

Applikationsbericht Nr. EDS-06

Bestimmung des Alit-/Belit-Verhältnisses im Portlandzementklinker mittels schnellem EDS Mapping

Portlandzement ist einer der Grundstoffe in der Bauindustrie. Hauptbestandteil von Portlandzement ist Portlandzementklinker. In Übereinstimmung mit der in der Zementindustrie verwendeten Nomenklatur enthält er die beiden silikatischen Phasen Ca_3SiO_5 (Alit) und Ca_2SiO_4 (Belit), sowie Aluminat und Ferrit. Das Verhältnis der beiden Phasen Alit zu Belit im Zementklinker ist verantwortlich für die Festigkeit des Portlandzementes. Eine schnelle Bestimmung dieses Verhältnisses schon während des Brennprozesses ist von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der späteren Endfestigkeit.

Die vorgestellte Anwendung zeigt, dass schnelles Elementmapping mit dem XFlash® 5030 Detektor zur chemischen Charakterisierung und anschließende Bildauswertung die gewünschte Information innerhalb kürzester Zeit liefern kann.

Methodik

Die Zementklinker wurden in eine leitfähige Matrix eingebettet, geschliffen und poliert. Für die EDS-Messungen kam ein Bruker EDS QUANTAX System ausgerüstet mit einem stickstofffreien XFlash® Detektor (Energieauflösung 127 eV für Mangan $K\alpha$) zum Einsatz.

Die Elementmappings wurden mit folgenden Parametern aufgenommen:

Anregungsspannung:	15 kV
Strahlstrom:	20 nA
Eingangsimpulsrate:	150 000 cps
Messzeit:	5 min
Mapping-Auflösung:	600 x 450 Pixel

Ergebnisse

Alit und Belit bestehen aus Silizium, Calcium und Sauerstoff. Die entsprechenden Konzentrationen sind in Tabelle 1 ausgewiesen. Der geringe Unterschied der mittleren Ordnungszahl deutet schon darauf hin, dass das Rückstreuerelektronenbild (Abb. 2) keinen ausreichenden Kontrast zur Identifizierung der beiden interessierenden Phasen liefert. Eine ideale Möglichkeit zur Darstellung des Phasenunterschiedes bietet hier schnelles Elementmapping.

	Ca	Si	O	mittl. OZ
Alit	52,76	12,129	35,04	14,56
Belit	46,54	16,3	37,16	15,06

Tab. 1 Prozentuale Zusammensetzung (Gew%) und mittlere Ordnungszahl von Alit und Belit

