilden, da die Diffusionsgeschwindigkeit in Schmelzen im allgemeinen wesentlich größer als in Festkörpern ist. Um die Reduktionskernbildung zu vermindern bzw. zu vermeiden, wurden Natursteinsande und -mehle eingesetzt. Diese bewirken als Magerungsmittel (ähnlich wie bei der Trocknung) eine Erhöhung der Grenzkapillarität und damit eine Verbesserung des Ausbrandes.

Inwieweit Gleichgewichte der chemischen Reaktionen und Schmelzvorgänge erreicht werden können, hängt unter anderem von der im jeweiligen Temperaturbereich bereitgestellten Reaktionszeit und damit von Aufheizgeschwindigkeit und Haltezeit ab. Es stellte sich heraus, dass bei höheren Aufheizgeschwindigkeiten noch ein größerer Quarzanteil und eine geringere Menge amorpher Phase im Scherben enthalten ist, was dadurch zu erklären ist, dass sich in der kürzeren Zeit nicht so viel Quarz auflösen kann und somit weniger amorphe Phase entsteht. In dem untersuchten Bereich der Aufheizgeschwindigkeiten von 100 bis 600 K/h zeigten die Scherben jedoch keine nennenswerten Veränderungen in den Produkteigenschaften.