

Inhaltsübersicht

1	Einleitung.....	1
2	Definition, Herstellung und Verwendung von Hüttensand.....	3
3	Normen und Regelwerke	13
4	Eigenschaften von Hüttensanden	25
5	Einfluss Hüttensand auf Betoneigenschaften	33
6	Reaktivität von Hüttensand	47
7	Versuchsprogramm.....	83
8	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	93
9	Fazit	137

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Definition, Herstellung und Verwendung von Hüttensand.....	3
2.1	Definition und Herstellung	3
2.2	Geschichtliche Entwicklung der Verwendung von Hüttensand	5
2.2.1	Verwendung als Zementbestandteil.....	6
2.2.2	Verwendung als Betonzusatzstoff.....	9
3	Normen und Regelwerke	13
3.1	Hüttensand als Zementbestandteil in Deutschland	13
3.2	Hüttensand als Betonzusatzstoff in Deutschland.....	14
3.3	Regelwerke im internationalen Vergleich	18
3.4	k-Wert-Ansatz	19
3.5	Prinzip der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit.....	22
3.6	Prinzip der gleichwertigen Leistungsfähigkeit von Kombinationen aus Zement und Zusatzstoff	23
4	Eigenschaften von Hüttensanden	25
4.1	Chemische Zusammensetzung	25
4.2	Glasgehalt.....	26
4.3	Sieblinie und Kornhabitus.....	28
4.4	Dichte und Feuchtegehalt.....	28
4.5	Mahlverhalten	29
4.6	Alter	30
4.7	Ökologische Vorteile	30
4.8	Farbe	31
5	Einfluss Hüttensand auf Betoneigenschaften	33
5.1	Hydratation	33
5.2	Druckfestigkeit.....	34
5.3	Porenstruktur und Dichte	39
5.4	Widerstand gegen Einwirkungen von außen	40
6	Reaktivität von Hüttensand.....	47
6.1	Reaktionsprozess Portlandzement.....	49
6.2	Reaktionsprozess Hüttensand	53

6.3	Definition Reaktivität	56
6.4	Modellbildungen und aktueller Forschungsstand	57
6.4.1	Chen und Brouwers - 2006.....	57
6.4.2	Stephant und Chomat et al. - 2015	61
6.4.3	Wang und Lee et al. - 2010	62
6.4.4	Kolani und Buffo-Lacarrière et al. - 2012	65
6.4.5	Meinhard und Lackner - 2008.....	67
6.4.6	De Schutter - 1999	70
6.4.7	Castellano und Bonavetti et al. - 2016.....	73
6.4.8	Mukherjee et al. - 2003	73
6.5	Einflüsse auf die Reaktivität.....	74
6.5.1	Chemische Zusammensetzung.....	74
6.5.2	Glasanteil und kristalline Phasen.....	77
6.5.3	Granulometrie.....	80
6.5.4	Weitere Einflüsse.....	81
7	Versuchsprogramm.....	83
7.1	Materialien.....	83
7.2	Probenherstellung.....	84
7.2.1	Mischen.....	84
7.2.2	Nachbehandeln.....	86
7.2.3	Beobachtungen.....	89
8	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	93
8.1	Versuchsdurchführung	96
8.2	Auswertung und Ergebnisse.....	96
8.2.1	Calciumhydroxid.....	99
8.2.2	Chemisch gebundenes Wasser.....	110
8.2.3	CSH-Phasen	114
8.2.4	Calciumcarbonat	130
8.3	Modell Calciumhydroxidgehalt.....	134
9	Fazit.....	137