

Die Reaktion von Steinkohlen-
Flugaschen in hydraulisch und karbona-
tisch aushärtenden Bindemitteln

T 2294

T 2294

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

**Die Reaktion
von Steinkohlen-Flugaschen
in hydraulisch und karbonatisch
aushärtenden Bindemitteln**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften

vorgelegt von

Dipl.-Geol. Bernd J. Prause
aus Hage

genehmigt von der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Technischen Universität Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung
13. Juli 1987

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Allgemeines zur Flugascheentstehung	12
2.1 Verbrennungsablauf der Kohle in Staubfeuerungen	12
2.2 Bildung von Flugasche	13
3. Eigenschaften der Flugasche im Originalzustand	19
3.1 Literaturübersicht	19
3.1.1 Chemische Zusammensetzung	19
3.1.2 Mineralbestand	20
3.1.3 Partikelmorphologie	21
3.1.4 Korngrößenverteilung	23
3.1.5 Spezifische Oberfläche	24
3.1.6 Dichte	25
3.1.7 Puzzolanisches Reaktionsvermögen	26
3.2 Flugascheanforderungen für die Verwertung als Betonzusatzstoff	26
3.3 Probenauswahl	28
3.4 Methodik	29
3.4.1 Chemische Analytik	29
3.4.2 Rasterelektronenmikroskopie	29
3.4.3 Kaskadenimpaktor	30

3.5	Experimentelle Arbeit an Flugaschen im Originalzustand	31
3.5.1	Chemische Zusammensetzung	31
3.5.2	Kornverteilung in Flugaschen	34
3.6	Physikalische Eigenschaften als Funktion der Partikelgröße	38
3.6.1	Aufschmelzverhalten	38
3.6.2	Glasbildung	39
3.6.3	Auftreten der Cenosphären	40
3.6.4	Lösungsverhalten	46
4.	Puzzolanische Eigenschaften von Flugasche	48
4.1	Literaturübersicht	48
4.1.1	Zementchemische Einstufung der Flugasche	48
4.1.2	Verhalten von SiO_2 in wässrigen Lösungen	49
4.1.3	Puzzolanische Aktivität von Flugaschen	52
4.1.4	Meßtechnische Erfassung der puzzolanischen Aktivität	58
4.2	Experimentelle Arbeiten zur Überprüfung des Aktimet-Meßverfahrens	60
5.	Erhärtung von Portlandzement	65
5.1	Literaturübersicht	65
5.1.1	Zementerhärtung	65
5.1.2	Festigkeitsentwicklung im flugaschehaltigen Zementstein	68
5.1.3	Zusammensetzung der Porenlösung im hydratisierenden Zementstein	70
5.1.4	Mikrochemisches Modell der puzzolanischen Reaktion	73

5.2	Experimentelle Arbeiten an flugaschehaltigen Zementsteinen	78
5.2.1	Einbindung der Flugasche in das Zementsteingefüge	78
5.2.2	Statistische Gefügeuntersuchungen	82
5.2.2.1	Bestandsaufnahme zur Einbindung der Flugaschepartikel in das Bindemittelgefüge	82
5.2.2.2	Beschreibung der Grundtypen	83
5.2.2.3	Darstellung der Untersuchungsergebnisse	89
5.2.2.4	Interpretation der Ergebnisse	91
6.	Messungen an definierten Flugasche-Partikeln mit der Elektronenstrahlmikrosonde	94
6.1	Problemstellung	94
6.2	Grenzen der Mikrosondentechnik	94
6.3	Spezialgerät zur Präparation	96
6.4	Durchführung der Technik	102
6.5	Probenauswahl	104
6.6	Durchführung der Elektronenstrahl-Mikroanalyse	104
6.7	Auswertung der Meßergebnisse	107
6.8	Qualitative Interpretation der Elementverteilungsbilder	108
6.9	Meßergebnisse und Interpretation	108
6.9.1	Referenzmessungen	112
6.9.2	Darstellung ausgewählter Meßreihen	115
7.	Zusammenfassung	129
8.	Literaturverzeichnis	135
9.	Anhang	