

# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

24. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 6. April 1971	Nummer 49
--------------	---	-----------

## Inhalt

### I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
23231	28. 1. 1971	RdErl. d. Innenministers DIN 1164 Blatt 1 bis 8 — Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — . . . . .	641
23231	29. 1. 1971	RdErl. d. Innenministers Korrosionsschutz bei Spannbeton- und Stahlbetonbauteilen . . . . .	675
2323 23234	28. 1. 1971	RdErl. d. Innenministers Änderung Technischer Baubestimmungen; Änderungen und Ergänzungen von DIN 1045, 4227, 4232, 4030, 4163, 1046, 1047, 1048, 4028 und 4225 infolge der Neuausgabe von DIN 1164 Blatt 1 bis 8 . . . . .	675

### I.

23231

#### DIN 1164 Blatt 1 bis 8 — Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement —

RdErl. d. Innenministers v. 28. 1. 1971 —  
V B 3 — 2.322 Nr. 11/71

1. Von der Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des Fachnormenausschusses Bauwesen im Deutschen Normenausschuß wurden die Bestimmungen über Herstellung und Verwendung von Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement sowie Traßzement vollständig überarbeitet, als DIN 1164 Blatt 1 bis 8 neu aufgestellt und als Ausgabe Juni 1970 herausgegeben.

Die Normblätter

DIN 1164 (Ausgabe Juni 1970) — Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement —,

Anlage 1	Blatt 1 —; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung,
Anlage 2	Blatt 2 —; Güteüberwachung,
Anlage 3	Blatt 3 —; Bestimmung der Zusammensetzung,
Anlage 4	Blatt 4 —; Bestimmung der Mahlfinheit,

## Anlage 5

Blatt 5 —; Bestimmung der Erstarrungszeiten mit dem Nadelgerät,

## Anlage 6

Blatt 6 —; Bestimmung der Raumbeständigkeit mit dem Kochversuch,

## Anlage 7

Blatt 7 —; Bestimmung der Festigkeit und

## Anlage 8

Blatt 8 —; Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter,

werden hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Januar 1970 (GV. NW. S. 96/SGV. NW. 232) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt beziehungsweise — soweit sie Prüfbestimmungen enthalten — als einheitliche Richtlinien für die Überwachung nach § 26 Abs. 2 BauO NW erlassen und als Anlagen bekanntgemacht.

Diese Ausgabe der Normblätter ersetzt die früheren Ausgaben Dezember 1958 von DIN 1164 — Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement — und DIN 1167 — Traßzement — Ausgabe Juli 1959.

2. Derzeit noch im Handel, auf den Baustellen und in Werken befindlicher Zement nach DIN 1164 (Ausgabe Dezember 1958) bzw. nach DIN 1167 (Ausgabe Juli 1959) darf bis zum 30. April 1971 noch nach den bisher hierfür gültigen Bestimmungen verwendet werden.
3. Nach DIN 1045 — Ausgabe November 1959 — § 5.3 darf nur Zement verwendet werden, der auf der Verpackung eines der in DIN 1164 und DIN 1167 festgesetzten, in DIN 1045 dargestellten Überwachungszeichen trägt. Diese Überwachungszeichen werden durch das in DIN 1164 — Ausgabe Juni 1970 — Blatt 2 — Güteüberwachung — Abschnitt 5 dargestellte Zeichen ersetzt.
4. In allen von mir eingeführten Technischen Baubestimmungen und zugehörigen Erlassen, die sich auf eine der bisherigen Zementgüteklassen (DIN 1164, Ausgabe

Dezember 1958) beziehen, sind an Stelle der bisherigen Zementgüteklassen

Z 225 oder Z 275 die Festigkeitsklasse Z 350

Z 325 oder Z 375 die Festigkeitsklasse Z 450

Z 475 die Festigkeitsklasse Z 550

nach DIN 1164 (Ausgabe Juni 1970) zu setzen.

5. Das Normblatt DIN 1164 (Ausgabe Juni 1970) sieht außerdem eine zusätzliche Festigkeitsklasse Z 250 vor. Zement dieser Festigkeitsklasse wird ausschließlich als Zement mit besonderen Eigenschaften, wie niedriger Hydratationswärme und/oder hohem Sulfatwiderstand geliefert.  
Bei Stahlbeton muß der Mindestzementgehalt bei Verwendung von Zement der Festigkeitsklasse Z 250 stets 280 kg je m<sup>3</sup> verdichteten Betons betragen, soweit andere Bestimmungen nicht einen höheren Mindestzementgehalt vorschreiben.
6. Nach § 1 der Überwachungsverordnung vom 4. Februar 1970 (GV. NW. S. 138/SGV. NW. 232) dürfen Bindemittel für Mörtel und Beton für die dort genannten Anwendungsbereiche nur verwendet werden, wenn sie aus Werken stammen, die einer Überwachung unterliegen. Für die Durchführung der Überwachung sind die Bestimmungen des RdErl. v. 22. 9. 1967 (MBI. NW. S. 1844/SMBl. NW. 23231) maßgebend.
7. Wegen der Ergänzung des RdErl. v. 12. 4. 1967 (MBI. NW. S. 571/SMBl. NW. 23234) betr. Korrosionsschutz weise ich auf meinen RdErl. v. 29. 1. 1971 (MBI. NW. S. 675/SMBl. NW. 23231) hin. Weitere Änderungen in von mir eingeführten Normblättern vgl. mein RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 675/SMBl. NW. 23231).
8. Das Verzeichnis meines RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBl. NW. 2323) ist in Abschnitt 2.3 bei DIN 1164 wie folgt zu ändern:

DIN	Ausgabe	Bezeichnung	Eingeführt		Fundstelle
			als	durch RdErl. v.	
1	2	3	4	5	6
1164 Blatt 1	Juni 1970	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement-; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 2	Juni 1970	—; Güteüberwachung	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 3	Juni 1970	—; Bestimmung der Zusammensetzung	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 4	Juni 1970	—; Bestimmung der Mahlfeinheit	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 5	Juni 1970	—; Bestimmung der Erstarrungszeiten mit dem Nadelgerät	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 6	Juni 1970	—; Bestimmung der Raumbeständigkeit mit dem Kochversuch	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 7	Juni 1970	—; Bestimmung der Festigkeit	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231
1164 Blatt 8	Juni 1970	—; Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter	R	28. 1. 1971	MBI. NW. S./641 SMBl. NW. 23231

DIN 1167 sowie DIN 4210 sind mit den jeweiligen Angaben in den Spalten 2–6 zu streichen.

9. Meine RdErl. v. 21. 4. 1959 (MBI. NW. S. 1197/SMBl. NW. 23231) und v. 6. 11. 1959 (MBI. NW. S. 2869/SMBl. NW. 23231) hebe ich auf.

# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung

# DIN 1164

Blatt 1

DIN 1164 ist in 8 Blätter gegliedert:

- Blatt 1 Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung
- Blatt 2 Güteüberwachung
- Blatt 3 Bestimmung der Zusammensetzung
- Blatt 4 Bestimmung der Mahlfineinheit
- Blatt 5 Bestimmung der Erstarrungszeiten mit dem Nadelgerät
- Blatt 6 Bestimmung der Raumbeständigkeit mit dem Kochversuch
- Blatt 7 Bestimmung der Festigkeit
- Blatt 8 Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter

### Inhalt

<b>1. Begriffe</b> ..... 1.1. Zement ..... 1.2. Zementarten ..... 1.3. Festigkeitsklassen .....  <b>2. Bestandteile des Zements</b> ..... 2.1. Hauptbestandteile ..... 2.1.1. Portlandzementklinker ..... 2.1.2. Hüttensand ..... 2.1.3. Traß ..... 2.2. Glühverlust, Nebenbestandteile und Zusätze ..... 2.2.1. Glühverlust und Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ..... 2.2.2. Unlöslicher Rückstand ..... 2.2.3. Magnesiumoxid MgO ..... 2.2.4. Sulfat SO <sub>3</sub> ..... 2.2.5. Zusätze ..... 2.3. Bestimmung der chemischen Zusammen- setzung .....	<b>3. Zementarten</b> ..... 3.1. Portlandzement PZ ..... 3.2. Eisenportlandzement und Hochofenzement ..... 3.2.1. Eisenportlandzement EPZ ..... 3.2.2. Hochofenzement HOZ ..... 3.3. Traßzement TrZ ..... 3.4. Bestimmung der Zementart .....  <b>4. Anforderungen</b> ..... 4.1. Mahlfineinheit ..... 4.2. Erstarren ..... 4.3. Raumbeständigkeit ..... 4.4. Druckfestigkeit ..... 4.5. Hydratationswärme ..... 4.6. Sulfatwiderstand .....  <b>5. Bezeichnung der Zemente</b> ..... <b>6. Lieferung</b> ..... <b>7. Güteüberwachung</b> .....
--	---

## 1. Begriffe

### 1.1. Zement

Zement ist ein feingemahlenes hydraulisches Bindemittel für Mörtel und Beton, das im wesentlichen aus Verbindungen von Calciumoxid mit Siliciumdioxid, Aluminiumoxid und Eisenoxid besteht, die durch Sintern oder Schmelzen entstanden sind. Zement erhärtet, mit Wasser angemacht, sowohl an der Luft als auch unter Wasser und bleibt unter Wasser fest; er muß raumbeständig sein und nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit<sup>1)</sup> von mindestens 250 kp/cm<sup>2</sup> erreichen (Prüfung nach DIN 1164 Blatt 7).

Als Zement nach DIN 1164 dürfen nur solche Zemente benannt werden, die den Festlegungen dieser Norm entsprechen. Zement darf nur in zweckdienlich eingerichteten, fachmännisch geleiteten und überwachten Werken hergestellt werden.

<sup>1)</sup> Durch die Höhe seiner Druckfestigkeit unterscheidet sich Zement von anderen hydraulischen Bindemitteln, z. B. von hydraulisch erhärtenden Kalken nach DIN 1060, von Mischbindern nach DIN 4207 und von Putz- und Mauerbindern.

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40 x, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42 x, 12.58

**Änderung Juni 1970:**

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet.

Für die Herstellung von Portlandzementklinker müssen die Rohstoffe im Rohmehl oder Rohschlamm fein aufgeteilt sowie innig gemischt sein und hierzu besonders aufbereitet werden. Bei der Herstellung von Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement müssen Portlandzementklinker und Hüttensand bzw. Traß miteinander vermahlen werden.

### 1.2. Zementarten

Die Norm umfaßt folgende Zementarten:

Zementarten	Kennbuchstaben
Portlandzement	PZ
Eisenportlandzement	EPZ
Hochofenzement	HOZ
Traßzement	TrZ

Zemente mit besonderen Eigenschaften (siehe Abschnitte 4.5 und 4.6) erhalten zusätzlich die folgenden Kennbuchstaben:

Zement mit niedriger Hydratationswärme	NW
Zement mit hohem Sulfatwiderstand	HS

### 1.3. Festigkeitsklassen

Die Zemente werden in Festigkeitsklassen nach Abschnitt 4.4 unterteilt. Als Kennzahl der Festigkeitsklasse gilt die Mindestdruckfestigkeit nach 28 Tagen, gegebenenfalls mit einem nachgestellten zusätzlichen Kennbuchstaben L bzw. F für die Art der Anfangserhärtung (siehe Tabelle 2).

## 2. Bestandteile des Zements

Hauptbestandteile sind Portlandzementklinker und gegebenenfalls Hüttensand bzw. Traß. Nebenbestandteil ist u. a. das zur Regelung des Erstarrens zugesetzte Calciumsulfat in Form von Gipsstein  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  und/oder Anhydrit  $\text{CaSO}_4$ .

### 2.1. Hauptbestandteile

#### 2.1.1. Portlandzementklinker

Portlandzementklinker besteht hauptsächlich aus Calciumsilicaten. Er wird durch Brennen mindestens bis zur Sinterung<sup>2)</sup> einer jeweils genau festgelegten, fein aufgeteilten, homogenen Mischung von Rohstoffen (Rohmehl oder Rohschlamm) hergestellt, die zum größeren Teil Calciumoxid  $\text{CaO}$  und Siliciumdioxid  $\text{SiO}_2$  und zum geringeren Teil Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und andere Oxide enthält.

#### 2.1.2. Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke)

Hüttensand ist in fein vermahlenem Zustand ein latent hydraulischer Stoff. Er wird aus der beim Eisenhüttenbetrieb anfallenden kalk-tonerde-silicatischen, feuerflüssigen Hochofenschlacke durch schnelles Abkühlen gewonnen. Seine Zusammensetzung in Gew.-% muß folgender Formel entsprechen:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} \geq 1$$

#### 2.1.3. Traß

Traß ist ein natürlicher, puzzolanischer Stoff, er muß DIN 51 043 entsprechen.

## 2.2. Glühverlust, Nebenbestandteile und Zusätze

### 2.2.1. Glühverlust und Kohlendioxid $\text{CO}_2$

Der Glühverlust von Portlandzement, Eisenportlandzement und Hochofenzement darf insgesamt 5,0 Gew.-%, der von Traßzement insgesamt 7,0 Gew.-% nicht überschreiten.

Der Gehalt an Kohlendioxid darf 2,5 Gew.-% nicht überschreiten.

### 2.2.2. Unlöslicher Rückstand

Der nach DIN 1164 Blatt 3 ermittelte unlösliche Rückstand darf 3,0 Gew.-% nicht überschreiten. Das gilt nicht für Traßzement.

### 2.2.3. Magnesiumoxid $\text{MgO}$

Bei Portlandzementklinker darf der Gehalt an  $\text{MgO}$ , bezogen auf den glühverlustfreien Portlandzementklinker, 5,0 Gew.-% nicht überschreiten.

### 2.2.4. Sulfat $\text{SO}_3$

Der Sulfatgehalt ( $\text{SO}_3$ ) in Gew.-%, bezogen auf den glühverlustfreien Zement, darf die in Tabelle 1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

<sup>2)</sup> Der aus dem Werkbetrieb stammende Anteil an nicht gebrannten Stoffen wird durch die Festlegungen in den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.2 begrenzt.

<sup>3)</sup> siehe Abschnitt 4.1

<sup>4)</sup> Entsprechende Untersuchungen werden von der Bundesanstalt für Materialprüfung, BAM, Berlin-Dahlem, durchgeführt.

<sup>5)</sup> Zemente mit besonderen Eigenschaften siehe Abschnitte 4.5 und 4.6.

Tabelle 1. Höchstzulässiger  $\text{SO}_3$ -Gehalt der Zemente

Zementart	Höchstzulässiger $\text{SO}_3$ -Gehalt in Gew.-% bei einer spezifischen Oberfläche <sup>3)</sup> der Zemente	
	von 2000 bis 4000 $\text{cm}^2/\text{g}$	über 4000 $\text{cm}^2/\text{g}$
Portlandzement Eisenportlandzement Traßzement	3,5	4,0
Hochofenzement mit 36 bis 70 Gew.-% Hüttensand	4,0	
Hochofenzement mit mehr als 70 Gew.-% Hüttensand	4,5	

### 2.2.5. Zusätze

Erlaubt sind andere Zusätze in Mengen bis 1 Gew.-%, sofern sie nachweislich die Korrosion der Bewehrung nicht fördern<sup>4)</sup>.

Chloride dürfen dem Zement nicht zugesetzt werden, jedoch kann der Zement aus den Rohstoffen Spuren von Chlorid enthalten. Insgesamt darf der Zement nicht mehr als 0,10 Gew.-% Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) enthalten.

## 2.3. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung

Die Zusammensetzung für die Stoffe nach 2.1 und 2.2 wird nach DIN 1164 Blatt 3 bestimmt.

## 3. Zementarten<sup>5)</sup>

### 3.1. Portlandzement PZ

Portlandzement wird hergestellt durch werkmäßiges Feinmahlen von Portlandzementklinker unter Zusatz von Calciumsulfat.

### 3.2. Eisenportland- und Hochofenzement

Die Prozentangaben von Portlandzementklinker und Hüttensand beziehen sich stets auf das Gesamtgewicht von Portlandzementklinker und Hüttensand.

#### 3.2.1. Eisenportlandzement EPZ

Eisenportlandzement wird hergestellt durch gemeinsames, werkmäßiges Feinmahlen von mindestens 65 Gew.-% Portlandzementklinker und höchstens 35 Gew.-% Hüttensand unter Zusatz von Calciumsulfat.

#### 3.2.2. Hochofenzement HOZ

Hochofenzement wird hergestellt durch gemeinsames, werkmäßiges Feinmahlen von 15 bis 64 Gew.-% Portlandzementklinker und entsprechend 85 bis 36 Gew.-% Hüttensand unter Zusatz von Calciumsulfat.

### 3.3. Traßzement TrZ

Traßzement wird hergestellt durch gemeinsames, werkmäßiges Feinmahlen von 60 bis 80 Gew.-% Portlandzementklinker und entsprechend 40 bis 20 Gew.-% Traß unter Zusatz von Calciumsulfat. Die Prozentangaben von Portlandzementklinker und Traß beziehen sich auf das Gesamtgewicht von Portlandzementklinker und Traß.

## 3.4. Bestimmung der Zementart

Die Zementart (3.1 bis 3.3), zu der ein Zement gehört, wird nach DIN 1164 Blatt 3 bestimmt.

## 4. Anforderungen

### 4.1. Mahlfineinheit

Bei der Prüfung gemäß DIN 1164 Blatt 4 darf Zement auf dem Prüfsiebgewebe 0,2 DIN 4188 höchstens 3,0 Gew.-%

Rückstand hinterlassen, seine spezifische Oberfläche nach dem Luftdurchlässigkeitsverfahren muß mindestens 2200 cm<sup>2</sup>/g betragen. Für Sonderfälle darf auch ein Zement mit einer spezifischen Oberfläche von mindestens 2000 cm<sup>2</sup>/g geliefert und verwendet werden.

#### 4.2. Erstarren

Das Erstarren des Zements darf bei der Prüfung mit dem Nadelgerät nach DIN 1164 Blatt 5 frühestens 1 Stunde nach dem Anmachen beginnen und muß spätestens 12 Stunden nach dem Anmachen beendet sein.

#### 4.3. Raumbeständigkeit

Zement muß raumbeständig sein. Er gilt als raumbeständig, wenn aus ihm hergestellte Kuchen nach dem Kochversuch gemäß DIN 1164 Blatt 6 scharfkantig und rissefrei sind und sich nicht erheblich verkrümmt haben; die Wölbung der Bodenfläche des Kuchens darf einen Stich von höchstens 2 mm haben.

#### 4.4. Druckfestigkeit

Zement muß in einer Mörtelmischung aus 1,00 Gewichtsteilen Zement + 3,00 Gewichtsteilen Normsand + 0,50 Gewichtsteilen Wasser nach dem Prüfverfahren gemäß DIN 1164 Blatt 7 folgende Festigkeitsbedingungen erfüllen (Mittel aus der Prüfung von 6 Prismenhälften):

Tabelle 2. Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	Druckfestigkeit in kp/cm <sup>2</sup> nach			
	2 Tagen min.	7 Tagen min.	28 Tagen min. max.	
250 <sup>a)</sup>	—	100	250	450
350 L <sup>7)</sup> F <sup>7)</sup>	—	175	350	550
	100	—		
450 L <sup>7)</sup> F <sup>7)</sup>	100	—	450	650
	200	—		
550	300	—	550	—

#### 4.5. Hydratationswärme

Zement NW mit niedriger Hydratationswärme darf bei der Bestimmung nach dem Lösungswärme-Verfahren gemäß DIN 1164 Blatt 8 in den ersten 7 Tagen eine Wärmemenge von höchstens 65 cal je g Zement entwickeln.

#### 4.6. Sulfatwiderstand

Als Zement HS mit hohem Sulfatwiderstand gelten

**4.6.1. Portlandzement** mit einem rechnerischen Gehalt an Tricalciumaluminat C<sub>3</sub>A<sup>a)</sup> von höchstens 3 Gew.-%

und mit einem Gehalt an Aluminiumoxid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> von höchstens 5 Gew.-%

**4.6.2. Hochofenzement** mit mindestens 70 Gew.-% Hütten sand und höchstens 30 Gew.-% Portlandzementklinker.

### 5. Bezeichnung der Zemente

(Beispiele)

Bezeichnung eines Portlandzements (PZ) mit einer 28-Tage-Druckfestigkeit von mindestens 350 kp/cm<sup>2</sup> und höchstens 550 kp/cm<sup>2</sup> sowie mit einer Druckfestigkeit von mindestens 100 kp/cm<sup>2</sup> nach 2 Tagen (F):

**Zement PZ 350 F DIN 1164**

Bezeichnung eines Hochofenzements (HOZ) mit einer 28-Tage-Druckfestigkeit von mindestens 250 kp/cm<sup>2</sup> und höchstens 450 kp/cm<sup>2</sup> sowie mit hohem Sulfatwiderstand (HS):

**Zement HOZ 250 DIN 1164—HS**

### 6. Lieferung

Zement darf nur in saubere und von Rückständen früherer Lieferungen freie Transportbehälter gefüllt werden. Er darf auch während des Transports nicht verunreinigt werden.

Säcke bzw. Lieferscheine müssen mit folgenden Angaben versehen sein (Reihenfolge der Kennbuchstaben und -zahlen nach Abschnitt 5):

Zementart: Portlandzement PZ, Eisenportlandzement EPZ, Hochofenzement HOZ, Traßzement TrZ

Festigkeitsklasse: 250, 350 L, 350 F, 450 L, 450 F, 550 nach DIN 1164

Zusatzbezeichnung für besondere Eigenschaften:

NW für Zement mit niedriger Hydratationswärme

HS für Zement mit hohem Sulfatwiderstand

Lieferwerk und gegebenenfalls weitere Kennzeichnung

Kennzeichnung für die Güteüberwachung

Gewicht: Brutto-Gewicht des Sackes<sup>9)</sup> oder

Netto-Gewicht des losen Zements

Die Lieferscheine für losen Zement außerdem

Tag und Stunde der Lieferung,

polizeiliches Kennzeichen des Fahrzeugs,

Auftraggeber, Auftragsnummer und Empfänger.

Säcke müssen farbig nach Tabelle 3 gekennzeichnet sein.

Jeder Lieferung von losem Zement ist außer dem Lieferschein ein farbiges, witterungsfestes Blatt (Format DIN A5, Farbe von Blatt und Aufdruck gemäß Tabelle 3) zum Anheften am Silo mitzugeben, das folgende Angaben enthalten muß:

Zementart (Kurzzeichen), Festigkeitsklasse, ggf. Zusatzbezeichnung für besondere Eigenschaften, Lieferwerk, Zeichen der Güteüberwachung, Datumstempel des Liefertages.

