

Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen

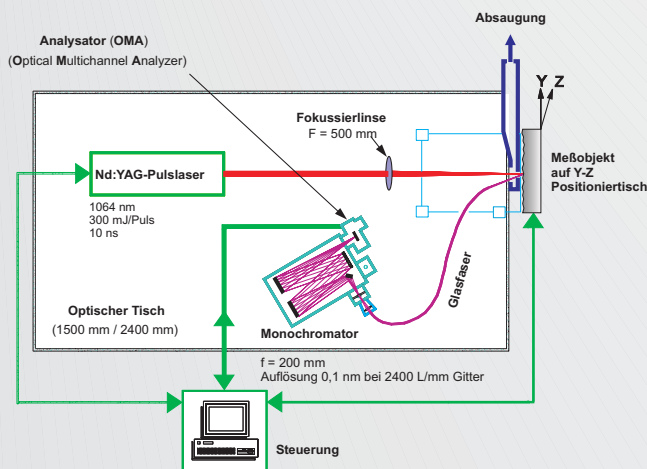


Betonanalyse mit Laserinduzierter Breakdown Spektroskopie (LIBS)

H. Wiggenhauser, G. Wilsch, D. Schaurich, J. Wöstmann
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

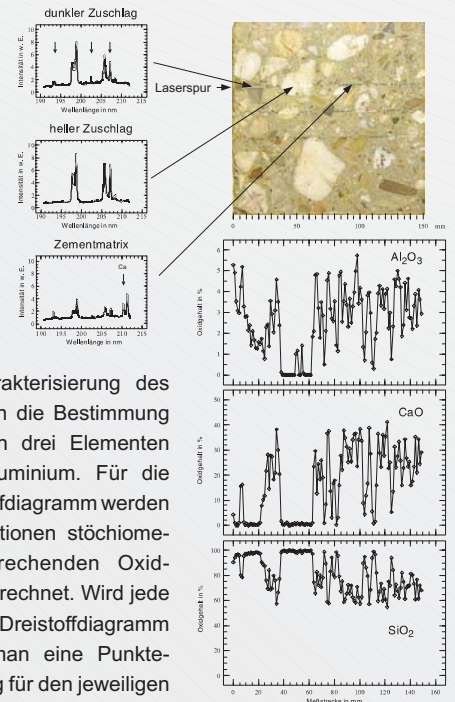
Verfahrensentwicklung zur Bestimmung von:

- Zementart
- Zuschlagart, -menge, -verteilung
- Flugaschegehalt an Festbeton.



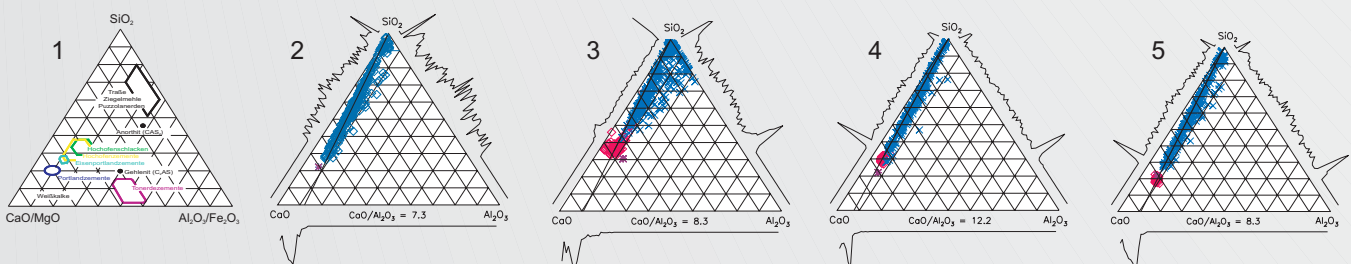
Meßprinzip

Mit einem gebündelten Laserstrahl wird Material von der Probenoberfläche verdampft. Bei der Abkühlung des dabei entstehenden Plasmas wird die für die enthaltenen Elemente charakteristische Fluoreszenz gemessen. Die Charakterisierung des Baustoffs erfolgt durch die Bestimmung des Gehaltes an den drei Elementen Kalzium, Silizium, Aluminium. Für die Darstellung im Dreistoffdiagramm werden die Elementkonzentrationen stöchiometrisch in die entsprechenden Oxidkonzentrationen umgerechnet. Wird jede Einzelmessung in das Dreistoffdiagramm eingetragen, erhält man eine Punkteschar, deren Verteilung für den jeweiligen Beton typisch ist.



Ergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse wurden an unterschiedlichen Betonproben gewonnen. Um die Inhomogenität des Baustoffes zu erfassen, wurden jeweils mehrere Einzelmessungen entlang einer Linie über den Querschnitt der Proben ausgeführt (Abb. oben rechts). Jede Einzelmessung wird als Punkt in das jeweilige Dreistoffdiagramm eingetragen. Die Streuung der Meßwerte wird hauptsächlich durch das Material und nicht durch Meßfehler hervorgerufen. Längs der Achsen (im Uhrzeigersinn von der zugehörigen Ecke) ist jeweils die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte als zusätzliches Merkmal für den vorliegenden Baustoff aufgetragen. Die verwendete Referenzprobe ist als * eingezeichnet.



- 1 - Dreistoffdiagramm
- 2 - Messung an der gebrochenen Oberfläche einer Betonprobe aus Portlandzement und silikatischem Zuschlag

- 3 - Vergleich zwischen den Messungen auf einer gesägten und einer Sichtbetonoberfläche einer Probe mit Al-haltigen Zuschlägen (gesägte Oberfläche - blau, Sichtbeton - rot).
- 4 - wie 3, jedoch silikatischer Zuschlag und HOZ
- 5 - wie 4, jedoch Portlandzement

Zusammenfassung/Ausblick

Der große Vorteil der vorgestellten Methode liegt in der quasi on-line Bereitstellung der Ergebnisse und in der Möglichkeit des Einsatzes direkt am Bauwerk. Die vorliegenden Meßergebnisse zeigen den erfolgreichen Einsatz von LIBS zur Messung der Betonzusammensetzung. Eine Unterscheidung von Zementen gelingt durch die Einordnung der Meßwerte ins Dreistoffdiagramm.

Neue kleine Laser, handliche Echellespektrographen und neuartige Lichtleiter lassen sich zu mobilen LIBS-Apparaturen kombinieren, die eine Messung und Auswertung vor Ort ermöglicht.