

## **Erhöhung des hydrostatischen Kapillarzuges in nassen Ziegelrohlingen zur Verminderung der Trockenbruchanfälligkeit**

### **FV-Nr. / IGF-Nr.: 15868 N**

Ziegelrohlinge liegen nach der Formgebung als kapillarporöse Festkörper vor, deren Poren mit Wasser gefüllt sind und die von einer Wasserhülle umgeben sind. Der Kapillarsog zieht an der Wasserhülle und sorgt somit für den Zusammenhalt des Ziegelrohlings.

Die Wasserabgabe bei der Trocknung wird anfangs durch Schwindung kompensiert. Mit abnehmender Wasserbeladung nimmt der Feuchteleitkoeffizient ab. Bleibt die Trockengeschwindigkeit konstant, nimmt der Feuchtegradient und damit der Schwindungsgradient zu. Nach Überschreiten der Streckgrenze durch die an der Oberfläche wirkenden Zugspannungen kommt es zu plastischen Verformungen und bei einem weiteren Spannungsanstieg zur Ausbildung von Trocknungsrisen. Die Festigkeit der Ziegelrohlinge muss deshalb im schwindungsbehafteten Trocknungsabschnitt gesteigert werden, um höhere Trocknungsgeschwindigkeiten zu ermöglichen.

Als Einflussgrößen auf die Rohlingsfestigkeit wurden der Aufbereitungszustand, die Zugabe von oberflächenwirksamen Zusatzstoffen und von bindigen Zusatztonen untersucht. Es wurden Zugproben hergestellt, die nach verschiedenen Trocknungszeiten an einer Zugprüfeinrichtung bis zum Bruch belastet wurden.

Die Festigkeit von Ziegelrohlingen nimmt im Trocknungsverlauf mit abnehmender Wasserbeladung zu, Bild 1. Dadurch dass die Tonpartikel während der Schwindung näher zusammenrücken, nehmen die Kapillardurchmesser ab. Da die Zugspannung reziprok proportional zu den Kapillardurchmessern ist, steigt die Festigkeit linear mit der Schwindung an. Während im schwindungsbehafteten Trocknungsabschnitt die Zugfestigkeit von der Struktur und Porengrößenverteilung des kapillarporösen Rohlings beeinflusst wird, gewinnen im zweiten Trocknungsabschnitt Oberflächeneffekte an Einfluss.

Die Tone wurden in einer Kugelmühle aufgemahlen, um die Korngröße zu verringern und die Packungsdichte zu erhöhen. Die Anfangsfestigkeiten konnten für alle untersuchten Tone durch einstündige Aufmahlung in einer Kugelmühle erhöht werden. Der Anmachwasserbedarf wurde durch die Aufmahlung erhöht. Die Festigkeitsverlauf in Abhängigkeit der Wasserbeladung ist in Bild 1 im Vergleich zur Nullmasse dargestellt. Neben den Tonmineralen werden auch Magerstoffe aufgemahlen, die für eine gute Feuchteleitung sorgen. Da die Porosität nicht reduziert wird, hat das Aufmahlen keinen negativen Einfluss auf die Wärmedämmung der Ziegel.

Die Zugabe von Natriumpolyphosphat und Kaliwasserglas führt zu entgegengesetzten Effekten. Kaliwasserglas erhöht den Anmachwasserbedarf und führt zu einer geringeren Rohdichte und somit geringeren Festigkeit über den gesamten Trocknungsverlauf. Natriumpolyphosphat wirkt dispergierend. Der Anmachwasserbedarf wird reduziert und die Rohdichte und Kationenaustauschkapazität erhöht. Die Festigkeit ist über den gesamten Trocknungsverlauf höher als bei der Nullmasse, Bild 1. Höhere Kationenaustauschkapazitäten führen im Allgemeinen zu höheren Festigkeiten, da die größere Anzahl von Kationen auf den Zwischenschichtplätzen den Zusammenhalt der Tonmineralpakete erhöht.