Tabelle 3. Kennfarben für die Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	Kennfarbe	Farbe des Aufdrucks
250	violett	schwarz
350 L	hellbraun	schwarz
350 F		rot
450 L	grün	schwarz
450 F		rot
550	rot	schwarz

### 7. Güteüberwachung

Die Einhaltung der nach den Abschnitten 2, 3 und 4 geforderten Zusammensetzungen und Eigenschaften des Zements ist durch Eigen- und Fremdüberwachung (Güteüberwachung nach DIN 1164 Blatt 2) nachzuprüfen. Die Durchführung der Güteüberwachung und die Kennzeichnung güteüberwachter Zemente richtet sich nach DIN 1164 Blatt 2, Abschnitt 5.

<sup>a)</sup> Nur für Zement mit niedriger Hydratationswärme und/oder hohem Sulfatwiderstand (Abschnitte 4.5 und 4.6).

<sup>7)</sup> Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement und Traßzement mit langsamerer Anfangserhärtung erhalten die Zusatzbezeichnung L, solche mit höherer Anfangsfestigkeit die Zusatzbezeichnung F.

<sup>8)</sup> Der Gehalt an Tricalciumaluminat wird aus der chemischen Analyse nach der Formel

$$C_3A = 2,65 \cdot Al_2O_3 - 1,69 \cdot Fe_2O_3$$

errechnet (Angaben in Gew.-%). Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wird als Differenz durch Abzug von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> von der Summe der Sesquioxide bestimmt.

<sup>9)</sup> Das Brutto-Gewicht eines gefüllten Zementsackes beträgt 50 kg. Abweichungen von diesem Brutto-Gewicht bis zu 2 % können nicht beanstandet werden.



# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Güteüberwachung

# DIN

# 1164

Blatt 2

### Inhalt

1. Allgemeines .....	
2. Probenahme .....	
3. Eigenüberwachung .....	
4. Fremdüberwachung .....	
4.1. Umfang .....	
4.2. Prüfbericht .....	
5. Kennzeichen für die Überwachung .....	

## 1. Allgemeines

Die Einhaltung der nach den Abschnitten 2, 3 und 4 von DIN 1164 Blatt 1 geforderten Zusammensetzung und Eigenschaften des Zements ist durch die Güteüberwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, nachzuprüfen. Die dazu erforderlichen Prüfungen sind nach DIN 1164 Blatt 3 bis Blatt 8 durchzuführen. Die jeweilige Prüfung gilt als bestanden, wenn die in den Abschnitten 2 bis 4 von DIN 1164 Blatt 1 angegebenen Grenzwerte nicht unter- bzw. überschritten werden.

Vor Aufnahme der Güteüberwachung bei einem Werk, das die Lieferung von Zement oder die Lieferung einer bisher nicht hergestellten Zementart aufnehmen will, ist zunächst zu prüfen, ob die Einrichtungen des Werkes laufend die zuverlässige Herstellung von Zement der beantragten Art und Güte nach DIN 1164 ermöglichen.<sup>1)</sup>

## 2. Probenahme

Je Zementart und Festigkeitsklasse sind gleichzeitig mehrere Einzelproben aus einem möglichst großen Vorrat trockenen gelagerten Zements zu entnehmen. Die Einzelproben sind je Zementart und Festigkeitsklasse durch inniges Mischen zu einer Durchschnittsprobe von  $\approx 5$  kg zu vereinigen, die sofort in luftdichte Behälter zu füllen und unverwechselbar zu kennzeichnen ist.

Über die Entnahme für die Fremdüberwachung ist von dem Probenehmer ein Protokoll anzufertigen und bei Entnahme im Werk durch den Betriebsleiter oder seinen Vertreter, bei Entnahme an anderer Stelle durch eine entsprechende Person gegenzuzeichnen. Das Protokoll muß folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer

<sup>1)</sup> Die Überwachung ist nach den Richtlinien der Güteüberwachungsgemeinschaft durchzuführen (Richtlinien z. Z. in Vorbereitung).

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40 x, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42 x, 12.58

### Änderung Juni 1970:

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet.

- Lieferwerk
  - Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
  - geschätzte Größe des Vorrats, aus dem die Probe stammt
  - Bezeichnung der Probe
- Das Protokoll ist der Probe beizufügen.

## 3. Eigenüberwachung

Solange ein Zement hergestellt wird und soweit in DIN 1164 Blatt 1 ein Grenzwert festgelegt ist, hat der Zementhersteller die Zusammensetzung und die Eigenschaften jeder Zementart und Festigkeitsklasse im Werk zu prüfen und zwar mindestens einmal täglich:

Erstarren

Raumbeständigkeit

mindestens zweimal wöchentlich:

Glühverlust

Gehalt an Kohlendioxid  $\text{CO}_2$

Unlöslicher Rückstand

Gehalt an Sulfat  $\text{SO}_3$

Mahlfeinheit

Druckfestigkeit bei jeder Altersstufe (siehe DIN 1164 Blatt 1, Ausgabe Juni 1970, Tabelle 2)

mindestens einmal monatlich:

Hauptbestandteile des Zements

Hydratationswärme

die für hohen Sulfatwiderstand geforderte Zusammensetzung.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung sind aufzuzeichnen und möglichst statistisch auszuwerten. Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der überwachenden Stelle (Fremdüberwachung) auf Verlangen vorzulegen.

## 4. Fremdüberwachung<sup>1)</sup>

### 4.1. Umfang

Die Fremdüberwachung ist durch eine amtlich anerkannte Güteüberwachungsgemeinschaft<sup>2)</sup> oder aufgrund eines Überwachungsvertrages durch eine für die Überwachung des Zements anerkannte Prüfstelle<sup>3)</sup> durchzuführen. Die für diese Prüfungen anerkannten Stellen müssen an vierteljährlichen Vergleichsprüfungen von jeweils einer homogenisierten Zementprobe teilnehmen, die vom Forschungsinstitut der Zementindustrie veranlaßt und ausgewertet werden. Der Umfang der Vergleichsprüfungen entspricht den nachfolgend beschriebenen, mindestens alle 2 Monate durchzuführenden Fremdüberwachungsprüfungen.

Die überwachende Stelle hat die Eigenüberwachung des Werks durch Einsichtnahme in die Prüfergebnisse der Eigenüberwachung nachzuprüfen.

Von der überwachenden Stelle sind außerdem je Zementart und Festigkeitsklasse während der Zeit, in der der betreffende Zement hergestellt wird, zur Nachprüfung der in DIN 1164 Blatt 1 festgelegten Bedingungen folgende Prüfungen durchzuführen:

mindestens einmal innerhalb von 2 Monaten:

Glühverlust

Gehalt an Kohlendioxid  $\text{CO}_2$

Unlöslicher Rückstand

Gehalt an Chlorid

Mahlfeinheit

Erstarren

Raumbeständigkeit

Druckfestigkeit bei jeder Altersstufe  
(siehe DIN 1164 Blatt 1, Ausgabe Juni 1970, Tabelle 2)

Hauptbestandteile des Zements

mindestens einmal halbjährlich:

Hydratationswärme

die für hohen Sulfatwiderstand geforderte Zusammensetzung.

### 4.2. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe

## 5. Kennzeichen für die Überwachung

Zement, der nach DIN 1164 Blatt 2 güteüberwacht wird und den Anforderungen von DIN 1164 Blatt 1 entspricht, ist auf der Verpackung oder bei loser Lieferung auf dem Lieferschein durch das Zeichen „Güteüberwacht nach DIN 1164“ (Bild 1) sowie durch das Zeichen einer hierfür anerkannten Güteüberwachungsgemeinschaft<sup>2)</sup> bzw. den Namen der fremdüberwachenden Prüfstelle<sup>3)</sup> dauerhaft zu kennzeichnen.



Bild 1

<sup>1)</sup> siehe Vorseite.

<sup>2)</sup> Zur Zeit ist der Verein Deutscher Zementwerke e. V. in Düsseldorf als Güteüberwachungsgemeinschaft mit dem nebenstehenden Zeichen anerkannt.



<sup>3)</sup> Zur Zeit können mit folgenden Prüfstellen Überwachungsverträge abgeschlossen werden:

Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf

Zement- und Beton-Laboratorium Beckum GmbH u. Co. KG., Beckum

Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Eisenhütten-schlacken, Rheinhausen

Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem

Institut für Bauforschung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau an der Technischen Universität Braunschweig

Materialprüfungsamt für das Bauwesen der Technischen Hochschule München — Prüfamt und Forschungsinstitut für Baustoffe und Bauarten

Materialprüfungsamt der Bayerischen Landesgewerbe-anstalt Nürnberg

Amtliche Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen — Otto-Graf-Institut — an der Universität Stuttgart

Wegen der Überwachung ausländischer Werke siehe die entsprechenden Erlasse der obersten Bauaufsichtsbehörden.



# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Bestimmung der Zusammensetzung

**DIN**  
**1164**  
Blatt 3

### Inhalt

<b>1. Anwendungsbereich</b>	.....
<b>2. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung</b>	.....
2.1. Entnahme und Vorbereitung der Probe	.....
2.2. Analysenverfahren	.....
2.2.1. Glühverlust	.....
2.2.2. Aufschluß	.....
2.2.3. Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) und unlöslicher Rückstand	.....
2.2.4. Sesquioxide ( $\text{R}_2\text{O}_3$ )	.....
2.2.5. Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Tricalciumaluminat	.....
2.2.6. Calciumoxid ( $\text{CaO}$ )	.....
2.2.7. Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ )	.....
2.2.8. Unlöslicher Rückstand	.....
2.2.9. Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ )	.....
2.2.10. Sulfat ( $\text{SO}_3$ )	.....
2.2.11. Eisenoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	.....
2.2.12. Manganoxid ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ )	.....

2.2.13. Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )	.....
2.2.14. Alkalien ( $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{O}$ ), Gesamtgehalt	...
2.2.15. Wasserlösliche Alkalien	.....

### 3. Bestimmung des Hüttensandgehaltes von Eisenportlandzement und Hochofenzement

3.1. Allgemeines	.....
3.2. Geräte und Hilfsmittel	.....
3.3. Verfahren	.....
3.3.1. Absieben der Kornklasse 0,032 bis 0,04 mm	..
3.3.2. Herstellen des Anschliffs	.....
3.3.3. Mikroskopische Untersuchung	.....
3.3.4. Berechnung des Hüttensandgehaltes	...
3.3.5. Korrektur	.....

### 4. Bestimmung des Traßgehaltes von Traßzement

4.1. Allgemeines	.....
4.2. Durchführung	.....

### 5. Prüfbericht

## 1. Anwendungsbereich

Es werden nur die Verfahren aufgeführt, die für die Bestimmung der in DIN 1164 Blatt 1 festgelegten Bestandteile erforderlich sind. Für die Überwachung sind auch andere Verfahren zulässig, sofern sie Ergebnisse mit hinreichender Genauigkeit liefern. Wird der Anteil eines Bestandteils nach einem anderen als dem hier angeführten Analysengang ermittelt, so muß nachgewiesen sein, daß die erzielten Ergebnisse beider Verfahren nicht wesentlich voneinander abweichen. Das Maß der Abweichung muß bekannt sein. In Zweifelsfällen sind die nachstehend beschriebenen Analysenverfahren maßgebend. In dieser Norm bedeuten %, sofern nicht anders angegeben, bei Angabe von Gehalten und Konzentrationen Gewichts-%.

## 2. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung

### 2.1. Entnahme und Vorbereitung der Probe

Dem Zement wird eine Durchschnittsprobe von etwa 200 g entnommen. Die Probe wird nötigenfalls soweit nachzerkleinert, daß sie durch ein Prüfsieb mit Drahtsiebboden 0,09 nach DIN 4188 Blatt 1 hindurchgeht. Anschließend wird das metallische Eisen mit einem kräftigen Magneten entfernt. Das auf diese Weise abgeschiedene Eisen wird auf 0,0001 g gewogen und das Gewicht im Prüfbericht angegeben.

### 2.2. Analysenverfahren

#### 2.2.1. Glühverlust

#### 2.2.1.1. Portlandzement und Traßzement

1 g der Probe, auf 0,0001 g eingewogen, wird im Platintiegel 10 Minuten lang im elektrischen Ofen bei  $1000^\circ\text{C} \pm 25$  grad geglüht.

#### 2.2.1.2. Eisenportland- und Hochofenzement

Die Bestimmung des Glühverlustes erfolgt in einem Rohr-Ofen, dessen Innenrohr (Durchmesser etwa 30 mm) mit Argon gespült wird. Der Ofen wird vor der Bestimmung bei nicht unterbrochenem Gasdurchfluß auf  $750^\circ\text{C} \pm 25$  grad aufgeheizt. 1 g der Probe wird in ein Platinschiffchen auf 0,0001 g eingewogen und möglichst schnell in den Rohr-Ofen eingeführt. Als dann wird der Durchfluß des Gases auf etwa  $15\text{ cm}^3$  je Minute vermindert. Nach 10 Minuten wird die Probe dem Ofen entnommen, im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt und auf 0,0001 g ausgewogen.

#### 2.2.1.3. Auswertung

$$\text{Glühverlust} = \frac{E - A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

$E$  Einwaage in g

$A$  Auswaage in g

### 2.2.2. Aufschluß

#### 2.2.2.1. Reagenzien

Salzsäure konzentriert

zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml; etwa 38%ig)

Salzsäure verdünnt

50 ml konzentrierte Salzsäure zur Analyse werden mit destilliertem Wasser auf 1000 ml verdünnt

Ammoniumchlorid zur Analyse

**2.2.2.2. Durchführung**

1 g Zement wird auf 0,0001 g eingewogen, mit 2,5 g Ammoniumchlorid in einem 100-ml-Becherglas (hohe Form) vermischt, mit 10 ml konzentrierter Salzsäure versetzt und mit einem Uhrglas abgedeckt. Das Gemisch wird 30 Minuten lang auf dem Wasserbad oder auf einer Heizplatte bei  $110^{\circ}\text{C} \pm 10$  grd erhitzt, wobei gelegentlich mit dem Glasstab umzurühren ist. Nach 30 Minuten wird mit 50 ml heißer, verdünnter Salzsäure aufgenommen und durch ein Weißbandfilter (Durchmesser 11 cm) abfiltriert. Der Rückstand wird 5mal mit heißer, verdünnter Salzsäure und 2mal mit heißem, destilliertem Wasser gewaschen. Das Filter wird beim Waschen jedesmal bis 1 cm unter den Rand aufgefüllt. Dabei ist darauf zu achten, daß der Rückstand im Filter umgewirbelt wird. Vor dem nächsten Waschvorgang soll das Filter leergelaufen sein.

**2.2.3. Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) und unlöslicher Rückstand**

Der Rückstand nach Abschnitt 2.2.2 enthält das abgeschiedene Siliciumdioxid sowie die nicht salzsäurelöslichen Bestandteile des Zements. Das Filter und der Rückstand werden in einem Platintiegel verascht und geglüht. Das Veraschen kann in einem handelsüblichen Filterverascher oder in einem Simon-Müller-Ofen erfolgen, der langsam aufzuheizen ist. Anschließend glüht man den veraschten Rückstand etwa 15 Minuten lang bei  $1150^{\circ}\text{C} \pm 50$  grd zur Gewichtskonstanz und läßt im Exsikkator erkalten.

**2.2.3.1. Auswertung**

$$\text{SiO}_2 \text{ und unlöslicher Rückstand} = \frac{A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage in g

E Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.2

**2.2.4. Sesquioxide ( $\text{R}_2\text{O}_3$ )****2.2.4.1. Reagenzien**

Wasserstoffperoxid

zur Analyse, 3%ige wässrige Lösung

Ammoniaklösung

zur Analyse, konzentriert ( $\text{CO}_2$ -frei, etwa 25%ig)

Methylrot

0,2%ige Lösung in 60 Vol.-%igem Alkohol

Ammoniumchloridlösung

20 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  zur Analyse werden in etwas destilliertem Wasser gelöst, mit Ammoniaklösung bis eben zum Umschlag von Methylrot nach Gelb versetzt und mit destilliertem Wasser auf 1000 ml verdünnt.

Salzsäure

200 ml konzentrierte Salzsäure zur Analyse werden mit 1000 ml destilliertem Wasser verdünnt.

Ammoniumperoxodisulfat

zur Analyse

**2.2.4.2. Durchführung**

Das Filtrat nach Abschnitt 2.2.2 wird in einem Becherglas mit einigen Tropfen Wasserstoffperoxid versetzt und zum Sieden erhitzt. Nach dem Verkochen des überschüssigen Wasserstoffperoxids gibt man in die heiße Lösung einige Tropfen Methylrot und fügt dann Ammoniaklösung bis zum Umschlag des Indikators nach Gelb zu. Anschließend versetzt man die Lösung mit 0,5 g festem Ammoniumperoxodisulfat und noch einigen Tropfen Ammoniaklösung, bis der Indikator wieder nach Gelb umgeschlagen ist. Bei stark eisenhaltigem Niederschlag läßt man den Niederschlag absitzen und überzeugt sich davon, daß der Farbumschlag in der Lösung eingetreten ist. Anschließend kocht man etwa 1 Minute lang, läßt absitzen und filtriert heiß durch ein Weißbandfilter. Der Niederschlag wird 2mal mit heißer Ammoniumchloridlösung ausgewaschen, mit heißer Salzsäure vom Filter gelöst, die Lösung in dasselbe Becherglas zurückgespült und mit Wasser

auf etwa 100 ml verdünnt. Die Fällung wird in gleicher Weise unter Zugabe von 2 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  und 0,5 g Ammoniumperoxodisulfat wiederholt. Anschließend wäscht man den Niederschlag 5mal mit Ammoniumchloridlösung aus. Das Filter mit Niederschlag wird im Platintiegel vorsichtig verascht und unter Luftzutritt bei  $1100^{\circ}\text{C} \pm 25$  grd bis zur Gewichtskonstanz geglüht.

**2.2.4.3. Auswertung**

$$\text{R}_2\text{O}_3 = \frac{A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage  $\text{R}_2\text{O}_3$  in g

E Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.2

**2.2.5. Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Tricalciumaluminat**

Der Gehalt an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wird aus der Differenz von  $\text{R}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (bestimmt nach Abschnitt 2.2.11) errechnet.

Der auf diese Weise erhaltene  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert kann bei Portland- und Traßzementen um wenige Zehntel Prozent zu hoch sein, da im  $\text{R}_2\text{O}_3$  gegebenenfalls noch Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), Phosphat ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) und Manganoxid ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ) enthalten sind. Bei Eisenportland- und Hochofenzement ist der Mangan-gehalt stets zu bestimmen und, berechnet als  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , abzuziehen.

Der Tricalciumaluminatgehalt läßt sich nur bei Portlandzement bestimmen. Er wird aus dem Gehalt an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nach Abschnitt 2.2.5 und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nach Abschnitt 2.2.11 nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{C}_3\text{A} = 2,65 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - 1,69 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ in } \%$$

**2.2.6. Calciumoxid ( $\text{CaO}$ )****2.2.6.1. Reagenzien**

Ammoniaklösung

konzentriert zur Analyse (etwa 25%ig)

Ammoniumoxalatlösung

1 g  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  wird mit destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst

Salzsäure

200 ml konzentrierte Salzsäure zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml; etwa 38%ig) werden mit 1000 ml destilliertem Wasser verdünnt

Methylrot

0,2%ige Lösung in 60 Vol.-%igem Alkohol

Ammoniumoxalat

zur Analyse

**2.2.6.2. Durchführung**

Das Filtrat der  $\text{R}_2\text{O}_3$ -Fällung nach Abschnitt 2.2.4 wird in einem Becherglas auf etwa 300 ml eingeengt, durch einige Tropfen Ammoniaklösung ammoniakalisch gemacht und auf etwa  $90^{\circ}\text{C}$  erhitzt. Dann gibt man 3 g festes Ammoniumoxalat zu, macht stark ammoniakalisch und kocht unter Rühren etwa 5 Minuten lang. Nach dem Absitzen in der Wärme (etwa 20 Minuten) filtriert man durch ein Weißbandfilter (Durchmesser 11 cm) und wäscht mit kalter Ammoniumoxalatlösung 5mal aus. Nach Durchstoßen des Filters mit einem Glasstab wird der Niederschlag in das Becherglas zurückgespült. Das Filter wird zunächst mit 50 ml heißer Salzsäure, dann mit destilliertem Wasser gewaschen. Die Salzsäure dient gleichzeitig zum Auflösen des in das Becherglas gespülten Niederschlages. Nach Verdünnen mit destilliertem Wasser auf 200 ml wird die Lösung zum Sieden erhitzt. Dann gibt man etwa 1,5 g Ammoniumoxalat, einige Tropfen Methylrot und so viel Ammoniaklösung zu, bis die Farbe des Indikators nach Gelb umschlägt. Nach dem Absetzen in der Wärme (etwa 2 Stunden) kühlt man die Lösung auf Zimmertemperatur ab. Der Niederschlag wird abfiltriert und mit kalter Am-

moniumoxalatlösung 5mal gewaschen. Dabei wird der Niederschlag aufgewirbelt und der Trichter bis 1 cm unter den Filterrand gefüllt. Das Filter mit dem Niederschlag wird getrocknet, in einem Platintiegel verascht und der Rückstand bei  $1200^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz gegläht (Auswaage A).

### 2.2.6.3. Auswertung

$$\text{CaO} = \frac{A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage an CaO in g

E Einwaage nach Abschnitt 2.2.2 in g

### 2.2.7. Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ )

#### 2.2.7.1. Reagenzien

Ammoniaklösung konzentriert zur Analyse (etwa 25%ig)

Diammoniumhydrogenphosphatlösung

100 g  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst

Ammoniakwasser

250 ml konzentrierte Ammoniaklösung zur Analyse werden mit 750 ml destilliertem Wasser verdünnt.

#### 2.2.7.2. Durchführung

Das Filtrat der CaO-Bestimmung nach Abschnitt 2.2.6 wird in einem Becherglas auf 300 ml eingeengt, kalt mit 10 ml Diammoniumhydrogenphosphatlösung und mit 100 ml Ammoniaklösung versetzt. Der Inhalt des Becherglases wird kurz gerührt, er bleibt im bedeckten Becherglas mindestens 18 Stunden lang stehen und wird dann durch ein Blaubandfilter filtriert. Den Niederschlag wäscht man mit kaltem Ammoniakwasser aus. Er wird zusammen mit dem Filter vorsichtig im Tiegel getrocknet, bei möglichst niedriger Temperatur vollständig verascht und bei  $1100^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz gegläht und als  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  gewogen (Auswaage A).

