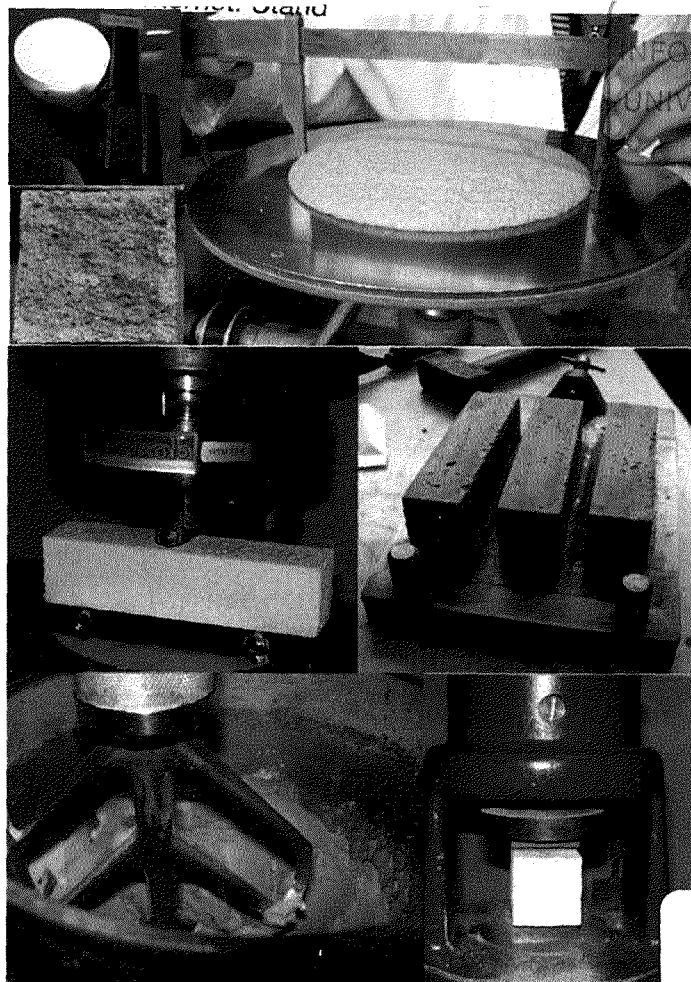


# Einfluss der Zusammensetzung Formulierter Kalke (FL) auf die Mörtel Eigenschaften

## -Bildung eines Korrelationsmodells zur Mischungsoptimierung-

B. Joschko, S. Haas, M. Ivanov, D. Klein, S. Kuhnt, B. Middendorf, S.-O. Schmidt



# Inhalt

<b>Kurzzusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2 Grundlagen und Stand der Forschung</b>	<b>4</b>
2.1 Formulierte Kalke – Anforderungen nach der EN 459-1 _____	4
2.2 FL-Komponenten, daraus hergestellte Bindemittel und Mörtel _____	7
2.2.1 Baukalk (CL und NHL) _____	7
2.2.2 Portlandzementklinker _____	8
2.2.3 Zemente (CEM I, CEM II, CEM III) _____	8
2.2.4 Natürliches Puzzolan _____	11
2.2.5 Natürliches getempertes Puzzolan _____	12
2.2.6 Kalkstein _____	12
2.2.7 Hüttensand _____	13
2.2.8 Calciumsulfat _____	16
2.2.9 Silicastaub _____	16
2.2.10 Zusätze _____	16
2.2.11 Kalkmörtel und FL-ähnliche Bindemittel _____	17
<b>3 Forschungsziel und Lösungsweg</b>	<b>19</b>
<b>4 Methoden</b>	<b>23</b>
4.1 Probennahme _____	23
4.2 Probenbezeichnung _____	23
4.3 Chemische und physikalische Bestimmungsmethoden _____	24
4.3.1 Übersicht der angewandten Methoden und der Probenpräparation ____	24
4.3.2 Reaktionsvermögen _____	25
4.3.3 Mineralphasenbestimmung _____	26
4.3.4 Korngrößenverteilung mittels Laserdiffraktometrie (nach Faunhofer- Theorie) _____	26
4.3.5 Festmörtelrohddichte _____	27
4.3.6 Dynamischer Elastizitätsmodul (Grindo-Sonic-Verfahren) _____	27
4.3.7 Karbonatisierungstiefe _____	27
4.3.8 Gefügeausbildung / Lichtmikroskopie _____	28
4.3.9 Porosität / Quecksilberdruckporosimetrie _____	28
4.3.10 Kapillare Wasseraufnahme _____	28

4.3.11	Ausblühneigung	29
4.3.12	Frost-Tau-Widerstand	29
4.3.13	Sulfatresistenz	30
4.4	Statistische Modelle	30
4.4.1	Vorversuche und Einschränkungen zur Reduktion der Versuchszahl	31
4.4.2	Statistische Modellierung und Versuchsplanung	33
<b>5</b>	<b>Versuchsergebnisse und Diskussion</b>	<b>42</b>
5.1	Charakterisierung der Rohstoffe	42
5.1.1	Kalkhydrat	42
5.1.2	Zement	45
5.1.3	Hüttensand	47
5.1.4	Kalksteinmehl	49
5.1.5	Trass	49
5.2	Reaktivität	52
5.3	Charakterisierung der Formulierten Kalke	57
5.3.1	Vergleich von Mischungen mit CL80 gegenüber Mischungen mit CL9057	
5.3.2	Vergleich von Mischungen mit CL80 gegenüber Mischungen mit CL80_vgl	58
5.3.3	DF-Vergleich: CEM_NA / HS_f in Formulierten Kalken	58
5.3.4	DF-Vergleich: HS_g / HS_f in Formulierten Kalken	59
5.3.5	Vergleich von Mischungen mit Trass_Bay gegenüber Mischungen mit Trass_Eif	61
5.3.6	Änderung der Druckfestigkeit bei Änderung des W/B	63
5.3.7	Auswirkungen der Schüttdichte des Kalkhydrats auf den W/B nach EN 459-2	65
5.3.8	Erstarrungszeiten nach EN 459	67
5.3.9	Raubeständigkeit nach EN 459	67
5.3.10	Luftgehalt nach EN 459	67
5.3.11	Auswirkung des Available Lime-Gehalts im Kalkhydrat auf die FL- Mischung	67
5.3.12	Zeitabhängigkeit der Druckfestigkeit	69
5.3.13	Statistische Modelle	73
5.3.14	Ergebnisse der statistischen Modelle	81
5.3.15	Bedienungsanleitung: EDV-gestützte Berechnungshilfe zum statistischen Modell	83
5.4	Charakterisierung der aus den Formulierten Kalken hergestellten Mörtel	85
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>103</b>

<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>113</b>
8.1	Symbole, Maßeinheiten und Abkürzungen _____	113
8.2	Röntgendiffraktogramme _____	114
8.3	Korngrößenverteilung (Laserdiffraktogramme) _____	121
8.4	Tabellen: Prüfungen an Formulierten Kalken _____	131
8.5	Tabellen: Druckversuche für die statistischen Modelle _____	136
8.6	2D Projektionen der statistischen Modelle _____	140

Gefördert durch:



**Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie**

Das IGF-Vorhaben AiF 16855 N der Forschungsvereinigungen Kalk und Mörtel e. V. und der TU Dortmund, Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen, Lehrstuhl Werkstoffe des Bauwesens wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages