

FORSCHUNGSBERICHT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

Nr. 2636/Fachgruppe Bau/Steine/Erden

Herausgegeben im Auftrage des Ministerpräsidenten Heinz Kühn
vom Minister für Wissenschaft und Forschung Johannes Rau

Prof. Dr. -Ing. Udo Ludwig
Dr. -Ing. Georg-Michael Därr

Institut für Gesteinshüttenkunde
der Rhein. -Westf. Techn. Hochschule Aachen

Über die Sulfatbeständigkeit von Zementmörtel



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 1976

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Ludwig, Udo

Über die Sulfatbeständigkeit von Zementmörtel /
Udo Ludwig; Georg-Michael Därr. - 1. Aufl. -
Opladen: Westdeutscher Verlag, 1977.

(Forschungsberichte des Landes Nordrhein-
Westfalen; Nr. 2636 : Fachgruppe Bau/Steine/
Erden)

ISBN 978-3-531-02636-7 ISBN 978-3-322-88402-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-88402-2

NE: Därr, Georg-Michael:

© 1977 by Springer Fachmedien Wiesbaden

Ursprünglich erschienen bei Westdeutscher Verlag GmbH, Opladen 1977

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Literaturübersicht	2
2.1 Sulfatbeständigkeit von Zement- mörtel und Beton	2
2.1.1 Portlandzement	2
2.1.2 Eisenportland- und Hochofen- zement	15
2.1.3 Mechanismus des Sulfatangriffes	18
2.1.4 Beurteilungskriterien der Sul- fatbeständigkeit	27
2.1.4.1 Portlandzement	27
2.1.4.2 Eisenportland- und Hochofen- zement	29
2.2 Der chemische Angriff	31
2.2.1 Die aggressive Wirkung der Sul- fatlösungen	33
2.2.1.1 Natriumsulfatlösung	33
2.2.1.2 Magnesiumsulfatlösung	34
2.2.1.3 Calciumsulfatlösung	37
2.2.2 Der Einfluß verschiedener Para- meter auf den chemischen Angriff	38
2.2.2.1 Konzentration der Sulfatlösung	38
2.2.2.2 Temperatur der Sulfatlösung	42
2.2.2.3 Dichtigkeit des Zementsteins	45
2.3 Prüfmethoden der Aggressivbeständig- keit	48
2.4 Literaturzusammenfassung	51

	Seite
3. Untersuchungsergebnisse	52
3.1 Beschreibung der verwendeten Meßverfahren	52
3.1.1 Gasdurchlässigkeitsmessung	52
3.1.2 Gasdiffusionsmessung	54
3.1.3 Längenänderungsmessung	56
3.1.4 Resonanzfrequenzmessung	59
3.1.5 Festigkeitsmessung	62
3.2 Untersuchung und Beschreibung der verwendeten Materialien und hergestellten Zemente	62
3.2.1 Chemische und mineralische Zusammensetzung	62
3.2.2 Physikalische und technische Daten	70
3.3 Technologische Untersuchungen der handelsüblichen und labormäßigen Zemente	71
3.3.1 Erstarrungsverhalten	71
3.3.2 Raumbeständigkeit	73
3.3.3 Festigkeitsuntersuchungen	73
3.4 Aggressivbeständigkeitsuntersuchungen	78
3.4.1 Einfluß der Zementart	78
3.4.1.1 Herstellung und Vorbehandlung der Prüfkörper	79
3.4.1.2 Beschreibung der Aggressivlösungen	80
3.4.1.3 Messung der linearen Ausdehnung und der Resonanzfrequenz	80

		Seite
3.4.1.4	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	86
3.4.2	Einfluß der Wasservorlagerung des Zementmörtels	88
3.4.2.1	Herstellung und Vorbehandlung der Prüfkörper	88
3.4.2.2	Beschreibung der Aggressivlö- sungen	89
3.4.2.3	Messung der linearen Ausdehnung und der Resonanzfrequenz	89
3.4.2.4	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	95
3.4.3	Einfluß der Art der Aggressiv- lösung	96
3.4.3.1	Herstellung und Vorbehandlung der Prüfkörper	96
3.4.3.2	Beschreibung der Aggressivlö- sungen	97
3.4.3.3	Messung der linearen Ausdehnung und der Resonanzfrequenz	97
3.4.3.4	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	102
3.4.4	Einfluß der Konzentration und Temperatur der Aggressivlösung	103
3.4.4.1	Herstellung und Vorbehandlung der Prüfkörper	104
3.4.4.2	Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit und Längenänderung wassergelagerter Mörtelprismen	104
3.4.4.2.1	Festigkeit	104
3.4.4.2.2	Längenänderung	108

	Seite
3.4.4.3	Beschreibung der Aggressivlösungen 112
3.4.4.4	Messung der linearen Ausdehnung und der Resonanzfrequenz 113
3.4.4.4.1	Einfluß der Konzentration bei verschiedenen Vorlagerungszeiten und Temperaturen 113
3.4.4.4.2	Einfluß der Temperatur bei verschiedenen Vorlagerungszeiten und Konzentrationen 121
3.4.4.5	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse 129
3.5	Untersuchung des Mechanismus des Sulfatangriffs 135
3.5.1	Niederschlagsbildung bei magnesiumsulfatgelagerten Mörtelprüfkörpern 135
3.5.2	Löslichkeitsuntersuchungen 138
3.5.2.1	System $\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ 138
3.5.2.2	System $\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{MgSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ 144
3.5.2.3	Gips - $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 147
3.5.2.4.	Ettringit - 150
	$3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{CaSO}_4 \cdot 30-32 \text{H}_2\text{O}$
3.5.3	Untersuchung der Eindringtiefe der Sulfationen 152
3.5.4	Untersuchung der Sulfatreaktionen im Zementstein 154
3.5.5	Mikroskopische Untersuchungen 158
3.5.5.1	Lichtmikroskopie 158
3.5.5.2	Rasterelektronenmikroskopie 162

	Seite
3.5.5.2.1 Oberflächennahe Bereiche	162
3.5.5.2.2 Innenbereiche	168
3.6 Diskussion der Ergebnisse	172
4. Zusammenfassung	176
5. Literaturverzeichnis	180
6. Tabellenanhang	200