#### 2.2.7.3. Auswertung

$$\text{MgO} = \frac{0,3623 \cdot A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  in g

E Einwaage in g beim Aufschluß nach Abschnitt 2.2.2

$$\text{Umrechnungs-} = \frac{\text{relative Molekülmasse MgO}}{\frac{1}{2} \cdot \text{relative Molekülmasse Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7} = 0,3623$$

### 2.2.8. Unlöslicher Rückstand

#### 2.2.8.1. Reagenzien

Salzsäure

konzentriert zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml; etwa 38%ig)

Salzsäure

verdünnt, 50 ml konzentrierte Salzsäure zur Analyse werden mit destilliertem Wasser auf 1000 ml verdünnt

Natriumcarbonatlösung

50 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zur Analyse werden in 1000 ml destilliertem Wasser gelöst.

#### 2.2.8.2. Durchführung

Nach erneutem Aufschluß von 1 g Zement gemäß Abschnitt 2.2.2 (Einwaage E) werden  $\text{SiO}_2$  und unlöslicher Rückstand abfiltriert. Das Filtrat dient der Ermittlung des  $\text{SO}_3$ -Gehaltes nach Abschnitt 2.2.10 und des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehaltes nach Abschnitt 2.2.11.

Der gewaschene Filterrückstand wird in ein 400-ml-Becherglas gespült und mit 100 ml Natriumcarbonatlösung in der Kälte digeriert. Nach 3 Minuten erhitzt man zum Sieden und gibt, sobald sich das Siliciumdioxid weitgehend gelöst hat,

noch das Filter in das Becherglas. Die Natriumcarbonatlösung mit dem Rückstand soll weitere 5 Minuten leicht siedend. Sie wird dann heiß durch ein Weißbandfilter filtriert. Der Filterrückstand wird 5mal mit heißem Wasser, 2mal mit heißer, verdünnter Salzsäure und 2mal mit heißem Wasser gewaschen. Das Filter wird jedesmal bis 1 cm unter den Rand mit Waschflüssigkeit aufgefüllt. Vor dem nächsten Waschvorgang soll das Filter leergelaufen sein.

Der Filterrückstand wird im Platintiegel verascht und etwa 15 Minuten lang bei  $1150^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz gegläht (Auswaage A).

### 2.2.8.3. Auswertung

$$\text{Unlöslicher Rückstand} = \frac{A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage in g

E Einwaage in g beim Aufschluß nach Abschnitt 2.2.8.2

### 2.2.9. Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ )

#### 2.2.9.1. Gerät

Gerät zur gravimetrischen Bestimmung des Kohlendioxids dargestellt. Zur Erzeugung eines Unterdrucks im Gerät wird entweder eine kleine Vakuumpumpe oder ein Niveaugefäß verwendet.

#### 2.2.9.2. Reagenzien

Natronasbest

zur Elementaranalyse

Magnesiumperchlorat

zur Analyse

Quecksilber(II)-chlorid

zur Analyse

Schwefelsäure, verdünnt

250 ml konzentrierte Schwefelsäure zur Analyse werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml verdünnt

#### 2.2.9.3. Durchführung

1 g Zement wird auf 0,0001 g in den Destillationskolben eingewogen, mit einer Spatelspitze Quecksilber(II)-chlorid vermischt und mit wenig Wasser aufgeschlämmt.

Der Kolben wird luftdicht am Schliff des Tropftrichters befestigt. Anschließend wird 15 Minuten lang Luft durch das Gerät gesaugt. Die angesaugte Luft streicht vor dem Eintritt in den Kolben durch einen mit Natronasbest gefüllten Trockenturm und wird dort von Kohlendioxid befreit. Nach Unterbrechung des Luftstromes durch Abklemmen des Verbindungsschlauches zwischen dem Natronasbesturm und dem Destillationskolben mit einem Quetschhahn werden aus dem Trichter 25 bis 30 ml verdünnte Schwefelsäure in den Kolben gegeben. Nach dem Öffnen des Quetschhahnes befördert der Luftstrom das sich entwickelnde Kohlendioxid über die ersten beiden zum Trocknen dienenden, mit Magnesiumperchlorat gefüllten Absorptionsrohre zu den beiden gewogenen, mit Natronasbest gefüllten Absorptionsrohren. Nach etwa 10 Minuten erhitzt man den Kolbeninhalt zum Sieden, um die letzten Teile des Kohlendioxids auszutreiben. Man läßt im Luftstrom erkalten und nimmt nach Schließen der Hähne die Absorptionsrohre ab. Sie werden zum Ausgleich der Temperatur 5 Minuten lang in einen Exsikkator gelegt und danach gewogen.

#### 2.2.9.4. Auswertung

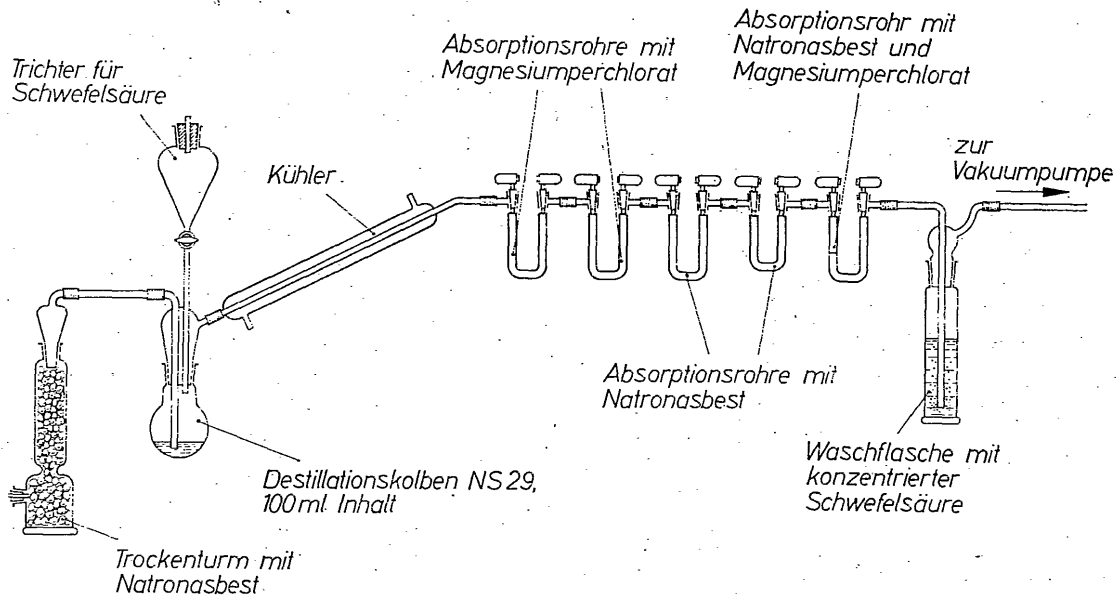
$$\text{CO}_2 = \frac{A - B \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Gewicht der Absorptionsrohre nach der Absorption in g

B Gewicht der Absorptionsrohre vor der Absorption in g

E Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.9.3



Gerät zur gravimetrischen Kohlendioxidbestimmung in Zementen

**2.2.10. Sulfat ( $\text{SO}_3$ )****2.2.10.1. Reagenzien**

Bariumchloridlösung

100 g  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  zur Analyse werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst

Salzsäure

50 ml konzentrierte Salzsäure zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml; etwa 38%ig) werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml verdünnt.

**2.2.10.2. Durchführung**

Das Filtrat von der Bestimmung des unlöslichen Rückstandes nach Abschnitt 2.2.8.2 wird in der Siedehitze mit 10 ml heißer  $\text{BaCl}_2$ -Lösung versetzt. Das bedeckte Becherglas läßt man etwa 2 bis 3 Stunden lang warm stehen. Dann hat sich der Niederschlag abgesetzt. Nach weiterem Stehen über Nacht bei Zimmertemperatur wird er durch ein Blaubandfilter (Durchmesser 11 cm) filtriert und mit heißem, schwach  $\text{HCl}$ -haltigem Wasser 6- bis 7mal ausgewaschen. Filter und Rückstand werden im Tiegel verascht und bei  $900^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$  geglüht (Auswaage A).

**2.2.10.3. Auswertung**

$$\text{SO}_3 = \frac{0,3430 \cdot A \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

A Auswaage  $\text{BaSO}_4$  in g

E Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.8.2

$$\begin{aligned} \text{Umrechnungsfaktor} &= \frac{\text{relative Molekülmasse } \text{SO}_3}{\text{relative Molekülmasse } \text{BaSO}_4} = \\ &= 0,3430 \end{aligned}$$

**2.2.11. Eisenoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )****2.2.11.1. Reagenzien**

Zinn(II)-chloridlösung

25 g  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  zur Analyse werden in 20 ml konzentrierter Salzsäure zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml; etwa 38%ig) unter Erwärmen gelöst und mit destilliertem Wasser auf 200 ml verdünnt. Als Bodenkörper gibt man etwas Zinnfolie zur Analyse zu.

Quecksilber(II)-chloridlösung

kaltgesättigte, wässrige Lösung (etwa 7%ig)

**Phosphorsäurelösung**

150 ml konzentrierte Phosphorsäure zur Analyse (85%ig) werden mit destilliertem Wasser auf 1000 ml verdünnt

Barium-Diphenylaminsulfonat

0,3 g des Indikators werden in 100 ml destilliertem Wasser gelöst

Kaliumdichromatlösung

0,05 n Lösung; 2,4518 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  zur Analyse (vorher bei  $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz getrocknet) werden in destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst

Salzsäure

konzentriert zur Analyse (etwa 38%ig)

**2.2.11.2. Durchführung**

Das Filtrat nach Abschnitt 2.2.10.2 wird zum Sieden erhitzt, auf etwa 250 ml eingeeengt und mit 10 ml konzentrierter Salzsäure versetzt. Dann gibt man zur siedenden Lösung tropfenweise solange  $\text{SnCl}_2$ -Lösung zu, bis die Analysenlösung farblos geworden ist. Ein größerer Überschuß an  $\text{SnCl}_2$ -Lösung ist zu vermeiden. Man läßt abkühlen und fügt unter Rühren 10 ml  $\text{HgCl}_2$ -Lösung, 15 ml  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -Lösung und 3 Tropfen Barium-Diphenylaminsulfonat-Lösung zu. Mit  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -Lösung wird bis zum Farbumschlag von Grün nach Blau titriert (Verbrauch V).

**2.2.11.3. Auswertung**

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{3,9925 \cdot V \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

V Bei der Titration verbrauchte  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -Lösung in ml

E Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.8.2

Umrechnungsfaktor = mg  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , die von 1 ml 0,05 n  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -Lösung angezeigt werden = 3,9925

**2.2.12. Manganoxid ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ )****2.2.12.1 Reagenzien**

Salpetersäure

1:1, 500 ml konzentrierte Salpetersäure zur Analyse (Dichte = 1,4 g/ml; 65%ig) werden mit 500 ml destilliertem Wasser verdünnt

**Ammoniumperoxodisulfat**

zur Analyse. Es sollte immer frisches  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  verwendet werden

**Silbernitratlösung**

1,70 g  $\text{AgNO}_3$  zur Analyse werden in 1000 ml destilliertem Wasser gelöst

**Natriumchloridlösung**

etwa 0,01 n; 0,59 g  $\text{NaCl}$  zur Analyse werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst

**Natriumarsenitlösung**

Zur Herstellung einer 0,1 n Lösung werden 4,9455 g  $\text{As}_2\text{O}_3$  in 200 ml 1 n Natronlauge gelöst. Die klare Lösung wird in 1000-ml-Meßkolben mit einigen Tropfen Phenolphthaleinlösung (0,1%ig) und darauf mit so viel 2 n  $\text{HCl}$  versetzt, bis der Indikator eben umgeschlagen ist. In diese Lösung werden dann 50 g  $\text{NaHCO}_3$  zur Analyse zweckmäßig in kleinen Teilen über einen trockenen Trichter eingebracht. Nach Zugabe von destilliertem Wasser schüttelt man die Natriumarsenitlösung, bis sich das Natriumhydrogencarbonat vollständig gelöst hat. Anschließend wird der Kolben auf 1000 ml bis zur Marke aufgefüllt.

**Wasserstoffperoxid**

zur Analyse, 3%ige wässrige Lösung.

**2.2.12.2. Manganlösung zur Titerstellung der Natriumarsenitlösung**

0,2002 g  $\text{KMnO}_4$  zur Analyse werden in destilliertem Wasser gelöst und mit 25 ml Salpetersäure 1:1 und etwas Wasserstoffperoxid reduziert. Der  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Überschuß wird durch Kochen entfernt und die erkaltete Lösung mit destilliertem Wasser auf 1000 ml verdünnt. 1 ml dieser Lösung entspricht 0,0001 g  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ .

**2.2.12.3. Einstellen der Natriumarsenitlösung**

10 ml der Manganlösung werden mit 40 ml Salpetersäure (1:1) und 40 ml  $\text{AgNO}_3$ -Lösung vermischt. Dazu gibt man 1 g festes Ammoniumperoxodisulfat und erwärmt 10 Minuten bei 60 °C. Anschließend kühlt man auf 20 °C ab und gibt dann 50 ml  $\text{NaCl}$ -Lösung hinzu. Hierbei fällt  $\text{AgCl}$  aus. Die violett gefärbte Lösung wird mit Natriumarsenitlösung bis zum Verschwinden der Färbung titriert (Verbrauch  $V_T$ ).

Berechnung des Faktors  $F$ :

$$F = \frac{0,001}{V_T}$$

Es bedeuten

$F$  Faktor, mit dem die bei der Analyse verbrauchte Menge Natriumarsenitlösung in ml zu multiplizieren ist.

$V_T$  Bei der Titerstellung verbrauchte Natriumarsenitlösung in ml

**2.2.12.4. Durchführung**

1 g Zement, auf 0,0001 g eingewogen, wird in einem 300 ml fassenden Erlenmeyer-Kolben mit 10 ml destilliertem Wasser aufgeschlämmt und mit 40 ml Salpetersäure 1:1 unter Erwärmen gelöst. Die geringen Mengen unlöslicher Anteile filtriert man nicht ab. In die abgekühlte Lösung gibt man 40 ml  $\text{AgNO}_3$ -Lösung, 1 g festes, frisches  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  und erhitzt langsam auf 60 °C  $\pm$  2 grd. Die Temperatur muß 10 Minuten lang eingehalten werden, um eine Zersetzung des Permanganats zu verhindern. Nach dem Abkühlen der Lösung werden mit 50 ml  $\text{NaCl}$ -Lösung die Silberionen ausgefällt, und es wird die durch Silberchlorid getrübbte violette Lösung mit Natriumarsenitlösung bis zum Verschwinden der Färbung titriert (Verbrauch  $V$ ).

Sollte infolge zu hoher Mangankonzentration unter Umständen ein Niederschlag von Braunstein ausfallen, so wird die Bestimmung mit kleinerer Einwaage wiederholt.

**2.2.12.5. Auswertung**

$$\text{Mn}_2\text{O}_3 = \frac{F \cdot V \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

$F$  Faktor der Natriumarsenitlösung

$V$  Verbrauchte Menge Natriumarsenitlösung in ml

$E$  Einwaage in g nach Abschnitt 2.2.12.4

$$\% \text{ MnO} = 0,8987 \cdot \% \text{ Mn}_2\text{O}_3$$

$$\% \text{ Mn}_3\text{O}_4 = 0,9662 \cdot \% \text{ Mn}_2\text{O}_3$$

**2.2.13. Chlorid (Cl)**

Das angegebene Verfahren genügt, um festzustellen, ob der Anteil an Chlorid unterhalb des vorgeschriebenen Höchstgehaltes liegt. Sollen genauere Werte ermittelt werden, ist das potentiometrische Verfahren anzuwenden.

**2.2.13.1. Reagenzien****Salpetersäure**

1:1, 500 ml konzentrierte Salpetersäure zur Analyse (Dichte = 1,4 g/ml; etwa 65%ig) werden mit 500 ml destilliertem Wasser verdünnt

**Silbernitratlösung**

1%ig, 10 g Silbernitrat zur Analyse werden mit destilliertem Wasser zu 1000 ml gelöst.

**2.2.13.2. Durchführung**

5 g Zement werden auf 0,0001 g eingewogen und in einem 250-ml-Becherglas mit 100 ml destilliertem Wasser aufgeschlämmt. Die Probe wird kurz aufgekocht, heiß durch ein Weißbandfilter in ein 250-ml-Becherglas filtriert und der Filtrerrückstand mit heißem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat säuert man mit etwa 10 bis 15 ml Salpetersäure (1:1) an, kocht 2 bis 3 Minuten auf, gibt 30 ml  $\text{AgNO}_3$ -Lösung hinzu und kocht erneut kurz auf. Der Niederschlag bleibt 24 Stunden unter Lichtabschluß stehen und wird dann durch einen Porzellan-Filtertiegel (OA 2) filtriert, den man vorher 1 Stunde lang bei 130 °C  $\pm$  5 grd im Wärmeschrank getrocknet hat. Das Becherglas und der Filtrerrückstand werden mit verdünnter Salpetersäure (1:10) ausgewaschen. Der Filtertiegel wird wieder 1 Stunde lang bei 130 °C  $\pm$  5 grd getrocknet und anschließend gewogen (Auswaage  $A$ ).

**2.2.13.3. Auswertung**

$$\text{Cl} = \frac{A \cdot 0,2474 \cdot 100}{E} \text{ in } \%$$

Es bedeuten

$A$  Auswaage in g

$E$  Einwaage in g

$$\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{\text{relative Atommasse Cl}}{\text{relative Molekülmasse AgCl}} = 0,2474$$

**2.2.14. Alkalien ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), Gesamtgehalt****2.2.14.1. Gerät**

Es ist ein Flammenphotometer zu verwenden, mit dem die Intensitäten der Natriumlinie bei 589,3 nm und der Kaliumlinie bei 768,2 nm gemessen werden können. Um eine Störung der Bestimmung durch Erdalkalien zu vermeiden, ist das Flammenphotometer mit einer Propan-Luft-Flamme mit verhältnismäßig niedriger Temperatur zu betreiben.

**2.2.14.2. Reagenzien****Salzsäure, verdünnt**

etwa 1 n, hergestellt durch Verdünnen von konzentrierter Salzsäure zur Analyse (Dichte = 1,19 g/ml, etwa 38%ig) mit Wasser

**Flußsäure, konzentriert**

zur Analyse (etwa 38%ig)

**Perchlorsäure, konzentriert**

zur Analyse (etwa 70%ig)

**Alkalistammlösung \*)**

610,0 mg Lithiumchlorid zur Analyse (bei 120 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) und 254,2 mg Natriumchlorid zur Analyse (bei 105 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) und 190,7 mg Kaliumchlorid zur Analyse (bei 105 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) werden in Wasser gelöst und zu 1000 ml aufgefüllt

**Pufferlösung \*)**

50,0 g Cäsiumchlorid zur Analyse und 250,0 g Aluminiumnitrat zur Analyse werden in Wasser gelöst und zu 1000 ml aufgefüllt.

**2.2.14.3. Durchführung****2.2.14.3.1. In Säure vollständig lösliche Zemente**

Etwa 0,2 g Zement werden auf 0,0001 g in eine Platinschale eingewogen, mit 3 ml Wasser aufgeschlämmt und nach Zugabe von 20 ml Salzsäure zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird mit heißem, destilliertem Wasser und 2 ml Salzsäure aufgenommen und durch ein Weißbandfilter in einen 100 ml Meßkolben filtriert, der bereits 10 ml der Pufferlösung enthält. Der Rückstand wird mit heißem, destilliertem Wasser gewaschen, bis der Meßkolben fast bis zur Marke gefüllt ist. Danach wird auf 20 °C abgekühlt und bis zur Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

Die Lösung wird im Flammenphotometer vermessen. Der abgelesene Skalenwert ergibt an Hand der Eichkurve (Abschnitt 2.2.14.4) den Gehalt an  $K_2O$  bzw.  $Na_2O$ .

**2.2.14.3.2. In Säure unvollständig lösliche Zemente**

Etwa 0,2 g Zement werden auf 0,0001 g in eine Platinschale eingewogen. Es wird mit 3 ml Wasser aufgeschlämmt und nach Zusatz von 5 ml Perchlorsäure und 15 ml Flußsäure abgeraucht. Gegebenenfalls ist unter einem Oberflächenverdampfer zur Trockne einzudampfen. (Perchlorsäuredämpfe bilden mit organischen Stoffen explosive Gemische. Beim Arbeiten mit Perchlorsäure sind daher Vorsichtsmaßnahmen erforderlich, insbesondere ist ein mit Wasser gespülter Abzug zu verwenden.) Der Rückstand wird mit heißem Wasser und 2 ml Salzsäure aufgenommen und wie unter 2.2.14.3.1 weiterbehandelt.

**2.2.14.4. Aufstellung der Eichkurven**

Zur Herstellung der Eichlösungen werden für jeden Eichpunkt bei in Salzsäure völlig löslichen Zementen (Abschnitt 2.2.14.3.1) 20 ml Salzsäure und bei nicht vollständig löslichen Zementen (Abschnitt 2.2.14.3.2) 15 ml Flußsäure und 5 ml Perchlorsäure eingedampft.

In beiden Fällen wird der Abdampfdruckstand mit 2 ml Salzsäure und 3 ml Wasser aufgenommen. Die Lösung wird in einen 100 ml Meßkolben überführt und mit 10 ml Pufferlösung versetzt. Den einzelnen Meßkolben werden aus einer geeichten Burette folgende Mengen der Alkalistammlösung zugesetzt.

Meßkolben	1	2	3	4	5	6	7
Stamm- lösung ml.	0	1	3	5	10	20	30

Danach werden die Meßkolben bis zur Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

Bei einer Einwaage von 0,2000 g (Abschnitt 2.2.14.3.1 bzw. Abschnitt 2.2.14.3.2) entsprechen die Meßwerte der Kolben 1 bis 7 einem Gehalt an  $K_2O$  und  $Na_2O$  von:

Meßkolben	1	2	3	4	5	6	7
$K_2O$ -Gehalt in %	0	0,06	0,18	0,30	0,60	1,20	1,81
$Na_2O$ -Gehalt in %	0	0,07	0,20	0,34	0,67	1,35	2,02

Wird ein Photometer ausreichender Konstanz verwendet, so ist eine vollständige Aufnahme der Eichkurve nur ge-

legentlich notwendig. Bei jeder Analyse sind jedoch die Meßwerte der Kolben 1 und 6 zu überprüfen.