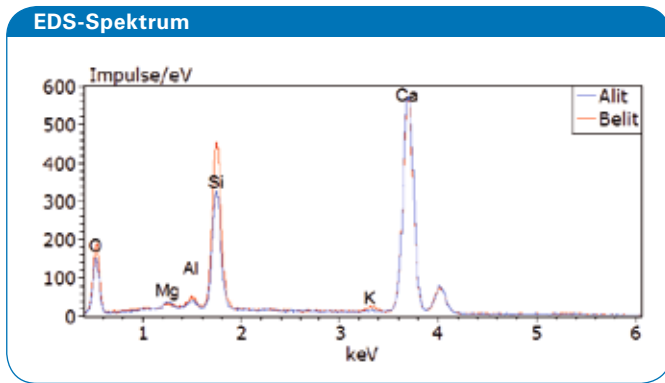


Abb. 1 Spektren der beiden Calciumsilikatphasen

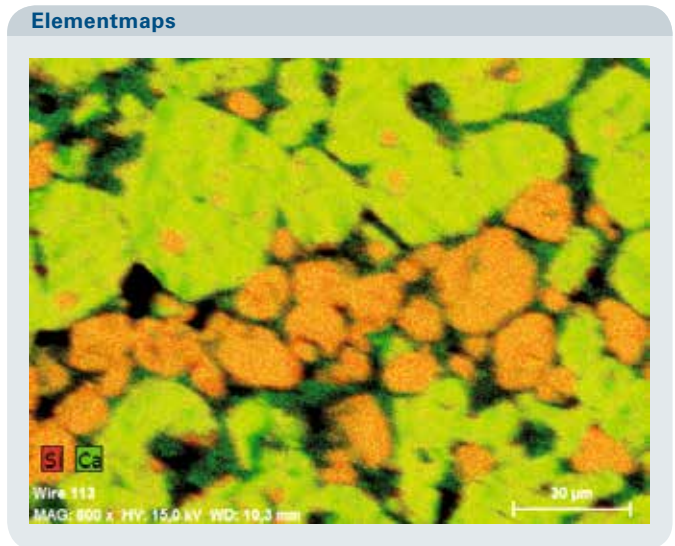


Abb. 3 Überlagerung von Si- und Ca-Elementmap (Belit: orange, Alit: gelbgrün)

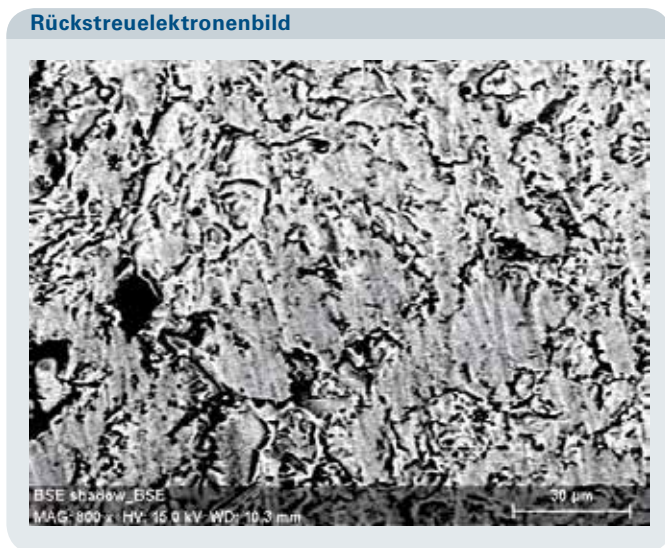


Abb. 2 Rückstreuelektronenbild des Probenausschnittes

Damit sind die vorhandenen Konzentrationsunterschiede für Silizium und Calcium auch bei hoher Bildauflösung innerhalb kürzester Zeit sichtbar zu machen (Abb.3).

Über SchwellwertEinstellung und Wahl geeigneter Filter bei ESPRIT-Feature, Brukers Partikelanalyse-Option, lassen sich dann die Phase mit dem höheren Siliziumanteil (Belit) und die mit dem höheren Calciumanteil (Alit) gut separieren und ihr jeweiliger Flächenanteil bestimmen.

Für das vorliegende Beispiel ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Phasenanteile für Alit und Belit und somit ein Alit- zu Belit-Verhältnis von 2,2.

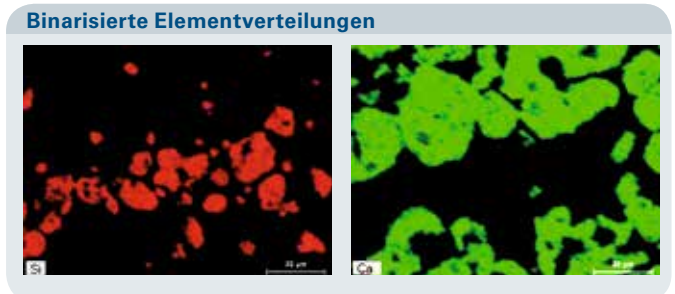


Abb. 4 Binarisierte Elementverteilungen von Silizium bzw. Calcium

Phase	Fläche
Alit	55,7 %
Belit	25,3 %
Unbestimmt	19,0 %

Tab. 2 Phasenanteile von Alit und Belit

Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Messungen zeigen, dass die Verwendung schnellen Elementmappings mit Hilfe des XFlash® Detektors eine ausgezeichnete Methode zur schnellen Charakterisierung von Zementklinkerproben bezüglich ihres Alit- zu Belit-Verhältnisses darstellt.

Author

Dr. Bernd Altrichter, Application Scientist EDS, Bruker Nano GmbH

● Bruker Nano GmbH

Berlin · Germany
Phone +49 (30) 670990-0
Fax +49 (30) 670990-30
info.bna@bruker.com

www.bruker.com/quantax-eds-for-sem

