

Grobmahlung von Rohmehl – ein möglicher Beitrag zur besseren Energieeffizienz?

DI Sabrina Schrotshamer, DI Dr. Martin Peyerl

Der erste energieintensive Schritt bei der Herstellung von Zement ist die Feinmahlung der Rohstoffe (Kalkstein, Mergel, ...). Werden diese Ausgangsmaterialien gröber als derzeit üblich gemahlen, kann ein hohes Maß an Energieeinsparung erzielt werden. Grundvoraussetzung ist dabei die Erhaltung der hohen Qualität des bisher erzeugten Zementes. Die Umsetzbarkeit dieser Maßnahme beruht auf der grundsätzlichen Annahme, dass eine ausreichend hohe Reaktionsfähigkeit der Rohmehlmischung bei der Klinkerherstellung auch durch ein grobes Rohmehl gegeben ist. Weitere energieintensive Schritte sind die Brennprozesse Vorcalcinierung und Sinterung. Durch Erforschung der Einflussfaktoren auf die Klinkerqualität, insbesondere die Temperaturen und die Verweilzeiten während des Brennvorgangs, kann in Zukunft mit wirtschaftlichen Überlegungen der Herstellungsprozess hinsichtlich des Energieaufwandes weiter optimiert werden, zum Beispiel durch leichte Erhöhung der Brenntemperaturen und Verwendung eines gröber gemahlene Rohmehls.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass durch Verwendung eines groben Rohmehls als Ausgangsstoff und eine niedrigere Sintertemperatur für eine energieeffizientere Zementproduktion Abweichungen im Prozess der Vorcalcinierung, des Sinterungsvorgangs und der Phasenbildung (Klinkerqualität) entstehen. Um die relevanten Unterschiede festzustellen, wurde im Rahmen eines von der FFG geförderten Forschungsprojektes der Produktionsprozess an drei verschiedenen Rohmehlsorten (normal, für Calciumaluminatreichen und Calciumaluminat-armen Klinker) mit je zwei Mahlfeinheitsgraden (Standard-fein und grob) im Labormaßstab simuliert. Im Anschluss erfolgte die Untersuchung der Klinker auf die Phasenausbildung. Der wesentliche Vorteil dieser Analysen im Labormaßstab liegt darin, dass viele Variablen und Wechselwirkungen, welche das Produktionsvorgehen unkontrolliert lenken, ausgeschlossen werden können und gezielt der Einfluss der Grobmahlung auf bestimmte Parameter untersucht werden kann. Nachfolgend ist die Projektdurchführung stichwortartig aufgelistet:

- Ermittlung der Kornverteilung der einzelnen Ausgangsstoffe (Kalk, Mergel, Ton, Korrekturstoffe für Al, Si, Fe) im Rohmehl und Vergleich der Grobmahlung und Standard-Feinmahlung
- Einfluss der Grobmahlung auf weitere Prozessschritte (Vorcalcinierung, Sinterung) sowie auf die Qualität des produzierten Klinkers (Phasenausbildung, Mahlbarkeit) – Stichwort „Brennbarkeit“:
 - Variation der Vorcalcinierungstemperatur
 - Variation Sintertemperatur
 - Variation der Verweilzeit
- Nutzung der Ergebnisse zur Vorhersage der Brennbarkeit und zur Optimierung des Herstellungsprozesses

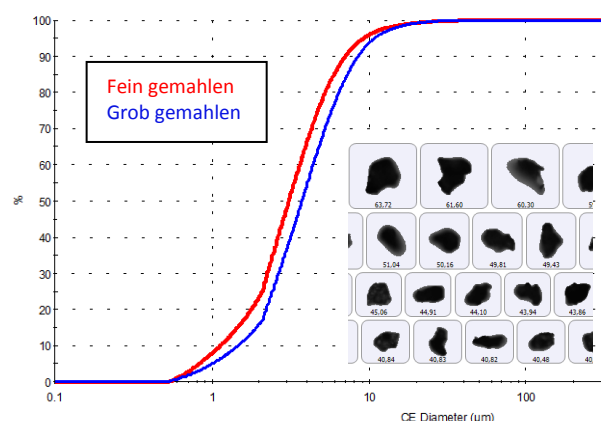


Abbildung 1: Partikelverteilung N-Rohmehl

Die Messung der Partikelverteilung der Rohmehle widerspiegelt die Mahlbarkeit der einzelnen Rohmehlkomponenten. So zeigt Kalkstein aufgrund seiner üblichen leichten Mahlbarkeit nur wenig Unterschied zwischen Grob- und Feinmahlung, hingegen zeigt SiO₂ aufgrund seiner bekanntlich schweren Mahlbarkeit eine größere Differenz in der Partikelgrößenverteilung. Die Ergebnisse der Brennversuche können mitunter auf diesen Unterschied zurückzuführen sein.

Die Vorcalcinerungsversuche zeigen bei allen drei Rohmehlsorten bei dreistufiger Erhöhung der Temperatur von 800 auf 900 °C einen starken Rückgang des CO₂-Gehalts, welcher als Maß für den Dissoziationsgrad gemessen wurde. In Optimierungsversuchen wurde der CO₂-Gehalt auf ca. 10 % eingestellt – dies entspricht in etwa den üblichen Dissoziationsgraden in Zementwerken.

Der Brennvorgang erfolgte bei drei verschiedenen Sintertemperaturen im Bereich von 1300 bis 1450 °C. Das Ergebnis zeigt in der Regel bei steigender Sintertemperatur steigenden Alit-, fallenden Belit- und fallenden Freikalk-Gehalt. Zusätzlich wurden zwei verschiedene Verweilzeiten (15 Min. und 90 Min.) ausgewählt. Bei Verlängerung der Verweilzeit hat das Rohmehl mehr Zeit zur Klinkerphasenbildung, wodurch diese vollständiger abläuft als bei 15 Min. Mit diesen Versuchsreihen konnte unter anderem erkannt werden, ab welchem Zeitpunkt das Rohmehl ausreagiert hat und keine Veränderung der Klinkerphasen mehr stattfindet. Zudem wird sehr gut der Unterschied zwischen grob und fein gemahlene Rohmehlen dargelegt. So benötigen die Klinker aus grob gemahlene Rohmehl in der Regel etwas mehr Verweilzeit oder eine höhere Temperatur, um auf die gleiche Klinkerphasenausbildung wie die fein gemahlene Rohmehle zu kommen. Durch Auswahl der gewünschten Klinkerphasenausbildung kann mit diesen Ergebnissen die Verwendung von grobem Rohmehl, niedrigeren Sintertemperaturen oder kürzeren Verweilzeiten optimiert werden. Im weiteren Projektverlauf werden noch Optimierungsschritte am grob gemahlene Rohmehl durchgeführt.



Abbildung 2: Klinker

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Erkenntnisse liefern die Grundlage für eine noch energieeffizientere Zementherstellung durch Verwendung von gröber gemahlene Rohstoffen. Durch die Variation der Herstellungsparameter kann sehr gut der Ablauf der Klinkerphasenbildung erkannt werden. Es wird damit Interessierten die Möglichkeit gegeben, die hier gewonnenen Erkenntnisse auf ihre Zemente und Herstellungsprozesse umzulegen und wirtschaftliche Überlegungen anzustellen, wie z. B. „Ist durch den Einsatz von grob gemahlene Rohmehl und einer leichten Verlängerung der Brenndauer eine Energieeinsparung erzielbar?“.