**2.2.14.5. Auswertung**

Bei einer Einwaage von 0,2000 g nach Abschnitt 2.2.14.3.1 oder Abschnitt 2.2.14.3.2 ergibt sich der Gehalt an Alkalien aus der nach Abschnitt 2.2.14.4 aufgestellten Eichkurve in %. Der Gehalt an Kaliumoxid ist in den äquivalenten Natriumoxidgehalt umzurechnen. Die Summe der Natriumoxidwerte ist als Gehalt an Alkalien anzugeben:

$$A = Na_2O + 0,658 K_2O$$

Es bedeuten

$A$  Gehalt an Alkalien als  $Na_2O$  in %

$Na_2O$  Gehalt an Natriumoxid in %

$K_2O$  Gehalt an Kaliumoxid in %

**2.2.15. Alkalien ( $Na_2O$ ,  $K_2O$ ), wasserlöslicher Anteil****2.2.15.1. Gerät**

Zur Bestimmung der wasserlöslichen Alkalien ist das in Abschnitt 2.2.14.1 gekennzeichnete Flammenphotometer zu verwenden.

**2.2.15.2. Reagenzien**

Calciumhydroxid

zur Analyse

Salzsäure

etwa 1 n, hergestellt durch Verdünnen von konzentrierter Salzsäure (Dichte = 1,19 g/ml, etwa 38%ig) mit Wasser.

**Pufferlösung \*)**

50 g Cäsiumchlorid zur Analyse und 250 g Aluminiumnitrat zur Analyse werden in Wasser gelöst und zu 1000 ml aufgefüllt.

**Alkalistammlösung \*)**

610 mg Lithiumchlorid zur Analyse (bei 120 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) und 254,2 mg Natriumchlorid zur Analyse (bei 105 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) und 190,7 mg Kaliumchlorid zur Analyse (bei 105 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet) werden in Wasser gelöst und zu 1000 ml aufgefüllt.

**2.2.15.3. Durchführung**

Von einem Mörtel nach Blatt 7, Abschnitt 1.3, werden etwa 70 cm<sup>3</sup> entweder bei der Herstellung der Prismen oder von einer gesondert hergestellten Probe entnommen. Der Mörtel wird sofort in ein Röhrchen aus Kunststoff (Durchmesser etwa 3 cm, Höhe etwa 10 cm) gefüllt, mit einem Deckel luft- und wasserdicht abgeschlossen und bei 20 °C gelagert. Nach in der Regel 28 Tagen Erhärtung wird die Probe entformt und eine Durchschnittsprobe von etwa 30 g auf eine Korngröße unter 2 mm zerkleinert und 30 Minuten in einem Trockenschrank bei 110 °C  $\pm$  5 grad getrocknet. Die Probe wird anschließend so weit nachzerkleinert, daß sie durch das Prüfsieb mit Drahtsiebboden 0,2 nach DIN 4188 Blatt 1 hindurchgeht.

Anschließend werden unmittelbar nacheinander etwa 5 g zur Bestimmung der wasserlöslichen Alkalien und eine angemessene Menge zur Bestimmung des für die Korrektur (Abschnitt 2.2.15.4) erforderlichen Glühverlustes auf 0,0001 g eingewogen. Die Probe zur Bestimmung der wasserlöslichen Alkalien wird in einem 250-ml-Becherglas mit 1 g Calciumhydroxid vermischt, mit 100 ml Wasser versetzt und 15 Minuten bei Raumtemperatur gerührt, z. B. mit einem Magnetrührer. Die Suspension wird durch ein Blaubandfilter in einen 500-ml-Meßkolben filtriert, der bereits 50 ml der Pufferlösung und 10 ml Salzsäure enthält. Der Rückstand wird 3mal mit je 15 ml Wasser gewaschen. Das Filtrat wird zur Marke aufgefüllt und im Flammenphotometer vermessen.

\*) W. Schuhknecht u. H. Schinkel: Z. Analyt. Chem. **194**, 177 (1963). Diese Lösungen können gebrauchsfertig bezogen werden.

Die für die Auswertung (Abschnitt 2.2.15.4) erforderlichen Glühverluste von Mörtel und Zement werden an der zweiten Mörtelprobe sowie an einer auf 0,0001 g eingewogenen Probe von etwa 1 g des für die Mörtelherstellung verwendeten Zements nach Abschnitt 2.2.1 bestimmt. Die Zementprobe ist bei der Mörtelherstellung zu entnehmen und bis zur Bestimmung des Glühverlustes luftdicht verschlossen zu lagern.

#### 2.2.15.4. Auswertung

Bei einer Einwaage von 5,0000 g ergibt sich bei der flammenphotometrischen Bestimmung der Gehalt an wasserlöslichen Alkalien im Mörtel in % aus der nach Abschnitt 2.2.14.4 aufgestellten Eichkurve und nach Division der abgelesenen Werte durch 5,0000.

Die so erhaltenen  $\text{Na}_2\text{O}$ - und  $\text{K}_2\text{O}$ -Gehalte des erhärteten Mörtels sind an Hand der Glühverluste von Zement und Mörtel und des vorgeschriebenen Gewichtsverhältnisses Zement/Sand =  $\frac{1}{3}$  auf den Zement im Anlieferungszustand nach folgenden Gleichungen umzurechnen.

$$\text{Na}_2\text{O}_{\text{lösl.}} = \text{Na}_2\text{O}_M \cdot \frac{400 - \text{GIV}_Z}{100 - \text{GIV}_M}$$

$$\text{K}_2\text{O}_{\text{lösl.}} = \text{K}_2\text{O}_M \cdot \frac{400 - \text{GIV}_Z}{100 - \text{GIV}_M}$$

Es bedeuten

$\text{Na}_2\text{O}_{\text{lösl.}}$ ,  $\text{K}_2\text{O}_{\text{lösl.}}$  Gehalt an wasserlöslichen Alkalien im Zement in %

$\text{Na}_2\text{O}_M$ ,  $\text{K}_2\text{O}_M$  Gehalt an wasserlöslichen Alkalien im Mörtel in %

$\text{GIV}_Z$  Glühverlust des Zements in %

$\text{GIV}_M$  Glühverlust des Mörtels in %

Der Gehalt an wasserlöslichem Kaliumoxid ist in den äquivalenten Natriumoxidgehalt umzurechnen und dem Gehalt an wasserlöslichem Natriumoxid hinzuzufügen. Die Summe ist der Gehalt an wasserlöslichen Alkalien im Zement.

$$A_{\text{lösl.}} = \text{Na}_2\text{O}_{\text{lösl.}} + 0,658 \text{K}_2\text{O}_{\text{lösl.}}$$

Es bedeuten

$A_{\text{lösl.}}$  Gehalt an wasserlöslichen Alkalien des Zements als  $\text{Na}_2\text{O}$  in %

$\text{Na}_2\text{O}_{\text{lösl.}}$  Gehalt an wasserlöslichem Natriumoxid des Zements in %

$\text{K}_2\text{O}_{\text{lösl.}}$  Gehalt an wasserlöslichem Kaliumoxid des Zements in %.

### 3. Bestimmung des Hüttensandgehaltes von Eisenportlandzement und Hochofenzement

#### 3.1. Allgemeines

Die Bestimmung des Hüttensandgehaltes von Eisenportland- und Hochofenzementen wird, sofern die Ausgangsstoffe Portlandzementklinker und Hüttensand nicht vorhanden sind, nach einem kombinierten mikroskopisch-chemischen Verfahren ausgeführt.

Dabei wird der Hüttensandgehalt in einem Anschliff der Korngruppe 0,032 bis 0,04 mm ausgezählt. Durch eine zusätzliche chemische Analyse ist die Zusammensetzung der Korngruppe und des Zements zu überprüfen. Unterscheiden sich Korngruppe und Zement in ihrer Zusammensetzung, so ist der ausgezählte Hüttensandgehalt zu korrigieren. Hierbei ist der Calciumsulfatgehalt des Zements zu berücksichtigen, da sich die Angaben über den Hüttensandgehalt nach Blatt 1 Abschnitt 3.2 auf die Summe von Portlandzementklinker und Hüttensand beziehen.

Sind die Ausgangsstoffe vorhanden, so wird der Hüttensandgehalt über die chemische Analyse der Ausgangsstoffe ermittelt.

#### 3.2. Geräte und Hilfsmittel

Luftstrahlsiebgerät mit Prüfsiebgewebe 0,032 nach DIN 4188 Blatt 1 zum Absieben der Korngruppe größer 0,032 mm.

Handsieb 0,04 nach DIN 4188 Blatt 1 zum Absieben der Korngruppe 0,032 bis 0,04 mm.

Polarisationsmikroskop mit einer Auflichteinrichtung.

Einrichtung zum Herstellen von Anschliffen.

Ätzmittel, z. B. Wasser und Dimethylammoniumcitrat oder alkoholische Salpetersäure.

#### 3.3. Verfahren

##### 3.3.1. Absieben der Korngruppe 0,032 bis 0,04 mm

Mit dem Luftstrahlsieb 0,032 nach DIN 4188 Blatt 1 werden der Korngruppenanteil größer 0,032 mm und anschließend mit dem Handsieb mit Drahtsiebboden 0,04 nach DIN 4188 Blatt 1 der Korngruppenanteil größer 0,04 mm abgesiebt. Die Probemenge der Korngruppe 0,032 bis 0,04 mm sollte mindestens 2 g betragen.

##### 3.3.2. Herstellen des Anschliffs

Eine Probe von etwa 1 g der abgesiebten Korngruppe wird in ein Kunstharz (z. B. Araldit oder Plexiglas) eingebettet und die Oberfläche des Präparates geschliffen, poliert und geätzt. Beim Einbetten ist darauf zu achten, daß sich die Probe nicht entmischt. Nach dem Ätzen lassen sich Hüttensand und Portlandzementklinker im Auflicht gut voneinander unterscheiden.

##### 3.3.3. Mikroskopische Untersuchung

Unter dem Polarisationsmikroskop werden im Auflicht insgesamt mindestens 1000 Hüttensand- und Portlandzementklinkerkörner ausgezählt. Die Gipskörner werden bei der Zählung nicht berücksichtigt.

##### 3.3.4. Berechnung des Hüttensandgehaltes

Der Anteil an Hüttensand wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$H = \frac{n_H \cdot \varrho_H}{n_H \cdot \varrho_H + n_K \cdot \varrho_K} \cdot 100$$

Es bedeuten

$H$  Hüttensandgehalt der ausgezählten Korngruppe in %

$n_H$  Anzahl der Hüttensandkörner

$\varrho_H$  Reindichte des Hüttensandes in  $\text{g/cm}^3$

$n_K$  Anzahl der Portlandzementklinkerkörner

$\varrho_K$  Reindichte des Portlandzementklinkers in  $\text{g/cm}^3$

Für die Reindichte des Hüttensandes kann im allgemeinen  $2,85 \text{ g/cm}^3$ , für die Reindichte des Portlandzementklinkers  $3,15 \text{ g/cm}^3$  eingesetzt werden.

##### 3.3.5. Korrektur

Die Korrektur ist nur unter der vereinfachenden Annahme möglich, daß das gesamte im Zement enthaltene Sulfat als Calciumsulfat vorliegt. Dazu ist durch chemische Bestimmung die Konzentration einer Bezugskomponente in der Korngruppe des Hüttensandes und im Eisenportlandzement bzw. Hochofenzement zu prüfen. Die Konzentration der Bezugskomponente im Gemisch aus Portlandzementklinker und Hüttensand ergibt sich dann aus der Konzentration dieser Komponente im Zement nach folgender Gleichung:

$$C_{HK} = C_Z \cdot \frac{100}{100 - S}$$

Es bedeuten

- $C_{HK}$  Konzentration der Bezugskomponente im Gemisch aus Portlandzementklinker und Hüttensand in %, glühverlustfrei
- $C_Z$  Konzentration der Bezugskomponente im Zement in %, glühverlustfrei
- $S$  Gehalt an Calciumsulfat im Zement in %, glühverlustfrei, berechnet aus dem nach Abschnitt 2.2.10 bestimmten  $SO_3$ -Gehalt des Zements durch Multiplikation mit 1,700.

Werden keine Unterschiede in der Zusammensetzung festgestellt, so wird der mikroskopisch ausgezählte und nach Abschnitt 3.3.4 berechnete Hüttensandgehalt angegeben. Ergibt die chemische Bestimmung eine unterschiedliche Konzentration der Bezugskomponente, so muß der ermittelte Wert für den Hüttensandgehalt korrigiert werden.

Für die chemische Bestimmung eignen sich als Bezugskomponente solche Bestandteile, die in möglichst verschiedenen Mengen im Portlandzementklinker und im Hüttensand enthalten sind, z. B. Manganoxid oder Calciumoxid.

Wird als Bezugskomponente ein Bestandteil gewählt, der im Portlandzementklinker nicht oder nur in vernachlässigbar kleiner Menge enthalten ist, z. B. Manganoxid, so wird der korrigierte Hüttensandgehalt nach folgender Gleichung berechnet:

$$H_{\text{kor}} = H \cdot \frac{C_{HK}}{C_{Kgr}} \quad (1)$$

Es bedeuten

- $H_{\text{kor}}$  korrigierter Hüttensandgehalt des Gemisches aus Portlandzementklinker und Hüttensand in %
- $H$  Hüttensandgehalt der ausgezählten Korngruppe in %, nach Abschnitt 3.3.4 berechnet
- $C_{HK}$  Konzentration der Bezugskomponente im Gemisch aus Portlandzementklinker und Hüttensand in %, glühverlustfrei, wie oben angegeben berechnet
- $C_{Kgr}$  Konzentration der Bezugskomponente in der Korngruppe in %, glühverlustfrei

Wird als Bezugskomponente ein Bestandteil gewählt, der im Portlandzementklinker und im Hüttensand enthalten ist, so wird unter der Annahme mittlerer Gehalte in Portlandzementklinker und Hüttensand der korrigierte Hüttensandanteil nach folgender Gleichung errechnet:

$$H_{\text{kor}} = H + \frac{100 (C_{HK} - C_{Kgr})}{C_H - C_K} \quad (2)$$

Es bedeuten

- $H_{\text{kor}}$  korrigierter Hüttensandgehalt des Gemisches aus Portlandzementklinker und Hüttensand in %
- $H$  Hüttensandgehalt der ausgezählten Korngruppe in %, nach Abschnitt 3.3.4 berechnet
- $C_{HK}$  Konzentration der Bezugskomponente im Gemisch aus Portlandzementklinker und Hüttensand in %, glühverlustfrei, wie oben angegeben berechnet
- $C_{Kgr}$  Konzentration der Bezugskomponente in der Korngruppe in %, glühverlustfrei
- $C_H$  angenommene Konzentration der Bezugskomponente im Hüttensand in %
- $C_K$  angenommene Konzentration der Bezugskomponente im Portlandzementklinker in %.

Bei Verwendung von Calciumoxid als Bezugskomponente können  $C_H = 42\%$  und  $C_K = 65\%$  eingesetzt werden. Für  $C_{HK}$  und  $C_{Kgr}$  ist der glühverlustfreie Calciumoxidgehalt nach Abzug des als Calciumsulfat gebundenen Calciumoxids einzusetzen.

## 4. Bestimmung des Traßgehaltes von Traßzement

### 4.1. Allgemeines

Traß läßt sich im Zement mikroskopisch nur qualitativ nachweisen. Eine quantitative Bestimmung ist mikroskopisch nicht möglich, da der Traß so fein gemahlen ist, daß für eine derartige Untersuchung die geeignete Korngruppe 0,032 bis 0,04 mm keinen repräsentativen Anteil mehr enthält. Die Bestimmung des Traßgehaltes wird chemisch durchgeführt.

### 4.2. Durchführung

In dem Traßzement wird der CaO-Gehalt bestimmt. Unter der Annahme, daß Portlandzementklinker 65% CaO enthält, errechnet man den Traßgehalt des Zements, auf den glühverlustfreien Zustand bezogen, nach folgender Gleichung:

$$Tr = \frac{65 - C_{TrZ} \frac{100}{100 - S}}{65 - C_{Tr}} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Es bedeuten

- $Tr$  Traßgehalt des Gemisches aus Portlandzementklinker und Traß in %
- $C_{TrZ}$  CaO-Gehalt des Traßzementes (Abschnitt 2.2.6.2) nach Abzug des als Calciumsulfat gebundenen CaO-Gehalts in %, glühverlustfrei
- $S$  Gehalt an Calciumsulfat im Zement in %, glühverlustfrei, berechnet aus dem nach Abschnitt 2.2.10 bestimmten  $SO_3$ -Gehalt des Zements durch Multiplikation mit 1,700
- $C_{Tr}$  CaO-Gehalt des Trasses in %, glühverlustfrei. Ist der genaue Wert nicht bekannt, so wird für den rheinischen Traß ein CaO-Gehalt von 3%, für den bayerischen Traß ein CaO-Gehalt von 5% angenommen.

Sind die tatsächlichen CaO-Gehalte des betreffenden Klinkers und des Trasses bekannt, so sind diese Gehalte in die Gleichung einzusetzen.

## 5. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- Angaben über das Einhalten der in DIN 1164 Blatt 1 geforderten Grenzwerte:
  - Glühverlust
  - Kohlendioxid
  - Unlöslicher Rückstand
  - Magnesiumoxid
  - Sulfat
  - Chlorid
  - Hüttensandgehalt von Eisenportlandzement und Hochofenzement
  - Traßgehalt von Traßzement
  - Tricalciumaluminat- und Aluminiumoxidgehalt in Portlandzement mit hohem Sulfatwiderstand
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe



# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Bestimmung der Mahlfineinheit

**DIN**  
**1164**  
Blatt 4

### Inhalt

<b>1. Bestimmung des Siebrückstandes</b> .....	<b>f) Manometerflüssigkeit</b> .....
1.1. Grundlage des Verfahrens .....	<b>g) Filterpapierscheiben</b> .....
1.2. Prüfsieb .....	<b>h) Stoppuhr</b> .....
1.3. Prüfverfahren .....	<b>2.3. Prüfbedingungen</b> .....
<b>2. Bestimmung der spezifischen Oberfläche</b> .....	<b>2.4. Vorbereitung der Probe</b> .....
2.1. Grundlage des Verfahrens .....	<b>2.5. Durchführung</b> .....
2.2. Gerät .....	<b>2.6. Auswertung</b> .....
a) Durchlässigkeitszelle .....	<b>2.7. Eichung des Geräts</b> .....
b) Siebplatte .....	2.7.1. Bestimmung des Zementbettvolumens .....
c) Tauchkolben .....	2.7.2. Bestimmung der Gerätekonzanten .....
d) U-Rohr-Manometer .....	2.7.3. Wiederholung der Eichungen .....
e) Gummischlauch .....	<b>3. Prüfbericht</b> .....

## 1. Bestimmung des Siebrückstandes

### 1.1. Grundlage des Verfahrens

Zur Bestimmung des Gehaltes an groben Bestandteilen in Zementen wird der Siebrückstand auf dem Prüfsieb mit Drahtsiebboden 0,2 nach DIN 4188 Blatt 1 durch Hand- oder Maschinensiebung ermittelt. In Zweifelsfällen ist das Ergebnis der Handsiebung maßgebend.

### 1.2. Prüfsieb

Beim Sieben von Hand ist ein quadratisches Sieb mit Holzrahmen von etwa 22 cm lichter Weite und etwa 9 cm Höhe oder ein rundes Metallrahmensieb von 20 cm Durchmesser und 5 cm Höhe zu verwenden. Das Drahtgewebe mit der lichten Maschenweite von 0,2 mm muß den Anforderungen nach DIN 4188 Blatt 1 entsprechen.

### 1.3. Prüfverfahren

Zur Prüfung des Siebrückstandes werden  $100 \text{ g} \pm 0,100 \text{ g}$  Zement nach Trocknung bei  $105^\circ\text{C}$  eingewogen, auf das Prüfsieb gebracht und gesiebt. Hierzu wird der Rahmen mit der einen Hand gefaßt und in leicht geneigter Lage etwa 125mal in der Minute gegen die andere Hand geschlagen. Nach je etwa 25 Schlägen wird das Sieb in waagerechter Lage um 90 Grad gedreht und dann mehrmals leicht auf eine feste Unterlage geklopft. Nach jeweils 10 Minuten Siebdauer wird die untere Fläche des Siebes mit einer feinen Stielbürste abgebürstet, um möglicherweise verstopfte Maschen zu öffnen. Diese Arbeit ist mit größter Sorgfalt durchzuführen, da die geringste Verschiebung der Maschen das Gewebe beschädigt und damit das Sieb unbrauchbar macht. Das verwendete Prüfsieb soll gelegentlich mit einer Lupe auf Beschädigung geprüft und gegebenenfalls gegen ein neues Sieb ausgetauscht werden.

Die Siebung ist beendet, wenn sich der gewogene Rückstand nach einer weiteren Siebung von 2 Minuten Dauer

um nicht mehr als 0,1 Gew.-% vermindert. Der Siebrückstand wird in Prozent, bezogen auf die aufgegebene Siebgutmasse, angegeben.

Der Siebversuch ist an einer zweiten Probe in derselben Weise zu wiederholen. Das Ergebnis dieser zweiten Prüfung darf dabei um nicht mehr als 0,3 Gew.-% vom ersten Wert abweichen. Bei größeren Abweichungen muß ein drittes Mal gesiebt werden. Der Wert, der am stärksten vom Mittelwert aus den 3 Siebungen abweicht, ist zu streichen. Maßgebend ist der Mittelwert aus den verbleibenden 2 Meßwerten, der in den Prüfbericht einzutragen ist.

## 2. Bestimmung der spezifischen Oberfläche

### 2.1. Grundlage des Verfahrens

Die spezifische Oberfläche des Zements in  $\text{cm}^2/\text{g}$  wird aus der Luftdurchlässigkeit (Permeabilität) eines Zementbettes, seiner Porosität, der Dichte des Zements und der Viskosität der Luft errechnet. Das Maß für die Luftdurchlässigkeit ist die Zeit, in der eine bestimmte Luftmenge unter festgelegten Bedingungen das Zementbett durchströmt.

### 2.2. Gerät

Das Gerät besteht aus a) Durchlässigkeitszelle, b) Siebplatte, c) Tauchkolben, d) U-Rohr-Manometer und e) Gummischlauch. Das Bild gibt die Abmessungen der einzelnen Teile mit den zulässigen Abweichungen wieder.

Außerdem werden f) Manometerflüssigkeit, g) Filterpapierscheiben und eine h) Stoppuhr benötigt.

*Anmerkung:* Es dürfen auch Geräte mit größeren Abmessungen verwendet werden, wenn sie nach dem gleichen Verfahren arbeiten und nachweislich die gleichen spezifischen Oberflächen ergeben.

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42, 12.58

### Änderung Juni 1970:

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet. Siebanalyse ergänzt durch Bestimmung der spezifischen Oberfläche nach dem Luftdurchlässigkeitsverfahren.

**a) Durchlässigkeitszelle.**

Die Durchlässigkeitszelle besteht aus einem Zylinder aus Messing oder nichtrostendem Stahl mit einem Innendurchmesser von  $12,6 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ . Sie enthält im unteren Teil, 35 bis 65 mm vom oberen Rand entfernt, einen um etwa 0,5 bis 1 mm vorspringenden Rand, auf den die Siebplatte gelegt wird. Der untere Rand muß an das Manometer luftdicht angeschlossen werden können.