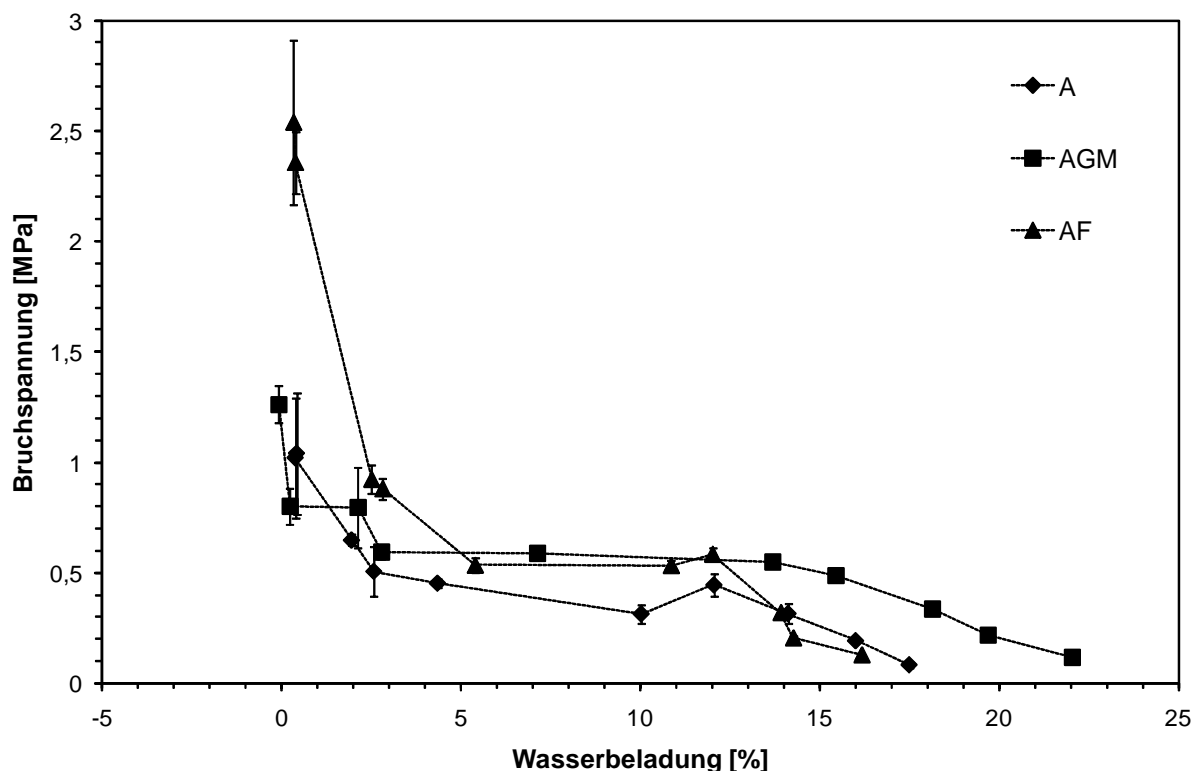


Bild 1: Bruchspannung der Ziegelrohlinge aus dem Ton "A" im Trocknungsverlauf; A: Null-Masse, AGM: Einstündige Mahlung in der Kugelmühle, AF: Zusatz eines Natriumpolyphosphats.

Neben der Kationenaustauschkapazität und der Rohdichte ist die mineralogische Zusammensetzung der Tone eine weitere wichtige Einflussgröße für die Zugfestigkeit. Je höher der Gehalt quellfähiger Tonminerale, wie Smectit und Chlorit, ist, desto größer ist die Trockenbruchfestigkeit. Der Zusatz von Bentonit, einem montmorillonitreichen Ton, führt dazu, dass der Anmachwasserbedarf und die Schwindung stark erhöht werden. Die Festigkeit ist bei hohen Wassergehalten relativ gering, steigt jedoch mit abnehmender Wasserbeladung stark an. Der Einsatz von Bentonit ist somit für die Verringerung der Trockenrissempfindlichkeit nicht geeignet. Kaolinreicher Westerwälder Ton führt zu einer leichten Anhebung des

Anmachwasserbedarfs und zu einer geringen Erhöhung der Festigkeit über den gesamten Trocknungsverlauf. Durch Westerwälder Ton wird der Median des Porendurchmessers deutlich zu niedrigeren Porendurchmessern verschoben.

Neben der mechanischen Aufbereitung eignet sich der chemische Aufschluss durch wasserlösliche, dispergierend wirkende Polymere wie Natriumpolyphosphat am besten dafür, die Festigkeit im schwindungsbehafteten Trocknungsabschnitt zu steigern, Bild 1. Durch die verringerte Trockenrissempfindlichkeit kann die Trocknungsgeschwindigkeit erhöht werden, wodurch der Durchsatz erhöht wird, aber auch Energie durch Einführung einer Niedrigenergie-trocknung eingespart werden kann.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ). Es wurde unter der Nummer AiF 15868 N vom BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. AiF gefördert und vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) unter der Projektleitung von Dipl.-Ing. Ingo Hofmann durchgeführt.