

Inhaltsübersicht

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2	Zielsetzung und Lösungsansätze.....	5
1.3	Aufbau der Arbeit.....	7
1.4	Formalia.....	10
2	Grundlagen.....	11
2.1	Mineralisierter Schaum und Schaumbeton.....	11
2.2	Flüssiger Schaum.....	17
2.3	Bindemittelmatrix.....	31
2.4	Rheologie und Rheometrie von Zementleimen.....	40
3	Forschungshypothese.....	51
4	Methoden.....	57
4.1	Rechnerischer Entwurf.....	57
4.2	Zusammensetzung und Herstellung.....	59
4.3	Untersuchungsmethoden.....	73
5	Material und Evaluation.....	109
5.1	Materialeigenschaften von mineralisiertem Schaum.....	109
5.2	Evaluation der Misch- und Verfahrenstechnik.....	122
5.3	Schaumphasenstruktur des erhärteten Materials.....	129
6	Schematisierung.....	159
6.1	Dodekaeder-Modell.....	160
6.2	Oktogon-Quadrat-Modell.....	167
6.3	Anwendung des Partikelpackungsdichtemodells.....	175
7	Zusammenfassung.....	181
8	Ausblick.....	191
8.1	Anwendungsmöglichkeiten.....	191
8.2	Forschungsbedarf.....	193
	Literaturverzeichnis.....	199
	Anhang.....	219

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2	Zielsetzung und Lösungsansätze.....	5
1.3	Aufbau der Arbeit.....	7
1.4	Formalia.....	10
2	Grundlagen.....	11
2.1	Mineralisierter Schaum und Schaumbeton.....	11
2.1.1	Dichte und Zusammensetzung.....	12
2.1.2	Herstellungsweisen.....	14
2.1.3	Dichte, Druckfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit.....	16
2.2	Flüssiger Schaum.....	17
2.2.1	Multiskalare Struktur.....	18
2.2.2	Schaumbildung und Herstellungstechnik.....	22
2.2.3	Stabilität und Zerfall.....	23
2.2.4	Grenzflächenaktive Stoffe im Bauwesen.....	29
2.3	Bindemittelmatrix.....	31
2.3.1	Hydratation von Zement und Festigkeitsentwicklung.....	31
2.3.2	Wasseranteil, Gefüge und Poren.....	34
2.3.3	Formänderung.....	35
2.4	Rheologie und Rheometrie von Zementleimen.....	40
2.4.1	Grundbegriffe der Rheologie.....	40
2.4.2	Belastungsabhängiges Fließverhalten.....	42
2.4.3	Zeitabhängiges Fließverhalten.....	43
2.4.4	Konsistenz und beeinflussende Faktoren.....	44
2.4.5	Zwei-Platten-Modell.....	45
2.4.6	Rotationsrheometrie.....	46
3	Forschungshypothese.....	51
4	Methoden.....	57
4.1	Rechnerischer Entwurf.....	57
4.2	Zusammensetzung und Herstellung.....	59
4.2.1	Probenzusammensetzung.....	59
4.2.2	Zement.....	59
4.2.3	Zusatzstoffe.....	60
4.2.4	Zusatzmittel.....	64
4.2.5	Probenherstellung.....	67
4.2.5.1	Mischvorgang des Leims.....	67
4.2.5.2	Herstellung des wässrigen Schaums.....	69