**b) Siebplatte**

Die Siebplatte aus Messing oder nichtrostendem Stahl ist  $0,9 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  dick und enthält 30 bis 40 Löcher mit einem Durchmesser von je 1 mm, die gleichmäßig über die Platte verteilt sind.

**c) Tauchkolben**

Der Tauchkolben aus Messing oder nichtrostendem Stahl muß am Boden scharfe Kanten besitzen und in die Durchlässigkeitszelle so eingepaßt sein, daß das Spiel nicht mehr als 0,1 mm beträgt. Er besitzt seitlich einen flachen, etwa 3 mm breiten und 0,3 mm tiefen Luftschlitz.

Ein überstehender Anschlag am oberen Ende des Tauchkolbens muß so angebracht sein, daß zwischen der Oberkante der Siebplatte und dem Kolbenboden ein Abstand von  $15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  bleibt, wenn der Anschlag des Tauchkolbens auf dem oberen Rand des Zylinders aufliegt.

**d) U-Rohr-Manometer**

Das an einem Stativ senkrecht befestigte U-Rohr-Manometer besteht aus einem Glasrohr mit 9 mm Außendurchmesser und besitzt ein seitlich abzweigendes Rohr, das 250 bis 305 mm über der Krümmung des U-Rohres liegt und mit einem Hahn versehen ist, der nicht mehr als 50 mm vom U-Rohr entfernt sein darf. Oberhalb des seitlich abzweigenden Rohres muß die Durchlässigkeitszelle luftdicht an das U-Rohr-Manometer angeschlossen werden können. Etwa 125 bis 145 mm unter der Abzweigung des seitlichen Rohres wird am U-Rohr eine Marke angebracht, drei weitere Marken im Abstand 15, 70 und 110 mm oberhalb davon.

**e) Gummischlauch**

Der Gummischlauch zum Ansaugen der Manometerflüssigkeit wird an dem seitlich abzweigenden Rohr angebracht.

**f) Manometerflüssigkeit**

Die Manometerflüssigkeit soll nicht flüchtig und nicht hygroskopisch sein. Am besten eignet sich dafür Dibutylphthalat.

Sie wird bis zur unteren Marke in das U-Rohr-Manometer eingefüllt.

**g) Filterpapierscheiben**

Die Filterpapierscheiben (Weißband) müssen einen glatten Rand haben und müssen den gleichen Durchmesser wie die Siebplatte besitzen.

**h) Stoppuhr**

Die Stoppuhr soll mit einer Einteilung von 1/10 bis 2/10 Sekunden versehen sein. Die Abweichung darf bei Zeiten bis zu 1 Minute nicht größer als 0,5 Sekunden und bei längeren Zeiten nicht größer als 1% sein.

**2.3. Prüfbedingungen**

Die Temperatur des Prüfraumes muß  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  betragen. Die Geräte und der zu prüfende Zement müssen mindestens einen Tag lang bei dieser Temperatur lagern.

**2.4. Vorbereitung der Probe**

Der Zement ist vor der Prüfung durch das Prüfsiebgewebe 1,0 nach DIN 4188 Blatt 1 zu sieben. Zementklumpen sind zwischen den Fingern zu zerkleinern und dem Siebgut durch das Sieb beizufügen. Klumpen, die nicht mehr zwischen den Fingern zerdrückt werden können, und fremde Bestandteile, die auf dem Sieb zurückbleiben, sind zu entfernen; ihre Menge ist zu bestimmen. Über den Befund ist im Prüfbericht zu berichten.

**2.5. Durchführung**

Auf die in der Durchlässigkeitszelle liegende Siebplatte wird eine Filterpapierscheibe gelegt und mit einem Stab mit stumpfem Ende (z. B. Bleistift) angedrückt.

Die Einwaage  $W$  in g errechnet sich nach der Gleichung (1):

$$W = V \cdot \rho \cdot (1 - e) \quad (1)$$

Es bedeuten

$V$  Volumen des Zementbettes in  $\text{cm}^3$  (Abschnitt 2.7.1)

$\rho$  Reindichte des Zements in  $\text{g}/\text{cm}^3$  1)

$e$  Porosität des Zementbettes in Volumenteilen

Zunächst wird eine Porosität  $e = 0,50$  angenommen und in die Gleichung eingesetzt.

Die auf 0,001 g eingewogene Menge Zement wird unter leichtem Aufklopfen so in die Durchlässigkeitszelle eingefüllt, daß eine ebene Fläche entsteht, die mit einer zweiten Filterpapierscheibe abgedeckt wird.

Nun wird der Zement mit Hilfe des Tauchkolbens mit leichtem Druck eingedrückt, bis der Anschlag des Tauchkolbens auf dem Zylinderrand fest aufliegt. Gelingt das nicht, so muß die Einwaage verringert, d. h. die Porosität des Zementbettes erhöht werden. Fällt der Tauchkolben schon unter leichtem Druck auf den Anschlag des Zylinderrandes, so muß die Einwaage erhöht, d. h. die Porosität des Zementbettes verringert werden.

Danach wird der Tauchkolben wieder langsam herausgezogen. Die Durchlässigkeitszelle wird jetzt luftdicht auf oder in den Schliff oder auch auf den Stopfen des Manometerrohres bei offenem Hahn des seitlich abzweigenden Rohres gesetzt. Mit Hilfe des am seitlich abzweigenden Rohr angeschlossenen Gummischlauches wird die Manometerflüssigkeit bis zur obersten Marke langsam und stetig angesaugt und danach sofort der Hahn geschlossen. Im Manometer herrscht jetzt Unterdruck. Die nun durch das Zementbett strömende

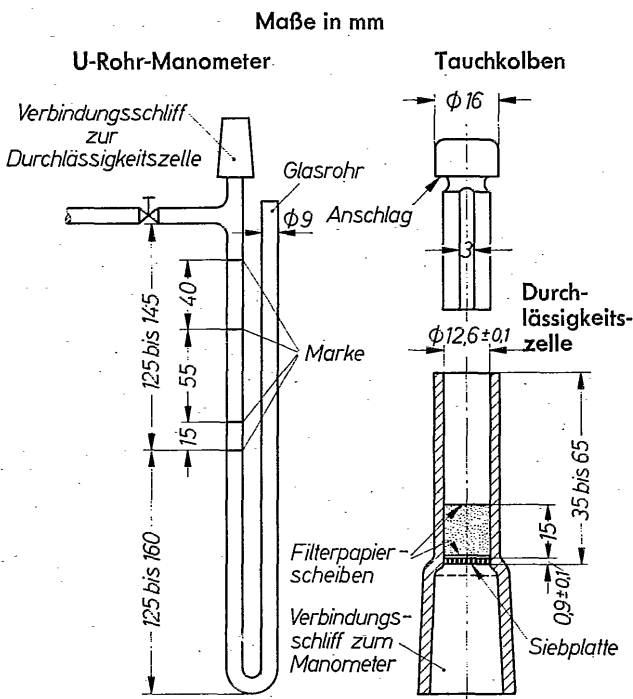


Bild. Luftdurchlässigkeitsgerät, Abmessungen der Einzelteile.

1) Die Reindichte wird mit dem Flüssigkeitspyknometer bestimmt. (Siehe: Mahlfineinheit von Zement. Schriftenreihe der Zementindustrie, H. 33 (1967), S. 40-45). Im allgemeinen können jedoch für die einzelnen Zementarten folgende Reindichten angenommen werden:

Portlandzement	3,10 g/cm <sup>3</sup>
Portlandzement (mit höchstens 3 Gew.-% C <sub>3</sub> A)	3,22 g/cm <sup>3</sup>
Eisenportlandzement	3,04 g/cm <sup>3</sup>
Hochofenzement	3,00 g/cm <sup>3</sup>
Traßzement	2,93 g/cm <sup>3</sup>

Luft gleicht den Unterdruck aus und die Manometerflüssigkeit sinkt ab. Mit der Stoppuhr wird dann die Durchlaufzeit, die der Flüssigkeitsmeniskus braucht, um von der zweiten bis zur dritten Marke abzusinken, auf 0,1 Sekunden gemessen.

## 2.6. Auswertung

Die spezifische Oberfläche wird nach Gleichung (2) berechnet:

$$O_{sp} = \frac{K \cdot \sqrt{e^3} \cdot \sqrt{t}}{\rho \cdot (1 - e) \cdot \sqrt{\eta}} \quad (2)$$

Es bedeuten

$O_{sp}$  Spezifische Oberfläche in  $\text{cm}^2/\text{g}$

$e$  Porosität in Raumteilen

$t$  Durchlaufzeit in Sekunden

$\rho$  Reindichte des Zements in  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\eta$  Viskosität der Luft in  $\text{g}/\text{cm s}$  (Poise)

$K$  Gerätekonstante (nach Abschnitt 2.7.2 ermittelt).

Die Werte für  $e$ ,  $(1 - e)$ ,  $\sqrt{e^3}$ ,  $\sqrt{t}$ , bzw.  $\sqrt{\eta}$  in Abhängigkeit von der Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$  bei vorliegendem  $e$  und  $t$  sind den Tabellen 1 bis 3 zu entnehmen.

Tabelle 1. Werte für die Porosität  $e$ ,  $(1 - e)$  und  $\sqrt{e^3}$

$e$	$1 - e$	$\sqrt{e^3}$
0,45	0,55	0,302
0,46	0,54	0,312
0,47	0,53	0,322
0,48	0,52	0,333
0,49	0,51	0,343
0,50	0,50	0,354
0,51	0,49	0,364
0,52	0,48	0,375
0,53	0,47	0,386
0,54	0,46	0,397
0,55	0,45	0,408
0,56	0,44	0,419
0,57	0,43	0,430
0,58	0,42	0,442

Tabelle 3. Dichte des Quecksilbers, Viskosität der Luft und  $\sqrt{\eta}$  in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur $^{\circ}\text{C}$	Dichte des Quecksilbers $\text{g}/\text{cm}^3$	Viskosität der Luft in Poise	
		$\eta$	$\sqrt{\eta}$
16	13,56	0,0001800	0,01342
17	13,56	0,0001805	0,01344
18	13,55	0,0001810	0,01345
19	13,55	0,0001815	0,01347
20	13,55	0,0001819	0,01349
21	13,54	0,0001824	0,01351
22	13,54	0,0001829	0,01353
23	13,54	0,0001834	0,01354
24	13,54	0,0001839	0,01356

## 2.7. Eichung des Gerätes

### 2.7.1. Bestimmung des Zementbettvolumens

Das Volumen des Zementbettes wird mit Quecksilber bestimmt. Um bei Messingteilen ein Amalgamieren zu vermeiden, müssen Durchlässigkeitszelle und Siebplatte dünn, z. B. mit Paraffinöl, eingefettet werden.

Die Siebplatte in der Durchlässigkeitszelle wird mit zwei Filterpapierscheiben abgedeckt. Dann füllt man die Zelle

langsam mit Quecksilber und streicht das über den Rand stehende Quecksilber mit einer Glasplatte (Objektträger) ab, deren Kanten abgerundet sind. Anschließend gießt man das Quecksilber in ein Wägeschälchen, wägt es aus ( $W_A$ ) und mißt seine Temperatur.

Nun wird ein Zementbett aus 2,800 bis 3,000 g (nach Abschnitt 2.5) hergestellt und das Restvolumen der Durchlässigkeitszelle mit Quecksilber gefüllt. Das über den Rand stehende Quecksilber wird abgestrichen und die im Zylinder verbliebene Quecksilbermenge wie oben beschrieben gewogen ( $W_B$ ). Das Volumen des Zementbettes wird nach der Gleichung (3) aus der Differenz der beiden Quecksilberauswägen  $W_A - W_B$  und der Reindichte des Quecksilbers  $\rho_{\text{Hg}}$  bei der Temperatur  $t$  (aus Tabelle 3) auf  $0,005 \text{ cm}^3$  genau berechnet. Die Bestimmung wird dreimal ausgeführt, wobei jeweils ein neues Zementbett anzufertigen ist. Der in Gleichung (1) einzusetzende Volumenwert ist der Mittelwert von drei Messungen, die um nicht mehr als  $0,01 \text{ cm}^3$  voneinander abweichen dürfen.

$$V = \frac{W_A - W_B}{\rho_{\text{Hg}}} \quad (3)$$

### 2.7.2. Bestimmung der Gerätekonstanten

Die Gerätekonstante  $K$  bestimmt man, indem man die Messung an einem Feinheitsstandard <sup>2)</sup> mit bekannter spezifischer Oberfläche und Reindichte ausführt. Dazu wird zunächst nach Gleichung (1), Abschnitt 2.5, aus der angegebenen Reindichte des Feinheitsstandards, der vorgeschriebenen Porosität und dem ermittelten Volumen der Durchlässigkeitszelle die Einwäge berechnet.

Die Probe wird dann etwa 2 Minuten in einer  $100\text{-cm}^3$ -Flasche durch Schütteln aufgelockert und homogenisiert. Dann wird nach Abschnitt 2.5 ein Zementbett hergestellt, die Durchlaufzeit  $t$  bestimmt und  $K$  nach Gleichung (4) berechnet.

$$K = \frac{O_{sp} \cdot \rho \cdot (1 - e) \cdot \sqrt{\eta}}{\sqrt{e^3} \cdot \sqrt{t}} \quad (4)$$

### 2.7.3. Wiederholung der Bestimmungen

Die Bestimmungen des Zementbettvolumens und der Gerätekonstanten  $K$  sind von Zeit zu Zeit zu wiederholen, um die Abnutzung der Durchlässigkeitszellen zu berücksichtigen. Außerdem sind das Zementbettvolumen und die Gerätekonstante neu zu bestimmen, wenn Manometerflüssigkeit verloren ging oder wenn Filterpapierscheiben aus einer anderen Lieferung verwendet werden.

## 3. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- Rückstand auf dem Prüfsieb mit Drahtsiebboden 0,2 nach DIN 4188 Blatt 1
- gegebenenfalls Menge an nicht zerdrückbaren Klumpen und Fremdbestandteilen
- angenommene oder bestimmte Reindichte des Zements
  - Porosität des Zementbettes
  - spezifische Oberfläche auf  $10 \text{ cm}^2/\text{g}$  gerundet
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe

<sup>2)</sup> Feinheitsstandards können von der Amtlichen Materialprüfanstalt für Steine und Erden, Clausthal-Zellerfeld, Zehntnerstraße 2 A, bezogen werden.

Tabelle 2. Durchlaufzeit  $t$  in Sekunden und  $\sqrt{t}$ 

$t$	$\sqrt{t}$	$t$	$\sqrt{t}$	$t$	$\sqrt{t}$	$t$	$\sqrt{t}$	$t$	$\sqrt{t}$	$t$	$\sqrt{t}$
26	5,10	51	7,14	76	8,72	101	10,05	151	12,29	201	14,18
26½	5,15	51½	7,18	76½	8,75	102	10,10	152	12,33	202	14,21
27	5,20	52	7,21	77	8,77	103	10,15	153	12,37	203	14,25
27½	5,25	52½	7,24	77½	8,80	104	10,20	154	12,41	204	14,28
28	5,29	53	7,28	78	8,83	105	10,25	155	12,45	205	14,32
28½	5,34	53½	7,31	78½	8,86	106	10,30	156	12,49	206	14,35
29	5,39	54	7,35	79	8,89	107	10,34	157	12,53	207	14,39
29½	5,44	54½	7,38	79½	8,92	108	10,39	158	12,57	208	14,42
30	5,48	55	7,42	80	8,94	109	10,44	159	12,61	209	14,46
30½	5,52	55½	7,45	80½	8,97	110	10,49	160	12,65	210	14,49
31	5,57	56	7,48	81	9,00	111	10,54	161	12,69	211	14,53
31½	5,61	56½	7,51	81½	9,03	112	10,58	162	12,73	212	14,56
32	5,66	57	7,55	82	9,06	113	10,63	163	12,77	213	14,59
32½	5,70	57½	7,58	82½	9,09	114	10,68	164	12,81	214	14,63
33	5,74	58	7,62	83	9,11	115	10,72	165	12,85	215	14,66
33½	5,79	58½	7,65	83½	9,14	116	10,77	166	12,88	216	14,70
34	5,83	59	7,68	84	9,17	117	10,82	167	12,92	217	14,73
34½	5,87	59½	7,71	84½	9,20	118	10,86	168	12,96	218	14,76
35	5,92	60	7,75	85	9,22	119	10,91	169	13,00	219	14,80
35½	5,96	60½	7,78	85½	9,25	120	10,95	170	13,04	220	14,83
36	6,00	61	7,81	86	9,27	121	11,00	171	13,08	222	14,90
36½	6,04	61½	7,84	86½	9,30	122	11,05	172	13,11	224	14,97
37	6,08	62	7,87	87	9,33	123	11,09	173	13,15	226	15,03
37½	6,12	62½	7,90	87½	9,36	124	11,14	174	13,19	228	15,10
38	6,16	63	7,94	88	9,38	125	11,18	175	13,23	230	15,17
38½	6,20	63½	7,96	88½	9,41	126	11,22	176	13,27	232	15,23
39	6,24	64	8,00	89	9,43	127	11,27	177	13,30	234	15,30
39½	6,28	64½	8,03	89½	9,46	128	11,31	178	13,34	236	15,36
40	6,32	65	8,06	90	9,49	129	11,36	179	13,38	238	15,43
40½	6,36	65½	8,09	90½	9,51	130	11,40	180	13,42	240	15,49
41	6,40	66	8,12	91	9,54	131	11,45	181	13,45	242	15,56
41½	6,44	66½	8,16	91½	9,57	132	11,49	182	13,49	244	15,62
42	6,48	67	8,19	92	9,59	133	11,53	183	13,53	246	15,68
42½	6,52	67½	8,22	92½	9,62	134	11,58	184	13,56	248	15,75
43	6,56	68	8,25	93	9,64	135	11,62	185	13,60	250	15,81
43½	6,60	68½	8,28	93½	9,67	136	11,66	186	13,64	252	15,87
44	6,63	69	8,31	94	9,70	137	11,70	187	13,67	254	15,94
44½	6,67	69½	8,34	94½	9,73	138	11,75	188	13,71	256	16,00
45	6,71	70	8,37	95	9,75	139	11,79	189	13,75	258	16,06
45½	6,74	70½	8,40	95½	9,78	140	11,83	190	13,78	260	16,12
46	6,78	71	8,43	96	9,80	141	11,87	191	13,82	262	16,19
46½	6,82	71½	8,46	96½	9,83	142	11,92	192	13,86	264	16,25
47	6,86	72	8,49	97	9,85	143	11,96	193	13,89	266	16,31
47½	6,89	72½	8,52	97½	9,88	144	12,00	194	13,93	268	16,37
48	6,93	73	8,54	98	9,90	145	12,04	195	13,96	270	16,43
48½	6,96	73½	8,57	98½	9,93	146	12,08	196	14,00	272	16,49
49	7,00	74	8,60	99	9,95	147	12,12	197	14,04	274	16,55
49½	7,04	74½	8,63	99½	9,98	148	12,17	198	14,07	276	16,61
50	7,07	75	8,66	100	10,00	149	12,21	199	14,11	278	16,67
50½	7,10	75½	8,68	100½	10,03	150	12,25	200	14,14	280	16,73

# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Bestimmung der Erstarrungszeiten mit dem Nadelgerät

# DIN 1164

Blatt 5

Maße in mm

### Inhalt

- |  |   |
|--|---|
| <b>1. Vorbereitung der Probe</b> .....<br><b>2. Klima des Arbeitsraumes</b> .....<br><b>3. Prüfung des Erstarrens</b> .....<br>3.1. Prüfgeräte ..... | <b>3.2. Herstellung des Zementleims mit Normsteife</b> .....<br><b>3.3. Erstarrungsbeginn</b> .....<br><b>3.4. Erstarrungsende</b> .....<br><b>4. Prüfbericht</b> ..... |
|--|---|

### 1. Vorbereitung der Probe

Der Zement ist vor der Prüfung durch das Prüfsieb mit Drahtsiebböden 1,00 nach DIN 4188 Blatt 1 zu sieben. Zementklumpen sind zwischen den Fingern zu zerkleinern und dem Siebgut durch das Sieb beizufügen. Klumpen, die nicht mehr zwischen den Fingern zerdrückt werden können, und fremde Bestandteile, die auf dem Sieb zurückbleiben, sind zu entfernen; ihre Menge ist zu bestimmen. Über den Befund ist im Prüfbericht zu berichten.

### 2. Klima des Arbeitsraumes

Im Arbeitsraum müssen die Temperatur  $20^{\circ}\text{C} \pm 2\text{grd}$  und die relative Luftfeuchte mindestens 50 % betragen.

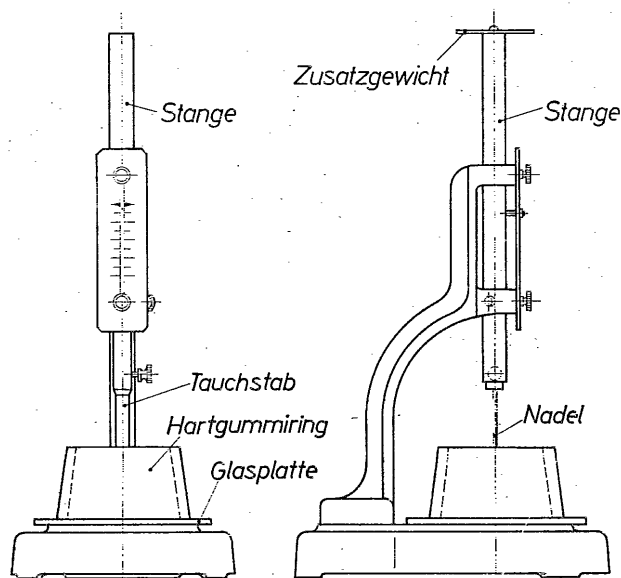


Bild 1.  
Nadelgerät mit Tauchstab

Bild 2.  
Nadelgerät mit Nadel

### 3. Prüfung des Erstarrens

#### 3.1. Prüfgeräte

Das Nadelgerät mit Tauchstab muß Bild 1, mit Nadel Bild 2 entsprechen. Die zulässigen Gewichte der einwirkenden Einzelteile sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Tauchstab und Nadel müssen aus Stahl bestehen, ihre in den Zementleim bzw. Zementstein eindringenden Flächen müssen poliert sein. Die Abmessungen von Hartgummiring, Tauchstab und Nadel müssen den Bildern 3, 4 und 5 entsprechen.

