



Ulrich Dahme (Autor)  
**Chlorid in karbonatisierendem Beton**  
Speicher- und Transportmechanismen

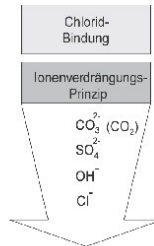
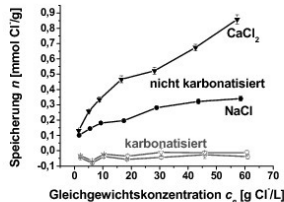
UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

Mitteilungen  
aus dem Institut für  
Bauphysik und  
Materialwissenschaft

**Chlorid in karbonatisierendem Beton**

Speicher- und  
Transportmechanismen

von  
Ulrich Dahme



Heft 12

Herausgeber: Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. habil. Max J. Setzer  
Universität Duisburg-Essen

Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2003>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Ziel der Arbeit</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Bindemittel . . . . .	4
2.2	Hydratation . . . . .	6
2.2.1	Hydratation von Portlandzement . . . . .	6
2.2.2	Hydratation latenthyaualischer Stoffe . . . . .	7
2.2.3	Hydratation in Anwesenheit puzzolanischer Stoffe . . . . .	8
2.3	Zementstein . . . . .	9
2.3.1	Zementsteinmodelle . . . . .	9
2.3.2	Porenraum und Porenarten . . . . .	11
2.4	Karbonatisierung . . . . .	12
2.4.1	Karbonat-Phasen . . . . .	14
2.5	Adsorption . . . . .	17
2.5.1	Die elektrische Doppelschicht . . . . .	17
2.5.2	Quantitative Beschreibung der Adsorption . . . . .	18
2.5.3	Sorption von Chlorid im Zementstein . . . . .	21
2.6	Transport in porösen Materialien . . . . .	24
2.6.1	Mikroelinsenpumpe . . . . .	24
2.6.2	Kapillares Saugen . . . . .	25
2.6.3	Diffusion, Migration . . . . .	25
2.7	Transport von Chlorid im Beton . . . . .	28
2.7.1	ClinConc Modell . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Experimentalteil</b>	<b>32</b>
3.1	Ausgangsmaterialien . . . . .	32
3.2	Untersuchungsmethoden . . . . .	32
3.2.1	Ionenselektive Potentiometrie . . . . .	32
3.2.2	Photometrie . . . . .	33
3.2.3	Röntgendiffraktometrie XRD . . . . .	34
3.2.4	Rietveld-Methode . . . . .	34
3.2.5	Simultane Thermoanalyse STA . . . . .	35
3.2.6	Quecksilberdruckporosimetrie MIP . . . . .	36
3.2.7	Heliumpyknometrie . . . . .	37

3.3	Versuchsdurchführung . . . . .	38
3.3.1	Zementstein . . . . .	38
3.3.2	Sorption . . . . .	39
3.3.3	Beton . . . . .	41
3.3.4	Diffusionsexperimente . . . . .	43
3.3.5	Migrationsexperimente . . . . .	45
3.3.6	Porositätsbestimmung . . . . .	49
3.3.7	Stabilitätsverhalten von Vaterit und Aragonit . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>52</b>
4.1	Analyse der Ausgangsmaterialien . . . . .	52
4.2	Sorptionsisotherme . . . . .	54
4.3	Sorption von Chlorid im Zementstein . . . . .	56
4.3.1	Portlandzement . . . . .	56
4.3.2	Einfluss der Zementart und Flugasche auf die Chloridspeicherung	67
4.3.3	Einfluss der Karbonatisierung auf die Sorption von Chlorid . . . . .	70
4.3.4	Einfluss der nachträglichen Karbonatisierung auf die Desorption von Chlorid . . . . .	75
4.3.5	Auswertung der Sorptionsisotherme . . . . .	77
4.3.6	Theoretische Betrachtung der Sorption . . . . .	81
4.4	Diffusionskoeffizienten . . . . .	87
4.4.1	Diffusionskoeffizienten über Migrationsexperimente . . . . .	87
4.4.2	Einfluss der Zementart und Flugasche auf die Diffusionskoeffizienten	89
4.4.3	Einfluss des Wasser-Zement-Wertes auf die Diffusionskoeffizienten	91
4.4.4	Einfluss der Salzart auf die Diffusionskoeffizienten . . . . .	94
4.4.5	Einfluss der Spannung auf die Diffusionskoeffizienten . . . . .	94
4.4.6	Einfluss der Karbonatisierung auf die Diffusionskoeffizienten . . . . .	95
4.4.7	Bestimmung der Diffusionskoeffizienten mit Hilfe von Diffusions- zellen . . . . .	96
4.5	Porositätsuntersuchungen . . . . .	98
4.6	Stabilität der metastabilen Calciumkarbonat-Modifikationen . . . . .	101
4.7	Modellbeschreibung der Sorption von Chlorid . . . . .	105
4.8	Transport von Chlorid im Beton mit dem ClinConc Modell . . . . .	107
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>113</b>

<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>121</b>