4.2.5.3	Mischvorgang des mineralischen Schaums.....	71
4.2.5.4	Erhärtung des mineralischen Schaums.....	73
4.3	Untersuchungsmethoden.....	73
4.3.1	Untersuchungen an den Ausgangsmaterialien.....	73
4.3.1.1	Rohdichte des wässrigen Schaums.....	73
4.3.1.2	Verfahren nach Punkte.....	74
4.3.1.3	Lasergranulometrische Untersuchungen.....	74
4.3.1.4	Rasterelektronenmikroskopie.....	75
4.3.2	Bindemittelleimuntersuchungen.....	75
4.3.2.1	Rohdichte und Reindichte.....	75
4.3.2.2	Rheologische Untersuchungen.....	76
4.3.2.3	Hydratationsentwicklung.....	80
4.3.2.4	Bindemittelleimtemperatur.....	82
4.3.3	Untersuchungen am mineralischen Schaum.....	83
4.3.3.1	Rohdichte.....	83
4.3.3.2	Hydratationsentwicklung und Erhärtung.....	83
4.3.3.3	Zerfall des mineralischen Schaums.....	84
4.3.4	Untersuchungen am mineralisierten Schaum.....	85
4.3.4.1	Trockenrohichte.....	85
4.3.4.2	Druckfestigkeitsversuche.....	85
4.3.4.3	Biegezugversuche.....	86
4.3.4.4	Schwinden und Rissbildung.....	87
4.3.4.5	Porenstruktur.....	89
4.3.4.6	Porosität.....	89
4.3.4.7	Porenverteilung.....	90
4.3.4.8	Wärmeleitfähigkeit.....	95
4.3.4.9	Feuchtetechnisches Verhalten.....	102
5	Material und Evaluation.....	109
5.1	Materialeigenschaften von mineralisiertem Schaum.....	109
5.1.1	Mechanische Eigenschaften.....	109
5.1.1.1	Druckfestigkeit.....	109
5.1.1.2	Biegezugfestigkeit.....	113
5.1.1.3	Schwinden.....	113
5.1.2	Wärmeleiteigenschaften.....	117
5.1.2.1	Versuchsergebnisse.....	117
5.1.2.2	Möglichkeiten zur Senkung der Wärmeleitfähigkeit.....	118
5.1.3	Feuchtetechnische Eigenschaften.....	119
5.1.3.1	Rest- und Eigenfeuchte.....	120
5.1.3.2	Kapillare Wasseraufnahme.....	120
5.1.3.3	Wasserdampfdiffusion.....	122
5.2	Evaluation der Misch- und Verfahrenstechnik.....	122
5.2.1	Vermischung von Bindemittelleim und wässrigem Schaum.....	122

5.2.2	Dichten von mineralischem und mineralisiertem Schaum.....	124
5.2.2.1	Mindestrohdichte.....	124
5.2.2.2	Zielfrischrohdichte.....	124
5.2.2.3	Zieltrockenrohdichte.....	125
5.2.3	Wassergehalt und Wasseranspruch.....	126
5.2.3.1	Wassergehalt des mineralischen Schaums.....	126
5.2.3.2	Wasseranspruch des Bindemittelleims.....	128
5.3	Schaumphasenstruktur des erhärteten Materials.....	129
5.3.1	Klassifizierung entsprechend der Porenstruktur.....	129
5.3.1.1	Poren und Qualität des Schaums.....	130
5.3.1.2	Visuelle Klassifizierung der Makro- und Mesoporen....	130
5.3.1.3	Porenverteilung.....	133
5.3.2	Wirkung der Rheologie der kontinuierlichen Phase.....	140
5.3.2.1	Einfache Konsistenzmessungen.....	140
5.3.2.2	Fließgrenze.....	141
5.3.2.3	Viskosität.....	142
5.3.2.4	Instationäres und belastungsabhängiges Fließen.....	144
5.3.3	Wirkung des Abbindeverhaltens der kontinuierlichen Phase....	147
5.3.3.1	Referenzzzerfallsprozess.....	147
5.3.3.2	Kalorimetrie des Leimes.....	149
5.3.3.3	Kalorimetrie der kontinuierlichen Phase.....	151
5.3.3.4	Wirkung der Hydratationswärme.....	155
6	Schematisierung.....	159
6.1	Dodekaeder-Modell.....	160
6.2	Oktogon-Quadrat-Modell.....	167
6.3	Anwendung des Partikelpackungsdichtemodells.....	175
7	Zusammenfassung.....	181
8	Ausblick.....	191
8.1	Anwendungsmöglichkeiten.....	191
8.2	Forschungsbedarf.....	193
	Literaturverzeichnis.....	199
	Anhang A: Rheologische Messprofile.....	219
	Anhang B: Materialkennwerte.....	221
	Anhang C: Kalorimetrische Untersuchungen.....	227
	Anhang D: Verfahrensmodelle.....	231
	Anhang E: Zeichen und Indices.....	233

Stabilität von ultraleichten Schaumbetonen
Betrachtung instationärer Porenstrukturen

Albrecht, G.-B.

2016, XIII, 234 S. 137 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-16595-6