Tabelle. Gewichte der einwirkenden Einzelteile

Gegenstand	Gewicht in g		
	Nennwert	Kleinstwert	Größt-wert
Stange	265	263	267
Tauchstab	35	34	36
Nadel	7,5	7	8
Zusatzgewicht	27,5	27	28
Gesamtes wirksames Gewicht	300	298*)	302*)

\*) Die Einzelteile sind so zu wählen, daß das gesamte wirksame Gewicht innerhalb dieser Grenzwerte liegt.

#### 3.2. Herstellung des Zementleims mit Normsteife

Für die Prüfung des Erstarrens wird ein Zementleim mit Normsteife hergestellt. In den meisten Fällen sind hierzu 23 bis 30 Gew.-% Wasser, auf den Zement berechnet, erforderlich.

Zunächst werden 125 ml Wasser in den Mischtrog des in DIN 1164 Blatt 7, Ausgabe Juni 1970, Abschnitt 1.3.1 beschriebenen Mixers geschüttet und dann 500 g Zement zugegeben. Unmittelbar anschließend läßt man die Mischschaufel während 1 Minute mit niedriger Geschwindigkeit

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40 x, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42 x, 12.58

Änderung Juni 1970:

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt  
in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet.

laufen und gibt dann in den darauffolgenden 30 Sekunden bei laufender Mischschaukel — wenn nach Augenschein nötig — noch Wasser zu. Danach schaltet man auf hohe Geschwindigkeit um und mischt weiter bis zu insgesamt 3 Minuten Mischdauer.

Anschließend wird der Hartgummiring (Bild 2), der auf einer leicht eingefetteten ebenen Glasplatte steht, mit Zementleim unter leichtem Einrütteln gefüllt und auf der Oberseite bündig abgestrichen.

*Anmerkung: Der übrigbleibende Zementleim kann für die Bestimmung der Raumbeständigkeit nach DIN 1164 Blatt 6 verwendet werden.*

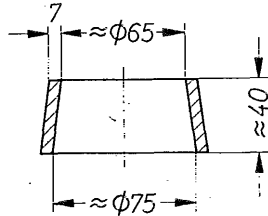


Bild 3. Hartgummiring

Der Hartgummiring mit dem Zementleim wird mittig unter den Tauchstab (Bild 4) des Nadel-Gerätes (Bilder 1 und 2) gestellt. Vor Beginn des Versuches wird der gereinigte und trockene Tauchstab außerhalb des Hartgummiringes auf die jeweils zur Verwendung kommende Glasplatte aufgesetzt und der Zeiger auf den Nullpunkt der Millimeterteilung eingestellt.

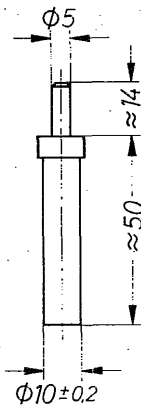


Bild 4. Tauchstab

Fünf Minuten nach Beginn des Mischens wird der Tauchstab auf die Oberfläche des Zementleims herabgelassen und bei Berühren des Zementleims losgelassen, so daß er durch sein Eigengewicht in den Zementleim eindringt. Während des Versuches ist das Gerät vor Erschütterung zu schützen.

Der Zementleim hat Normsteife, wenn der Tauchstab 30 Sekunden nach dem Loslassen 5 bis 7 mm über der Glasplatte ist.

Das Herstellen des Zementleims ist gegebenenfalls mit anderen Wassermengen zu wiederholen, bis die Normsteife erreicht ist.

Der Wasserzusatz wird in Prozenten des Gewichts des Zements angegeben.

Hat der Zementleim Normsteife, dann wird sogleich der Tauchstab herausgezogen und die Probe in dem Hartgummiring für die Prüfung des Erstarrens bis zum Ende des Versuches in einem Kasten mit feuchtigkeitsgesättigter Luft aufbewahrt oder so bedeckt, daß das Anmachwasser nicht verdunsten kann. Die Probe wird nur für die erforderlichen Prüfungen aus dem Kasten entnommen.

### 3.3. Erstarrungsbeginn

Zunächst wird die gut gereinigte und trockene Nadel außerhalb des Hartgummiringes auf die Glasplatte aufgesetzt und der Zeiger auf den Nullpunkt der Millimeterteilung eingestellt. Sodann wird der mit Zementleim von Normsteife gefüllte Hartgummiring mit der Glasplatte unter die Nadel (Bild 5) des Gerätes (Bilder 1 und 2) geschoben, die mit dem Zusatzgewicht belastet ist. Die Nadel wird auf die Oberfläche des Zementleims aufgesetzt und dann losgelassen. Das Eindringen der Nadel wird in Abständen von 10 Minuten an verschiedenen Stellen gemessen. Die Nadel ist nach jedem Eindringen zu reinigen. Als Beginn des Erstarrens gilt der Zeitpunkt, bei dem die Nadel 3 bis 5 mm über der Glasplatte in dem Zementleim steckenbleibt.

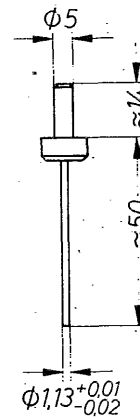


Bild 5. Nadel

### 3.4. Erstarrungsende

Da an der oberen Fläche des erstarrten Zementleims eine dünne, wasserreiche Schicht entsteht, muß zur Bestimmung des Erstarrungsendes die untere Fläche des erstarrten Zementleims benutzt werden. Der erstarrte Zementleim wird zu diesem Zweck nach Ermittlung des Erstarrungsbeginns mit dem Ring von der Glasplatte abgezogen und umgekehrt wieder unter die Nadel gebracht. Als Ende des Erstarrens gilt der Zeitpunkt, zu dem die Nadel noch höchstens 1 mm in den erstarrten Zementleim eindringt. Das Eindringen der Nadel wird in Abständen von 10 Minuten an verschiedenen Stellen gemessen.

## 4. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- gegebenenfalls Menge an nicht zerdrückbaren Klumpen und Fremdbestandteilen
- die für Normsteife erforderliche Wassermenge in Gew.-% des Zementgewichts auf 0,5% gerundet
- der Zeitpunkt des Erstarrungsbeginns und des Erstarrungsendes auf 10 Minuten gerundet, vom Beginn des Mischens an gerechnet
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe

# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Bestimmung der Raumbeständigkeit mit dem Kochversuch

**DIN**  
**1164**  
Blatt 6

### Inhalt

1. Vorbereitung der Probe .....
2. Klima des Arbeitsraumes .....
3. Kochversuch .....
- 3.1. Herstellen des Probekörpers .....
- 3.2. Behandeln des Probekörpers .....
- 3.3. Beurteilung des Probekörpers .....
4. Prüfbericht .....

## 1. Vorbereitung der Probe

Der Zement ist vor der Prüfung durch das Prüfsieb mit Drahtsiebboden 1,00 nach DIN 4188 Blatt 1 zu sieben. Zementklumpen sind zwischen den Fingern zu zerkleinern und dem Siebgut durch das Sieb beizufügen. Klumpen, die nicht mehr zwischen den Fingern zerkleinert werden können, und fremde Bestandteile, die auf dem Sieb zurückbleiben, sind zu entfernen; ihre Menge ist zu bestimmen. Über den Befund ist im Prüfbericht zu berichten.

## 2. Klima des Arbeitsraumes

Im Arbeitsraum müssen die Temperatur  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  und die relative Luftfeuchte mindestens 50 % betragen.

## 3. Kochversuch

### 3.1. Herstellen des Probekörpers

Im allgemeinen wird der Probekörper aus dem bei Prüfung des Erstarrens übrigbleibenden Zementleim hergestellt (siehe DIN 1164 Blatt 5, Ausgabe Juni 1970, Abschnitt 3.2). Wird das Erstarren nicht geprüft, so werden 200 g Zement mit etwa 46 bis 60 ml (23 bis 30 Gew.-% auf den Zement berechnet) Wasser (im allgemeinen genügen 54 ml Wasser = 27 Gew.-% auf den Zement berechnet) 3 Minuten lang unter Kneten zu einem steifen Leim gut durchgearbeitet. Der Wasserzusatz ist richtig gewählt, wenn sich der Leim erst bei mehrmaligem Rütteln auf einer Glasplatte langsam ausbreitet.

Aus der Hälfte des Leims wird ein Kuchen in der Weise hergestellt, daß der steife Leim als Klumpen auf die Mitte einer leicht geölten, ebenen Glasplatte (Spiegelglas) gebracht und so lange leicht gerüttelt wird, bis ein Kuchen mit einem Querschnitt nach Bild 1 entsteht. Der Kuchen darf nach dem Ausbreiten nicht mit dem Messer oder Spachtel bearbeitet werden.

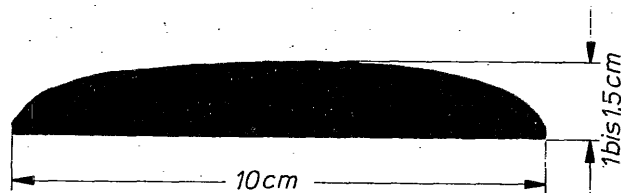


Bild 1. Normgerechter Kuchen-Querschnitt

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40 x, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42 x, 12.58

Änderung Juni 1970:

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt.  
in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet.

Der Kuchen wird sofort nach dem Herstellen im Arbeitsraum in einem geeigneten Behälter bei mindestens 90 % relativer Luftfeuchte ungestört dem Erstarren überlassen.

### 3.2. Behandeln des Probekörpers

Etwa 24 Stunden nach dem Herstellen wird der Kuchen vorsichtig von der Glasplatte gelöst und mit der ebenen Seite nach oben in einen mit kaltem Wasser gefüllten Topf auf einen Drahtrost gelegt.

Das Wasser wird in etwa 15 Minuten zum Sieden gebracht und 2 Stunden lang siedend gehalten. Es muß während der ganzen Prüfung den Kuchen völlig bedecken.

### 3.3. Beurteilung des Probekörpers

Nach zweistündigem Kochen ist festzustellen, ob die Anforderungen nach DIN 1164 Blatt 1 erfüllt sind.

Treten Treibriße (siehe Bilder 2 und 3) oder ein größerer Stich als 2 mm auf, so gilt der Versuch als nicht bestanden. Die Prüfung ist mit Zement zu wiederholen, der drei Tage lang in einer etwa 5 cm dicken Schicht offen ausgebreitet bei einer Temperatur von  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchte von mindestens 50 % gelegen hat. Dieser Versuch ist dann maßgebend.

Treten Schwindrisse auf (siehe Bilder 4 und 5), dann wurde der Kuchen zu trocken gelagert. Die Prüfung ist daher fehlerhaft und muß wiederholt werden.

## 4. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- a) Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- b) Probenehmer
- c) Lieferwerk
- d) Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- e) Prüfstelle und Datum der Prüfung
- f) gegebenenfalls Menge an nicht zerdrückbaren Klumpen und Fremdbestandteilen
- g) Ergebnis des maßgebenden Versuchs
- h) Feststellung der Normgerechtigkeit der Probe

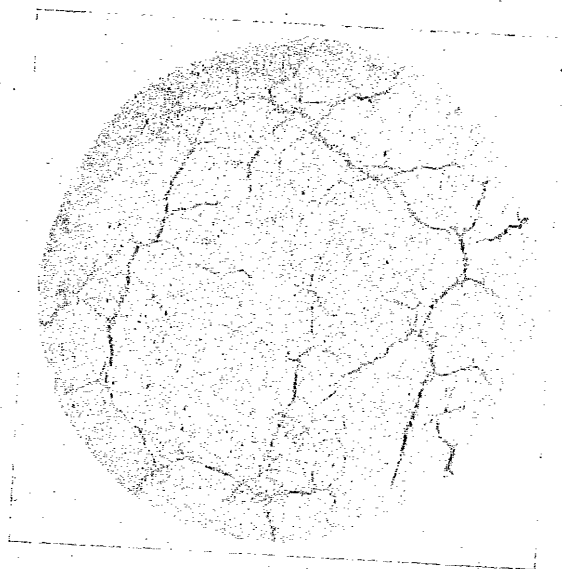


Bild 2. Kuchen mit Treibrissen — Oberseite

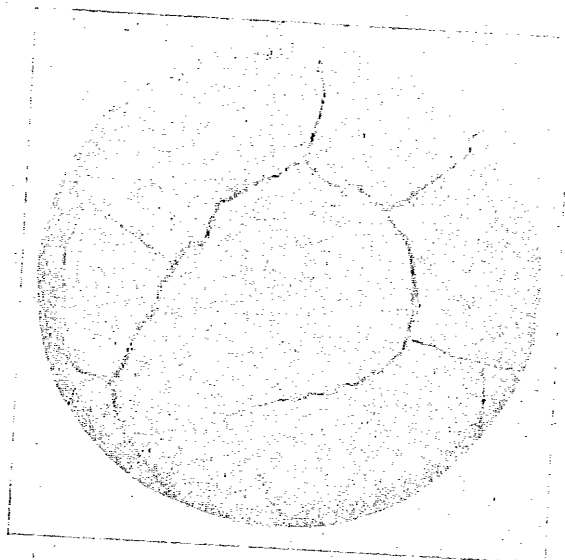


Bild 4. Kuchen mit Schwindrisen — Oberseite

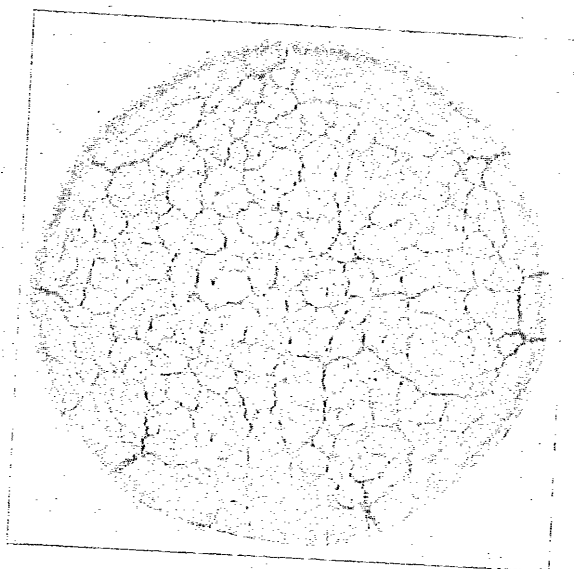


Bild 3. Kuchen mit Treibrissen — Unterseite

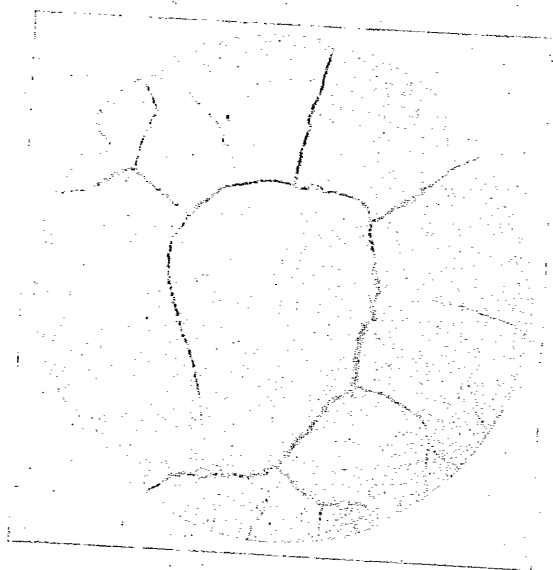


Bild 5. Kuchen mit Schwindrisen — Unterseite



# Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement

## Bestimmung der Festigkeit

# DIN

# 1164

Blatt 7

Maße in mm

### Inhalt

<b>1. Prüfmörtel</b> .....	<b>2.2. Formen</b> .....
1.1. Normsand .....	2.3. Verdichten der Probekörper .....
1.1.1. Zusammensetzung und Herkunft .....	2.3.1. Vibrationstisch .....
1.1.2. Anforderungen .....	2.3.2. Verdichten .....
1.1.3. Überwachung und Lieferung .....	2.4. Lagern der Probekörper .....
1.2. Klima des Arbeitsraumes .....	
1.3. Mörtelherstellung .....	<b>3. Prüfung auf Biegezug- und Druck-</b>
1.3.1. Mischer .....	<b>festigkeit</b> .....
1.3.2. Mischen .....	3.1. Biegezugfestigkeit .....
<b>2. Herstellen und Lagern der Probekörper</b>	3.2. Druckfestigkeit .....
2.1. Probekörper .....	<b>4. Prüfbericht</b> .....

## 1. Prüfmörtel

### 1.1. Normsand

#### 1.1.1. Zusammensetzung und Herkunft

Der Normsand wird zu gleichen Gewichtsteilen aus den 3 Korngruppen fein (0,08 bis 0,5 mm), mittel (0,5 bis 1,0 mm) und grob (1,0 bis 2,0 mm) zusammengesetzt. Die Körnung fein wird durch Mischen von zwei natürlichen Quarzfeinsanden aus einem Vorkommen bei Duingen südlich Hildesheim und einem bei Bornhausen südlich Salzgitter hergestellt. Die Körnungen mittel und grob werden durch Absieben aus gewaschenem und getrocknetem Rheinsand aus der Gegend von Xanten gewonnen.

#### 1.1.2. Anforderungen

Der Normsand ist ein natürlich gerundeter, quarzreicher Sand der Korngruppe 0,08 bis 2,0 mm, dessen Korngruppenverteilung, durch Siebanalyse bestimmt, zwischen den in Tabelle 1 angegebenen Grenzen liegt.

#### 1.1.3. Überwachung und Lieferung

Der fertig gemischte Normsand wird von der Normensand GmbH., 472 Beckum, hergestellt und in Beuteln von je 1350 g  $\pm$  1 Gew.-% Nettoinhalt geliefert.

Der Normsand wird von der Amtlichen Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto-Graf-Institut an der Universität Stuttgart, überwacht und abgenommen.

Frühere Ausgaben:

DIN 1165: 8.39, DIN 1166: 10.39, DIN 1167: 8.40 x, 7.59,  
DIN 1164: 4.32, 7.42 x, 12.58

#### Änderung Juni 1970:

DIN 1164 und DIN 1167 zusammengefaßt, ergänzt und aufgeteilt in DIN 1164 Blatt 1 bis Blatt 8. Inhalt vollständig überarbeitet. Prüfverfahren geändert.

Tabelle 1. Korngruppenverteilung des Normsand

Prüfsieb mit Drahtsiebboden nach DIN 4188 Blatt 1 (Lichte Maschenweite in mm)	Gew.-%	
	Rückstand	zulässige Abweichungen
0,08	98	$\pm 2$
0,16	87	$\pm 5$
0,50	67	$\pm 5$
1,00	33	$\pm 5$
1,60	9	$\pm 5$
2,00	0	

Nach der Abnahme wird jede Liefereinheit mit einem Verschlusssiegel des überwachenden Instituts versehen.

### 1.2. Klima des Arbeitsraumes

Im Arbeitsraum müssen die Temperatur 20 °C  $\pm$  2 grd und die relative Luftfeuchte mindestens 50 % betragen.

### 1.3. Mörtelherstellung

Es wird stets eine Mischung für 3 Probekörper hergestellt. Sie besteht aus 450 g Zement, 1 Beutel Sand (Abschnitt 1.1.3) und 225 g Wasser. Die Waage zum Wägen des Zements darf eine Fehlergrenze von 0,5 % haben. Die Wassermenge muß auf 0,5 % genau zugegeben werden; dies kann auch volumetrisch geschehen.



### 2.3.2. Verdichten

Der Mörtel ist mit einem Vibrationstisch nach Abschnitt 2.3.1 zu verdichten.

Die Form ist fest aufzuspannen. Nach Einschalten des Vibrators werden die Fächer der Form innerhalb von höchstens 45 Sekunden mit dem Mörtel in 2 Lagen wie folgt gefüllt:

Mit der ersten Lage Mörtel (etwa 320 g je Fach) werden die Fächer der Form mit einem Löffel von rechts beginnend innerhalb 15 Sekunden bis ungefähr zur Hälfte gefüllt; nach einer Einfüllpause von 15 Sekunden wird innerhalb der nächsten 15 Sekunden die zweite Lage wiederum von rechts beginnend eingebracht und die Form bis etwas über den Rand gefüllt. Nach insgesamt 120 Sekunden wird der Vibrator abgeschaltet.

Danach wird die Form vom Vibrationstisch genommen. Der überschüssige Mörtel wird sofort mit einer metallenen Glättkelle abgestrichen, die fast senkrecht gehalten und langsam mit einer querlaufenden, sägenden Bewegung in Längsrichtung der Form bewegt wird. Die Oberseite soll dann mit der nunmehr flach zu haltenden Kelle geglättet werden.

Kennzeichnungen der Probekörper sollen an der Form angebracht werden.

### 2.4. Lagern der Probekörper

Ein Wasserverdunsten aus dem Mörtel muß verhindert werden, beispielsweise durch Abdecken der Formen sofort nach dem Abstreichen mit leicht eingöhlten Platten (z. B. Glas, Stahl oder Kunststoff) von höchstens 600 g Gewicht. Bis zum Entformen bleiben die Probekörper ohne Erschütterung in einem Lagerraum oder Schrank, in dem eine Temperatur von  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  und eine relative Luftfeuchte von mindestens 90 % herrschen. Ist eine Prüfung nach 24 Stunden vorgesehen, so müssen die Probekörper 15 bis 20 Minuten vor der Prüfung entformt werden. Probekörper der übrigen Altersstufen sind zwischen 20 und 24 Stunden nach dem Verdichten zu entformen (bei nicht ausreichender Festigkeit weitere 24 Stunden später, dies muß jedoch im Prüfbericht vermerkt werden). Das Entformen soll mit aller Vorsicht durchgeführt werden.

Jeder entformte Probekörper muß an seiner unteren Fläche gekennzeichnet werden. Die entformten Probekörper werden bei  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  in stehendem Wasser auf Holz- oder Kunststoffrosten bis zur Prüfung gelagert. Sie sollen in solchen Abständen voneinander liegen, daß das Wasser freien Zutritt zu allen Flächen hat. Das Volumen des Lagerungswassers soll mindestens viermal so groß sein wie das Gesamtvolumen der darin gelagerten Probekörper. Die Hälfte des Lagerungswassers soll jeden 15. Tag erneuert werden. Nach der Entnahme aus dem Wasser sind die Probekörper möglichst innerhalb 15 Minuten zu prüfen und in der Zwischenzeit mit feuchten Tüchern abzudecken. Unmittelbar vor der Prüfung werden sie mit einem reinen Tuch abgewischt, um gegebenenfalls vorhandene Ansätze zu entfernen.

