

„Untersuchung der inneren Kornverteilung von
(Multi)-Kompositzementen“

Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

vorgelegt von

Johannes Otto Unseld

aus Ochsenhausen

genehmigt von der

Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften

der Technischen Universität Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung

17.10.2019

Inhaltsverzeichnis

1.	Motivation	1
2.	Einleitung	6
2.1	Zemente	6
2.2	Gemeinsame Vermahlung	15
2.3	Substitutionsgrad	16
3.	Geräte und Methoden	19
3.1	Korngrößenverteilung	19
3.1.1	Laserg granulometrie	20
3.2	Röntgenographische Untersuchungen	22
3.2.1	Röntgendiffraktometrie	23
3.2.2	Rietveld-Verfeinerung	24
3.2.3	Röntgenfluoreszenzanalyse	25
3.3	Heliumpyknometrie	27
3.4	Ellbow-Jet Sichter	29
3.5	Vakuumofen	32
3.6	TG /DTA	34
3.7	Nasschemische Trennung	35
4.	Experimentalteil	37
4.1	Heterogenität	37
4.2	Benötigte Temperatur für die schnelle Entsäuerung von Kalkstein im Feinvakuum	38
4.3	Die Trennungsgänge	42
4.3.1	Rückwärtige Berechnung der Hauptbestandteile	43
4.3.2	Filterpapier	50

4.3.3	Verwendete Hauptbestandteile	51
4.3.4	Silicastaub (D)	73
4.3.5	Steinkohlenflugasche (V)	75
4.3.6	Natürliche Puzzolane	83
4.3.7	Getemperte Puzzolane	90
4.3.8	Übersicht der erstellten Trennungsgänge	97
4.3.9	Gebrannter Ölschiefer	100
4.4	Industrielle Zemente	100
4.4.1	Werk 1	101
4.4.2	Werk 2	104
4.4.3	Werk 3	109
4.4.4	Laserbeugung und deren Grenzen	111
4.5	Werksmethode	115
4.5.1	Der Sichter EJ-L3	116
4.5.1	Analyse der Zemente mittels Röntgendiffraktometrie / Rietveld-Verfeinerung	122
4.5.2	Ergebnis der Zementanalysen	123
4.5.3	Andere Auswerteverfahren	132
4.6	Validierung der Methoden	134
5.	Zusammenfassung	139
6.	Ausblick	141
7.	Abkürzungsverzeichnis	142
8.	Veröffentlichungen zu dieser Arbeit	143
9.	Literatur	144
	Abbildungsverzeichnis	151