## 3. Prüfung auf Biegezug- und Druckfestigkeit

### 3.1. Biegezugfestigkeit<sup>1)</sup>

Die Biegezugfestigkeit ist bei der Belastungsanordnung nach Bild 3 zu ermitteln. Die Probekörper werden mit einer Seitenfläche auf zwei mit ihren Scheiteln ( $100 \pm 0,5$  mm voneinander entfernte, gerundete Auflager (Radius der Rundung 5 mm) gelegt. Eine halbrunde Schneide von gleichem Radius wie die Auflager, die sich mit ihrem Scheitel gleichweit in der Mitte zwischen den beiden Auflagern befindet, überträgt die Kraft  $P$  auf die gegenüberliegende Seitenfläche des Probekörpers. Die Lastschneide ist rechtwinklig zur Probekörperachse frei um ihren Drehpunkt kippbar, um eine gleichmäßige Verteilung der Belastung auf den Probekörper zu gewährleisten. Die Auflager und die Schneide bestehen aus St 60 nach DIN 17 100.

Die Biegezugfestigkeit muß mit einem Gerät ermittelt werden, das kleine Belastungen im Bereich von etwa 60 bis

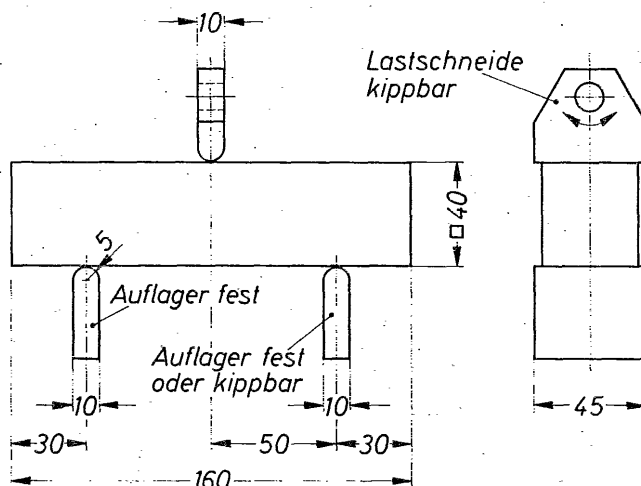


Bild 3. Vorrichtung zur Ermittlung der Biegezugfestigkeit

600 kp mit einer Fehlergrenze von 2 % aufbringen kann und anzeigt, z. B. mit einem Gerät mit elektromotorisch angetriebenem Laufgewicht oder mit einem Gerät mit Schrotzulauf. Die Kraft  $P$  ist mit einer Geschwindigkeit von  $(5 \pm 1)$  kp in der Sekunde bis zum Bruch der Probe zu steigern. Die Biegezugfestigkeit beträgt  $\sigma_{bB} = 0,234 P$  in  $\text{kp}/\text{cm}^2$ .

Als Biegezugfestigkeit gilt je Altersstufe der Mittelwert von 3 Einzelwerten.

### 3.2. Druckfestigkeit

Unmittelbar nach der Bestimmung der Biegezugfestigkeit sind die beiden Probekörperhälften auf Druckfestigkeit zu prüfen (ergibt sich eine Verzögerung, so sind die Probekörperhälften feucht zu halten).

Hierzu werden sie mit den Seitenflächen nach oben bzw. unten in eine Vorrichtung zur Ermittlung der Druckfestigkeit (siehe Bild 4) eingelegt. Sie besteht aus zwei geschliffenen Druckplatten aus gehärtetem Stahl (Mindesthärte HRC 58 bis 62) oder Wolframcarbid, die so befestigt und geführt sind, daß sich ihre Druckflächen beim Versuch achsengerecht einander nähern. Bei den Oberflächen der Druckplatten darf die Abweichung von der Ebenheit nicht größer als  $\pm 0,02$  mm sein.

Jede Druckplatte hat eine Fläche von  $40 \text{ mm} \times 62,5 \text{ mm}$  ( $= 25 \text{ cm}^2$ ). Die zulässigen Abweichungen betragen  $\pm 0,1$  mm. Der Stempel, an dessen unterem Ende die obere Druckplatte kugelig gelagert befestigt ist, wird in dem Führungsgestell dreh sicher geführt und durch eine innen angebrachte Druckfeder so in der Schwebe gehalten, daß der freie Abstand der Druckplatten etwa 45 mm beträgt. Der Stempel muß in der Druckachse leicht beweglich sein.

Die Vorrichtung wird mittig zwischen die Druckplatten der Prüfpresse gestellt.

Die Druckprüfmaschine nach DIN 51 223 muß im Kraftbereich von 2 bis 20 Mp mindestens der Klasse 2 der DIN 51 220 entsprechen und wenigstens alle 2 Jahre durch eine amtliche Stelle nachgeprüft werden.

Die Kraft  $P$  ist mit einer Geschwindigkeit von  $(15 \pm 5)$   $\text{kp}/\text{cm}^2$  in der Sekunde bis zum Bruch der Probe zu steigern.

Bei Prüfmaschinen, die von Hand gesteuert werden, darf die im Bruchbereich abfallende Belastungsgeschwindigkeit nicht nachreguliert werden (kein weiteres Öffnen des Belastungsventils).

<sup>1)</sup> Die Biegezugfestigkeit braucht bei der Prüfung von Zement nach DIN 1164 Blatt 1 nicht ermittelt zu werden; ist ihre Kenntnis aus bestimmten Gründen erwünscht, so gilt für ihre Ermittlung das hier angegebene Prüfverfahren.

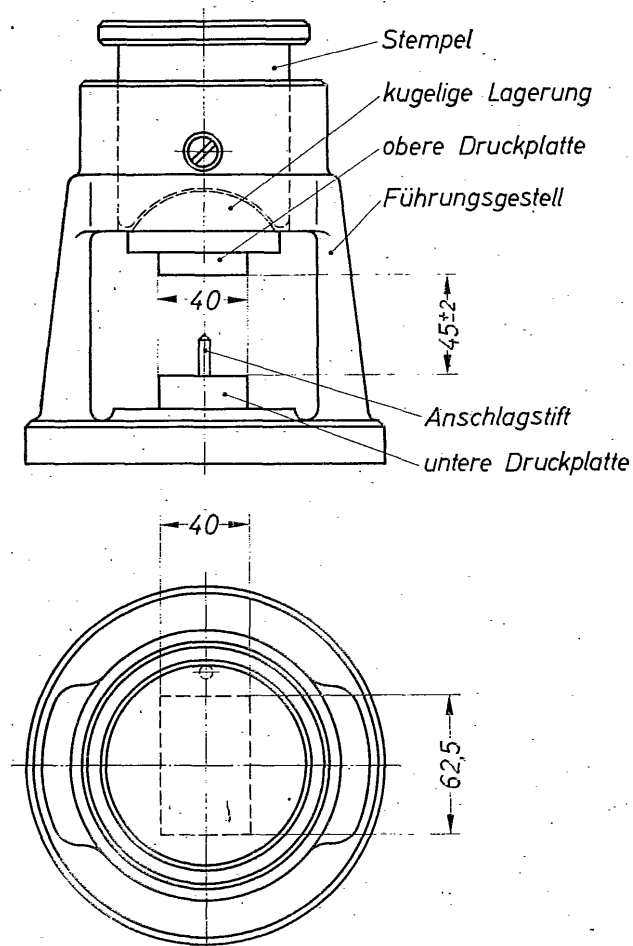


Bild 4. Vorrichtung zur Ermittlung der Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit beträgt  $\sigma_D = \frac{P}{25}$  in  $\text{kp/cm}^2$ . Als Druckfestigkeit gilt je Altersstufe der Mittelwert von 6 Einzelwerten. Weichen Einzelwerte der Druckfestigkeit um mehr als 10% vom arithmetischen Mittelwert ab, so ist die Prüfung zu wiederholen.

#### 4. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- Einzel- und Mittelwerte der Biegezug-<sup>2)</sup> und Druckfestigkeiten auf  $1 \text{ kp/cm}^2$  gerundet
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe

<sup>2)</sup> Werte für die Biegezugfestigkeit werden nur angegeben, wenn ihre Ermittlung ausdrücklich gewünscht wird.

**Portland-, Eisenportland-,  
Hochofen- und Traßzement**  
Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter

**DIN**  
**1164**  
Blatt 8

## Inhalt

<b>1. Grundlage des Verfahrens</b> .....	<b>6. Bestimmung der Hydratationswärme</b> .....
<b>2. Geräte</b> .....	6.1. Entfernen des metallischen Eisens .....
<b>3. Prüflösung</b> .....	6.2. Herstellung der Zementleimproben .....
<b>4. Prüfbedingungen</b> .....	6.3. Lagerung .....
<b>5. Bestimmung der Wärmekapazität</b> .....	6.4. Bestimmung der Lösungswärme $Q_0$ .....
5.1. Allgemeines .....	6.4.1. Normallösliche Zemente .....
5.2. Glühen des Zinkoxids .....	6.4.2. Zemente mit schwerlöslichen Rückständen ..
5.3. Lösen des Zinkoxids .....	6.4.3. Auswertung .....
5.3.1. Vorperiode .....	6.5. Bestimmung der Lösungswärme $Q_x$ .....
5.3.2. Lösungsperiode .....	6.5.1. Vorbehandlung des hydratisierten Zements
5.3.3. Nachperiode .....	6.5.2. Durchführung und Auswertung .....
5.4. Korrigierter Temperaturanstieg .....	6.6. Berechnung der Hydratationswärme $H_x$ .....
5.5. Berechnung der Wärmekapazität .....	<b>7. Prüfbericht</b> .....

## 1. Grundlage des Verfahrens

Das Verfahren dient zur Bestimmung der spezifischen Wärmemenge in cal/g, die bei der Hydratation eines Zements unter isothermen Bedingungen frei wird. Gemessen wird die Lösungswärme der nicht hydratisierten sowie der bei 20 °C hydratisierten Zementprobe (Wasserzementwert  $W/Z = 0,4$ ) in einem vorgeschriebenen Säuregemisch. Die Differenz dieser Lösungswärme ist die Hydratationswärme. Für die Überwachung sind auch andere bewährte Verfahren zulässig; in Zweifelsfällen ist das nachstehend beschriebene Verfahren maßgebend.

## 2. Geräte

Das Lösungskalorimeter besteht aus einem Dewargefäß mit einem Innendurchmesser von etwa 80 mm und einem Inhalt von etwa 650 ml, das sich in einem wärmeisolierten Biechgefäß befindet und von einem Holzkasten umgeben wird. Der Korkstopfen, der das Dewargefäß verschließt, enthält drei Bohrungen für ein Beckmann-Thermometer, einen Rührer und einen Einfülltrichter. Der auf einem Sockel stehende wärmeisolierte Behälter enthält eine mindestens 25 mm dicke Isolierschicht aus Kork, Baumwolle oder ähnlichem Material, die von Pappstreifen gehalten wird. Es können auch andere Stoffe zum Bau des Kalorimeters ver-

wendet werden, wenn sie die Bedingungen für die Wärmeisolierung nachweislich erfüllen.

Die Wärmeisolierung muß folgender Bedingung genügen: Wird das Dewargefäß des Kalorimeters mit 400 ml Wasser gefüllt, dessen Temperatur etwa 5 grd über der mit dem Thermometer gemessenen Raumtemperatur liegt, so darf der Temperaturabfall bei geschlossenem Gefäß nach halbstündigem Stehen mit Rühren nicht mehr als 0,002 grd/min für je 1 grd Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Kalorimetertemperatur betragen.

Es ist ein amtlich geeichtes Beckmann-Thermometer mit einem Ablesebereich von 5 bis 6 grd zu verwenden. Das Thermometer wird im Korken so befestigt, daß bei jeder Messung dieselbe Eintauchtiefe im Säuregemisch gewährleistet wird. Das obere Ende des Quecksilbergefäßes des Beckmann-Thermometers soll wenigstens 3 cm unter der Flüssigkeitsoberfläche liegen. Die Temperatur wird mit einer Lupe nach leichtem Klopfen des Thermometers abgelesen.

Der aus Polyvinylchlorid bestehende Rührer besitzt zwei starre Propellerflügel mit einem Gesamtdurchmesser von etwa 38 mm. Der Rührer wird von einem Synchronmotor, der im Leerlauf bei 350 bis 450 Umdrehungen je Minute eine Leistungsaufnahme von etwa 2 Watt aufweist, angetrieben. Der aus Polyäthylen bestehende Einfülltrichter darf auf der Unterseite des Korkstopfens nicht mehr als 6 mm herausragen. Er ist während der Messung zu verschließen.

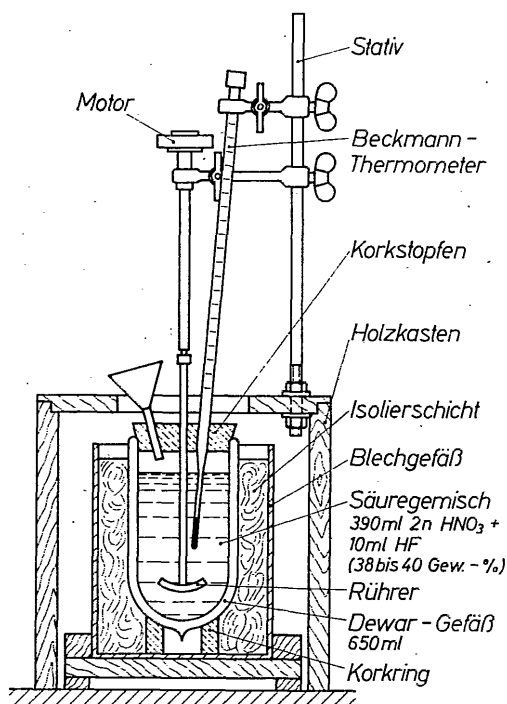


Bild 1. Schematische Skizze des Lösungskalorimeters

Das Dewargefäß muß einen gut passenden Polyäthyleneinsatz erhalten. Die Unterseite des Korkstopfens und die Glasteile des Beckmann-Thermometers unterhalb des Korkstopfens sind gegen Säureangriff mit einem Schutzüberzug zu versehen, der z. B. aus

150 Gewichtsteilen Rhenania-Bitumen (Schmelzpunkt 95 bis 100 °C)

50 Gewichtsteilen Alpex-Zyklo-Kautschuk 450 J.,

50 Gewichtsteilen Paraffinwachs (Schmelzpunkt 52 bis 53 °C) und

50 Gewichtsteilen Testbenzin (Siedebereich 130 bis 200 °C)

bestehen kann. An Stelle des Polyäthyleneinsatzes kann die innere Oberfläche des Dewargefäßes auch mit diesem Schutzüberzug versehen werden. Die Dichtheit der Schutzüberzüge ist ständig zu überprüfen.

### 3. Prüflösung

Die Prüflösung besteht aus einem Gemisch von Salpetersäure ( $2,00 \text{ n} \pm 0,01 \text{ n}$ ; zur Analyse) und Flußsäure (38 bis 40 Gew.-%, zur Analyse). Für die Bestimmung der Wärmekapazität und der Lösungswärme soll das Säuregemisch das Mischungsverhältnis Flußsäure : Salpetersäure = 1 : 39 (in Volumenteilen) besitzen. Für eine Messung sind 10 ml Flußsäure und 390 ml Salpetersäure (= 400 ml Säuregemisch) notwendig.

### 4. Prüfbedingungen

Die Raumtemperatur  $\vartheta_R$  soll während der Versuche möglichst konstant bleiben. Der Nullpunkt  $\vartheta_0$  des Beckmann-Thermometers ist so einzustellen, daß er 2,5 bis 3,0 grad tiefer liegt als die Raumtemperatur. Die Ausgangstemperatur  $\vartheta_{KA}$  muß für jede Messung im Bereich des Nullpunktes des Beckmann-Thermometers liegen.

## 5. Bestimmung der Wärmekapazität

### 5.1. Allgemeines

Die Wärmekapazität des Kalorimeters wird mit Zinkoxid zur Analyse bestimmt. Bei jeder Veränderung am Kalorimeter – z. B. Austausch des Dewargefäßes, Veränderung der Wärmeisolierung oder der Säureschutzschicht – muß die Wärmekapazität neu bestimmt werden.

### 5.2. Glühen des Zinkoxids

Etwa 35 bis 40 g Zinkoxid werden eine Stunde lang auf 950 °C oxydierend erhitzt. Nach dem Abkühlen wird diese Menge durch das Sieb 0,16 DIN 4188 Blatt 1 gesiebt. Für die eigentliche Bestimmung werden hiervon  $7,0 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$  nochmals fünf Minuten lang auf 950 °C erhitzt und anschließend im Exsikkator über Magnesiumperchlorat bis auf Raumtemperatur abgekühlt. Vor dem Lösen wird diese Menge dann auf 0,0001 g eingewogen.

### 5.3. Lösen des Zinkoxids

Das geglühte und eingewogene Zinkoxid, das Raumtemperatur haben muß, wird im vorgeschriebenen Säuregemisch gelöst. Der Temperaturanstieg wird über Vor-, Lösungs- und Nachperiode gemessen. Alle Temperaturbedingungen erfolgen in 1-Minuten-Intervallen auf 0,001 grad (Bild 2 und Tabelle 1).

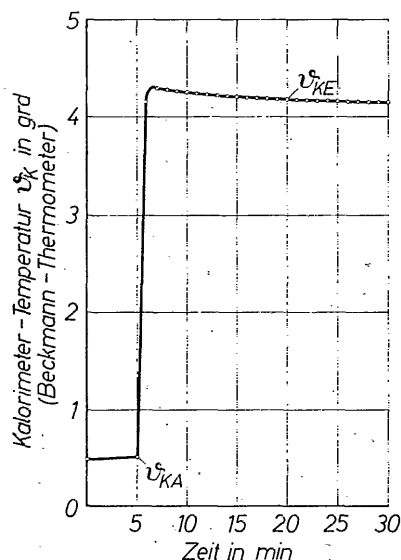


Bild 2. Temperaturverlauf in der Vor-, Lösungs- und Nachperiode im Lösungskalorimeter (Beispiel)

#### 5.3.1. Vorperiode

Nachdem das auf die Ausgangstemperatur temperierte Säuregemisch (Abschnitt 3) im Kalorimeter mindestens zehn Minuten lang gerührt wurde, beginnt das Ablesen der Kalorimeter-Temperaturen  $\vartheta_K$ . Aus den Temperaturänderungen je Minute über ein Zeitintervall von 5 Minuten wird das Mittel gebildet und auf 0,001 grad gerundet.

Weichen fünf aufeinanderfolgende Temperaturänderungen um nicht mehr als 0,001 grad von ihrem Mittelwert ab, dann gilt diese Temperaturänderung als Gang der Vorperiode. Mit der zuletzt abgelesenen Kalorimeter-Temperatur  $\vartheta_{KA}$  beginnt die Lösungsperiode.

#### 5.3.2. Lösungsperiode

Die Lösungsperiode dient zur Feststellung des unkorrigierten Temperaturanstiegs  $\Delta\vartheta$ . Bei der Festlegung der Anfangs- und Endtemperaturen sind die auf dem Eichschein des Beckmann-Thermometers angegebenen Korrekturen (Kaliberfehler, Gradwert) zu berücksichtigen.

Tabelle 1. Beispiel einer Berechnung des mittleren Temperaturanstieges in der Vor- und Nachperiode sowie des korrigierten Temperaturanstieges in der Lösungsperiode ( $\Delta\vartheta_{\text{korr}}$ )

Periode	Zeit min	Kalorimeter- temperatur am Beckmann- Thermometer $\vartheta_K$ grad	Temperaturänderung in einer Minute  grad	Korrekturwerte aus Bild 3  grad
Vorperiode	0	0,481		
	1	0,482	+ 0,001	
	2	0,483	+ 0,001	
	3	0,484	+ 0,001	
	4	0,485	+ 0,001	
	5	0,486 = $\vartheta_{KA}$	+ 0,001 + 0,0010 mittlerer Temperatur-Anstieg (Gang der Vorperiode)	
Lösungsperiode	6	4,150		+ 0,0027
	7	4,285		+ 0,0028
	8	4,262		+ 0,0028
	9	4,242		+ 0,0027
	10	4,228		+ 0,0027
	11	4,218		+ 0,0027
	12	4,210		+ 0,0027
	13	4,203		+ 0,0027
	14	4,195		+ 0,0027
	15	4,190		+ 0,0027
	16	4,187		+ 0,0027
	17	4,182		+ 0,0027
	18	4,178		+ 0,0027
	19	4,173		+ 0,0027
	20	4,169 = $\vartheta_{KE}$		+ 0,0027 + 0,0407 Summe $\approx + 0,041$ Gesamtkorrektur
Nachperiode	21	4,166	- 0,003	
	22	4,163	- 0,003	
	23	4,160	- 0,003	
	24	4,157	- 0,003	
	25	4,154	- 0,003	
	26	4,152	- 0,002	
	27	4,149	- 0,003	
	28	4,146	- 0,003	
	29	4,144	- 0,002	
	30	4,141	- 0,003 - 0,0028 mittlerer Temperatur-Abfall (Gang der Nachperiode)	
<p>Korrigierte Kalorimetertemperatur:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <math>\vartheta_{KE} = 4,169</math>  Kaliberkorrektur = - 0,001  <math>\vartheta_{KE \text{ korr}} = 4,168</math> </div> <div> <math>\vartheta_{KA} = 0,486</math>  Kaliberkorrektur = <math>\pm 0,000</math>  <math>\vartheta_{KA \text{ korr}} = 0,486</math> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>\vartheta_{KE \text{ korr}} = 4,168</math>  <math>-\vartheta_{KA \text{ korr}} = 0,486</math>  <math>\Delta\vartheta = 3,682</math> </div> <p>berichtigtes <math>\Delta\vartheta = \Delta\vartheta \times \text{Gradwert}</math>  <math>= 3,682 \times 1,0056 = 3,703</math></p> <p>berichtigtes <math>\Delta\vartheta = 3,703</math>  + Gesamtkorrektur = 0,041  <math>\Delta\vartheta_{\text{korr}} = 3,744</math></p>				

Das Zinkoxid wird gleichmäßig im Laufe von 2 Minuten durch den Trichter in das Dewargefäß geschüttet. Die letzten Reste werden mit einem kleinen Pinsel in das Säuregemisch gebracht.

Das Ende der Lösungsperiode und der Beginn der Nachperiode sind erreicht, wenn die Temperaturänderungen je Minute konstant werden. Die Differenz zwischen Endtemperatur  $\vartheta_{KE}$  und Anfangstemperatur  $\vartheta_{KA}$  ergibt den unkorrigierten Temperaturanstieg.

### 5.3.3. Nachperiode

Die Nachperiode dauert mindestens 10 Minuten. Sie ist beendet, wenn die Temperaturänderungen während zweier aufeinanderfolgender 5-Minuten-Perioden nicht mehr als 0,001 grd von ihrem Mittel abweichen. Das Mittel dieser zehn Ablesungen ist der Gang der Nachperiode.

### 5.4. Korrigierter Temperaturanstieg

Die Gänge der Vor- und Nachperiode, d. h. die während der Vor- und Nachperiode ermittelten mittleren Temperaturänderungen in grd/min, werden mit umgekehrtem Vorzeichen in einem Koordinatensystem als Ordinaten in Abhängigkeit von den entsprechenden Kalorimetertemperaturen aufgetragen und durch eine Gerade verbunden (siehe Bild 3). Alle Punkte auf der Geraden sind dann Korrekturwerte zu den entsprechenden Kalorimetertemperaturen.

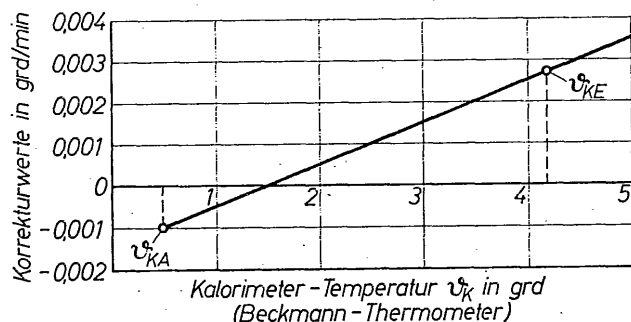


Bild 3. Ermittlung der Gesamtkorrektur für die Temperaturwerte der Lösungsperiode aus den Temperaturgängen der Kalorimetervorperiode und -nachperiode (Beispiel)

Zu jeder abgelesenen Kalorimeter-Temperatur  $\vartheta_K$  der Lösungsperiode werden die dazugehörigen Korrekturwerte aufgeschrieben, unter Berücksichtigung des Vorzeichens summiert und zum berichtigten Temperaturanstieg  $\Delta\vartheta$  addiert. Hierdurch erhält man den korrigierten Temperaturanstieg  $\Delta\vartheta_{\text{korrr}}$  (siehe Tabelle 1).

### 5.5. Berechnung der Wärmekapazität

Die Wärmekapazität  $C$  des Kalorimeters in cal/grd wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$C = \frac{m}{\Delta\vartheta_{\text{korrr}}} \cdot [260,0 - 0,2 (\vartheta_{KE} + \vartheta_0) + 0,1 \vartheta_R]^* \quad (1)$$

(\*) Neue Messungen von E. S. Newman, Journ. Res. Nat. Bur. Stand. 66A (1962), Nr. 5, 381–388, ergaben für die Lösungswärme in dem  $\text{HNO}_3$ -Säuregemisch 257,82 cal/g bei 25 °C (= 257,39 cal/g bei 30 °C) und einem Temperaturkoeffizienten von  $-0,087$  cal/g grd. Daraus folgt die Formel (1a):

$$C = \frac{m}{\Delta\vartheta_{\text{korrr}}} \cdot \{257,39 + 0,087 [30 - (\vartheta_{KE} + \vartheta_0)] + 0,12 [\vartheta_R - (\vartheta_{KE} + \vartheta_0)]\}$$

Dabei ist 0,12 die spezifische Wärme des Zinkoxids in cal/g grd. Aus dieser Formel ergibt sich durch Auflösen Formel (1).

Es bedeuten

$m$	Gewicht der gelösten Zinkoxids in g
$\Delta\vartheta_{\text{korrr}}$	korrigierter Temperaturanstieg in grd
$\vartheta_R$	Temperatur des ZnO beim Einbringen in die Lösung in grd ( $\cong$ Raumtemperatur bei Versuchsbeginn)
$\vartheta_{KE}$	auf dem Beckmann-Thermometer abgelesene Kalorimetertemperatur am Ende der Lösungsperiode in grd
$(\vartheta_{KE} + \vartheta_0)$	abgelesene Kalorimetertemperatur + Temperatur am Nullpunkt des Beckmann-Thermometers. Diese Summe ergibt die Temperatur in °C, die in die Gleichungen eingesetzt werden muß.

Aus insgesamt vier Bestimmungen wird das Mittel gebildet, wobei die Standardabweichung nicht größer als 1 cal/grd sein darf.

## 6. Bestimmung der Hydratationswärme

### 6.1. Entfernen des metallischen Eisens

Aus dem noch nicht hydratisierten Zement ist mit einem Magneten alles metallische Eisen zu entfernen. Es ist dafür zu sorgen, daß dabei möglichst keine Feuchtigkeit aus der Luft aufgenommen wird, z. B. durch Schütteln des Zements in einem kleineren Behälter mit eingebauten Magneten.

### 6.2. Herstellung der Zementleimproben

150 g des von metallischem Eisen befreiten Zements werden mit 60 g destilliertem Wasser ( $W/Z = 0,40$ ) bei einer Stofftemperatur von  $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ grd}$  in einer Schale von etwa 200 ml Inhalt 2 Minuten von Hand intensiv gemischt. Für jeden Prüftermin werden vier luftdicht verschließbare Röhren (Durchmesser etwa 18 mm, Länge 90 mm) mit Zementleim gefüllt. Die angegebene Mischung reicht für acht Röhren entsprechend zwei Prüfungen aus.

### 6.3. Lagerung

Die gefüllten Röhren werden mit einem Stopfen luftdicht verschlossen. Sie werden senkrecht stehend, von einem Maschen Drahtgitter gehalten, in einem Wasserbad von  $20 \text{ °C} \pm 0,5 \text{ grd}$  gelagert.

### 6.4. Bestimmung der Lösungswärme $Q_0$

Zur Bestimmung der Lösungswärme  $Q_0$  des nicht hydratisierten Zements werden zwei Proben von je  $3,0 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$  und eine angemessene Menge für die Bestimmung des Glühverlusts oder für die CaO-Bestimmung auf  $0,0001 \text{ g}$  eingewogen (vgl. auch Abschnitt 6.4.3). Der beim Lösen der Proben auftretende Temperaturanstieg wird den Angaben in Abschnitt 5.3 und 5.4 entsprechend ermittelt. Dabei sind die Unterschiede im Lösungsverhalten der Zemente zu beachten (Abschnitte 6.4.1 und 6.4.2). Unlösliche Rückstände zählen mit zur Einwaage und dürfen hiervon nicht abgezogen werden.

#### 6.4.1. Normallösliche Zemente

Als normallösliche Zemente gelten solche, deren Lösungsrückstand nach einer Lösungsperiode von 30 Minuten nicht mehr als 1 Gew.-% der Einwaage beträgt. Für sie ist die Lösungsperiode im allgemeinen kleiner als 30 Minuten. Der Temperaturanstieg wird hier nach der Beschreibung in den Abschnitten 5.3 und 5.4 ermittelt.

#### 6.4.2. Zemente mit schwerlöslichen Rückständen

Zemente, deren geglühter Lösungsrückstand (2 Stunden bei  $950 \text{ °C}$  nach Vortrocknen bei  $110 \text{ °C}$ ) nach einer Lösungsperiode von 30 Minuten mehr als 1 Gew.-% beträgt, zeigen im allgemeinen keinen deutlichen Übergang von der Lösungsperiode zur Nachperiode.

Deshalb wird die Lösungsperiode nach 30 Minuten abgebrochen.



Die Vorperiode wird nach Abschnitt 5.3 bestimmt. Der Gang der Nachperiode wird in einem weiteren Versuch mit Zinkoxid ermittelt. Dazu ist die Einwaage des ZnO so zu wählen, daß vergleichbare Kalorimeterendtemperaturen erreicht werden. Die einzelnen Korrekturwerte können dann nach Abschnitt 5.4 interpoliert werden.

#### 6.4.3. Auswertung

Um die im Abschnitt 6.5 beschriebene hydratisierte Probe auf den Ausgangszustand beziehen zu können, ist entweder eine Bestimmung des CaO-Gehaltes des nicht hydratisierten Zements erforderlich – dieses Verfahren ist stets anwendbar – oder eine Ermittlung seines Glühverlustes, wenn der Zement keine oxydierbaren Bestandteile enthält. Über Ausführung und erlaubte Abweichungen siehe Abschnitt 6.5.2. Die Lösungswärme wird wie folgt errechnet:

$$Q_0 = \frac{C \Delta \vartheta_{\text{korrr}}}{m_0} - 0,2 \cdot [\vartheta_R - (\vartheta_{\text{KE}} + \vartheta_0)] + 0,2 [(\vartheta_{\text{KE}} + \vartheta_0) - 20] \quad (2)$$

Es bedeuten

$Q_0$  Lösungswärme des nicht hydratisierten Zements in cal/g bei 20 °C

$\vartheta_R$  Temperatur der Zementprobe beim Einbringen in die Lösung in °C (Raumtemperatur bei Versuchsbeginn)

$m_0$  Masse in g des nicht hydratisierten Zements

Alle übrigen Formelzeichen siehe unter Abschnitt 5.5.

Maßgebend ist der Mittelwert  $Q_0$  aus zwei Messungen. Weicht er um mehr als 1 cal/g von den Meßwerten ab, so ist eine dritte Bestimmung durchzuführen. Weicht einer der drei Werte um mehr als 2 cal/g vom Mittel der drei Werte ab, so ist er zu streichen.

#### 6.5. Bestimmung der Lösungswärme $Q_x$

##### 6.5.1. Vorbehandlung des hydratisierten Zements

Die hydratisierte Probe wird aus der einen Röhre herausgeklopft oder gedrückt, so schnell wie möglich zerkleinert, durch das Sieb 0,63 DIN 4188 Blatt 1 gesiebt und in einem luftdicht verschließbaren Behälter aufbewahrt. Durch eine Vorrichtung ist zu verhindern, daß beim Zerkleinern CO<sub>2</sub>-haltige Atemluft auf die Reibschale trifft. Anschließend werden sofort hintereinander 4,2 g ± 0,1 g für die kalorimetrische Bestimmung und eine angemessene Menge für die Bestimmung des CaO-Gehaltes oder des Glühverlustes (siehe Abschnitt 6.4.3) auf 0,0001 g eingewogen. Das Einwägen muß schnell hintereinander erfolgen, da die hydratisierten Proben sonst zu viel Feuchtigkeit abgeben, was die Meßfehler stark vergrößert. Unlösliche Rückstände zählen mit zur Einwaage und dürfen hiervon nicht abgezogen werden.

##### 6.5.2. Durchführung und Auswertung

Der Temperaturanstieg wird nach den Abschnitten 5.3 und 5.4 bestimmt.

Die Bestimmung des CaO-Gehaltes (siehe auch Abschnitt 6.4.3) ist notwendig, um die Einwaage des hydratisierten Zements auf den Ausgangszustand der nicht hydratisierten Probe beziehen zu können. Dieses Verfahren ist stets anwendbar. Es ist ein Analysenverfahren zu wählen, das bei zwei Bestimmungen gewährleistet, daß die Abweichungen des CaO-Gehaltes 0,2 Gew.-% CaO nicht überschreiten.

Wenn der Zement keine oxydierbaren Bestandteile enthält, kann auch über den Glühverlust in Luft (2 Stunden bei 950 °C

nach Vortrocknen bei 110 °C) auf den Ausgangszustand umgerechnet werden.

Beim nicht hydratisierten Zement (Ausgangszustand) und beim hydratisierten Zement soll der Unterschied zwischen zwei Glühverlustwerten nicht größer als 0,2 Gew.-% sein. Bei größeren Unterschieden ist eine dritte Bestimmung durchzuführen. Der Wert, welcher um mehr als ± 0,20 Gew.-% vom Mittel der drei Werte abweicht, ist zu streichen.

Für die Berechnung des Faktors  $f_{\text{Glv}}$  in Gleichung (3) ist der Mittelwert aus den beiden bleibenden Meßwerten zu verwenden.

Die Lösungswärme  $Q_x$  wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$Q_x = \frac{C \cdot \Delta \vartheta_{\text{korrr}}}{m_x \cdot f_{\text{CaO}} (\text{CaO od. Glv})} - 0,4 [\vartheta_R - (\vartheta_{\text{KE}} + \vartheta_0)] + 0,3 [(\vartheta_{\text{KE}} + \vartheta_0) - 20] \quad (3)$$

Es bedeuten

$Q_x$  Lösungswärme des hydratisierten Zements, bezogen auf die Menge des nicht hydratisierten Zements, in cal/g bei 20 °C

$\vartheta_R$  Temperatur der Zementprobe (Raumtemperatur bei Beginn des Versuchs)

$m_x$  Gewicht des hydratisierten Zements in g

$f_{\text{CaO}}$   $\frac{\text{CaO-Gehalt des hydratisierten Zements}}{\text{CaO-Gehalt des nicht hydratisierten Zements}}$  bei Verwendung des Glühverlustes:

$f_{\text{Glv}}$   $\frac{100\text{-Glühverlust des hydratisierten Zements}}{100\text{-Glühverlust des nicht hydratisierten Zements}}$

Alle übrigen Bezeichnungen siehe Abschnitt 5.5.

Aus je zwei Messungen an Proben aus zwei verschiedenen Röhren ist der Mittelwert  $Q_x$  zu errechnen. Weicht er um mehr als 1 cal/g von den Meßwerten ab, so ist eine Doppelbestimmung an einem dritten Rohr durchzuführen. Die Werte, die um mehr als 2 cal/g vom Mittelwert aus 6 Messungen abweichen, sind zu streichen.

#### 6.6. Berechnung der Hydrationswärme $H_x$

Aus der Differenz der Lösungswärmen des hydratisierten und des nicht hydratisierten Zements ergibt sich die Hydrationswärme des Zements  $H_x$  in cal/g bei 20 °C

$$H_x = Q_0 - Q_x \quad (4)$$

### 7. Prüfbericht

Der Prüfbericht muß unter Hinweis auf diese Norm folgende Angaben enthalten:

- Entnahmestelle und Datum der Probenahme
- Probenehmer
- Lieferwerk
- Zementart, Festigkeitsklasse, gegebenenfalls weitere Kennzeichnung
- Prüfstelle und Datum der Prüfung
- Hydrationswärme auf 1 cal/g gerundet
- Feststellung über die Normgerechtigkeit der Probe



23231

### Korrosionsschutz bei Spannbeton- und Stahlbetonbauteilen

RdErl. d. Innenministers v. 29. 1. 1971 —  
V B 3 — 2.750 Nr. 12/71

1. Mit meinem RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 641 SMI. NW. 23231), mit dem ich die neue Ausgabe Juni 1970 des Normblattes DIN 1164 — Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — bauaufsichtlich eingeführt habe, habe ich gleichzeitig den RdErl. v. 6. 11. 1959 betr. bauaufsichtliche Einführung des Normblattes DIN 1167 — Traßzement — (Ausgabe Juli 1959) aufgehoben. Da für Spannbeton nur Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement verwendet werden darf, ist in meinem RdErl. v. 12. 4. 1967 (MBI. NW. S. 571/SMI. NW. 23234) bezüglich des Korrosionsschutzes bei Spannbeton- und Stahlbetonbauteilen in Abschnitt 1.1 als Schlußsatz aufzunehmen: „Traßzement nach DIN 1164 darf für Spannbeton nicht verwendet werden.“

In Abschnitt 2.1 werden hinter DIN 1164 die Wörter: „§ 1, Abs. 4“ durch die Wörter: „Blatt 1, Abschnitt 6“ ersetzt.

2. Ferner ist mein RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMI. NW. 2323) in dem Verzeichnis der Anlage wie folgt zu ändern:

In Abschnitt 3 bei DIN 4223 und 4225 sowie in Abschnitt 5.3 bei DIN 1046 und 4227 sind jeweils in Spalte 7 hinter den Wörtern „Korrosionsschutz bei Spannbeton- und Stahlbetonbauteilen“ die Zitate durch „RdErl. v. 12. 4. 1967 (MBI. NW. S. 571/SMI. NW. 23234)“ zu ersetzen.

— MBI. NW. 1971 S. 675

2323

23234

### Anderung Technischer Baubestimmungen

Änderungen und Ergänzungen von DIN 1045, 4227, 4232, 4030, 4163, 1046, 1047, 1048, 4028 und 4225 infolge der Neuausgabe von DIN 1164 Blatt 1 bis 8

RdErl. d. Innenministers v. 28. 1. 1971 —  
V B 3 — 2.241 Nr. 13/71

1. Durch die bauaufsichtliche Einführung der neu aufgestellten Normblätter DIN 1164 Blatt 1 bis 8 (Ausgabe Juni 1970), mein RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 641 SMI. NW. 23231), haben sich in den Technischen Baubestimmungen und den zugehörigen Erlassen Änderungen ergeben, die ich nachstehend bekanntmache:

- 1.1. In Anlage 3 (DIN 1045 — Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton — Ausgabe November 1959) meines RdErl. v. 25. 7. 1960 (MBI. NW. S. 2253/SMI. NW. 23234),
- 1.2. in Anlage 1 (DIN 4227 — Spannbeton; Richtlinien für Bemessung und Ausführung — Oktober 1953) meines RdErl. v. 12. 3. 1955 (MBI. NW. S. 577/SMI. NW. 23234),
- 1.3. in der Anlage (DIN 4227 —; hier: Richtlinien für das Einpressen von Zementmörtel in Spannkanele, Verbot der Verwendung von Calciumchlorid) meines RdErl. v. 24. 3. 1959 (MBI. NW. S. 944/SMI. NW. 23234),
- 1.4. in der Anlage (DIN 4232 — Geschüttete Leichtbetonwände für Wohn- und andere Aufenthaltsräume; Richtlinien für die Ausführung — Oktober 1955) meines RdErl. v. 15. 3. 1960 (MBI. NW. S. 739/SMI. NW. 23234) und

- 1.5. in der Anlage (DIN 4030 — Beton in betonschädlichen Wässern und Böden; Richtlinien für die Ausführung — September 1954) meines RdErl. v. 2. 4. 1955 (MBI. NW. S. 688/SMI. NW. 23234)

sind jeweils an Stelle der  
bisherigen Zementgüteklassen

Z 225 oder Z 275 die Festigkeitsklasse Z 350

Z 325 oder Z 375 die Festigkeitsklasse Z 450

Z 475 die Festigkeitsklasse Z 550

zu setzen.

- 1.6. Hinsichtlich der Verwendung von Zementen der Festigkeitsklasse Z 250 gemäß DIN 1164 (Ausgabe Juni 1970) vgl. Ziffer 5 meines RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 641/SMI. NW. 23231).

2. Wird in Normblättern die Verwendung von Traßzement nach DIN 1167 geregelt, wie in

DIN 1045 — Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton — § 5.3 (Ausgabe September 1959),

mein RdErl. v. 25. 7. 1960 (MBI. NW. S. 2253/SMI. NW. 23234),

DIN 4163 — Ziegelsplittbeton, Bestimmungen für die Herstellung und Verwendung — § 2 (Ausgabe Februar 1951),

mein RdErl. v. 20. 6. 1952 (MBI. NW. S. 801/SMI. NW. 2323),

so gilt diese Regelung auch für Traßzement nach DIN 1164 (Ausgabe Juni 1970).

Da Sulfathüttenzement nicht mehr hergestellt wird, ist das Normblatt DIN 4210 vom Fachnormenausschuß Bauwesen im Deutschen Normenausschuß ersatzlos zurückgezogen worden (vgl. mein RdErl. v. 28. 1. 1971 — MBI. NW. S. 641/SMI. NW. 23231).

3. Soweit Zement nach DIN 1045 § 5.3 verlangt wird, wie in

DIN 1046 — Bestimmungen für Ausführung von Stahlsteindecken — § 3.2 (Ausgabe 1943 x), RdErl. v. 9. 8. 1943 (RABl. S. I 488/ZdB. S. 301),

DIN 1047 — Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton — § 2 (Ausgabe 1943 x), RdErl. v. 3. 4. 1944 (RABl. S. I 157/ZdB. S. 89),

DIN 4028 — Bestimmungen für die Herstellung und Verlegung von Stahlbetonhohlblechen — § 4.1 (Ausgabe Oktober 1938), RdErl. v. 12. 10. 1938 (RABl. S. I 371/ZdB. S. 1377) und

DIN 4225 — Fertigbauteile aus Stahlbeton; Richtlinien für Herstellung und Anwendung — § 5.5 (Ausgabe Februar 1951 xx), RdErl. v. 1. 8. 1955 (MBI. NW. S. 1661/SMI. NW. 23234),

weise ich auf die Abschnitte 3 und 4 meines RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 641/SMI. NW. 23231) hin.

### 4. Prüfungen

- 4.1. Bei Verwendung von Zement nach DIN 1164, Ausgabe Juni 1970, darf auf die in DIN 1045, Ausgabe November 1959, § 6.1 geforderte Erstarrungs- und Raumbeständigkeitsprüfung verzichtet werden, mein RdErl. v. 28. 1. 1971 (MBI. NW. S. 641/SMI. NW. 23231).

- 4.2. Der Verzicht auf eine Eignungsprüfung nach DIN 1048, Ausgabe 1943 Vorbemerkung, Abschnitt 1. a) 1. Absatz, RdErl. v. 3. 4. 1944 (RABl. S. I 157/ZdB. S. 89), ist nur dann zulässig, wenn bei früheren Eignungsprüfungen bereits Zement nach DIN 1164, Ausgabe Juni 1970, des gleichen Lieferwerks und der gleichen Zementart und Festigkeitsklasse verwendet wurde. Bei Verwendung von Zement der neuen Festigkeitsklasse Z 250 sind stets Eignungsprüfungen durchzuführen.

5. Mein RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBI. NW. 2323) wird in dem Verzeichnis der Anlage in Spalte 7 (weitere Erlasse) durch nachstehende Zitate ergänzt:

In Abschnitt 2.4 bei

DIN 4163: „Änderung von DIN 4163 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

In Abschnitt 3 bei

DIN 4028: „Änderung von DIN 4028 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 4225: „Änderung von DIN 4225 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

In Abschnitt 5.3 bei

DIN 1045: „Änderung von DIN 1045 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 1046: „Änderung von DIN 1046 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 1047: „Änderung von DIN 1047 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 4227: „Änderung von DIN 4227 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 4232: „Änderung von DIN 4232 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 4030: „Änderung von DIN 4030 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

DIN 1048: „Änderung von DIN 1048 infolge Neuausgabe von DIN 1164 RdErl. v. 28. 1. 1971 MBl. NW. S. 675/SMBI. NW. 2323“

— MBl. NW. 1971 S. 675.

#### **Einzelpreis dieser Nummer 4,50 DM**

Einzellieferungen nur durch den August Bagel Verlag, Düsseldorf, gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. 0,30 DM Versandkosten auf das Postscheckkonto Köln 85 16 oder auf das Girokonto 35 415 bei der Westdeutschen Landesbank, Girozentrale Düsseldorf. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer bei dem August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Druck: A. Bagel, Düsseldorf; Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt ist, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 15,80 DM, Ausgabe B 17,— DM.

**Die genannten Preise enthalten 5,5% Mehrwertsteuer.**