

# DIN EN 196-2:2026-03 (D)

## Prüfverfahren für Zement - Teil 2: Chemische Analyse von Zement; Deutsche Fassung EN 196-2:2025

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Europäisches Vorwort.....  | 12    |
| Einleitung .....   | 14    |
| 1 Anwendungsbereich.....   | 15    |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 15    |
| 3 Begriffe .....   | 16    |
| 4 Allgemeine Prüfanforderungen.....  | 16    |
| 4.1 Anzahl der Bestimmungen .....  | 16    |
| 4.2 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision .....                               | 17    |
| 4.3 Angabe von Massen, Volumina, Faktoren und Ergebnissen .....                    | 17    |
| 5 Nasschemische Analyse.....   | 17    |
| 5.1 Allgemeines.....   | 17    |
| 5.1.1 Glühverfahren .....  | 17    |
| 5.1.2 Bestimmung der Massenkonstanz.....   | 17    |
| 5.1.3 Nachweis der Chloridfreiheit (Prüfen mit Silbernitratlösung) .....           | 18    |
| 5.1.4 Blindwertbestimmungen.....   | 18    |
| 5.1.5 Herstellung einer Zementprobe für die Prüfung.....                           | 18    |
| 5.2 Reagenzien .....   | 18    |
| 5.2.1 Allgemeines.....   | 18    |
| 5.2.2 Salzsäure, konzentriert (HCl).....   | 19    |
| 5.2.3 Salzsäure, verdünnt (1 + 1) .....  | 19    |
| 5.2.4 Salzsäure, verdünnt (1 + 2) .....  | 19    |
| 5.2.5 Salzsäure, verdünnt (1 + 3) .....  | 19    |
| 5.2.6 Salzsäure, verdünnt (1 + 9) .....  | 19    |
| 5.2.7 Salzsäure, verdünnt (1 + 11).....  | 19    |
| 5.2.8 Salzsäure, verdünnt (1 + 19).....  | 19    |
| 5.2.9 Salzsäure, verdünnt (1 + 99).....  | 19    |
| 5.2.10 Salzsäure, verdünnt, mit pH-Wert ( $1,60 \pm 0,05$ ) .....                  | 19    |
| 5.2.11 Flusssäure, konzentriert (>40 %) (HF).....                                  | 20    |
| 5.2.12 Flusssäure, verdünnt (1 + 3).....   | 20    |
| 5.2.13 Salpetersäure, konzentriert (HNO <sub>3</sub> ).....                        | 20    |
| 5.2.14 Salpetersäure, verdünnt (1 + 2).....  | 20    |
| 5.2.15 Salpetersäure, verdünnt (1 + 100) .....                                     | 20    |
| 5.2.16 Schwefelsäure, konzentriert (>98 %) (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) ..... | 20    |
| 5.2.17 Schwefelsäure, verdünnt (1 + 1).....  | 20    |
| 5.2.18 Schwefelsäure, verdünnt (1 + 4).....  | 20    |
| 5.2.19 Perchlorsäure, konzentriert (HClO <sub>4</sub> ) .....                      | 20    |
| 5.2.20 Phosphorsäure, konzentriert (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ).....          | 20    |
| 5.2.21 Phosphorsäure, verdünnt (1 + 19) .....                                      | 20    |
| 5.2.22 Borsäure (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ) .....                            | 20    |
| 5.2.23 Essigsäure, konzentriert (CH <sub>3</sub> COOH) .....                       | 20    |
| 5.2.24 Aminoessigsäure, konzentriert (NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH).....   | 20    |
| 5.2.25 Chrom (Cr), metallisch, pulverförmig.....                                   | 20    |
| 5.2.26 Ammoniumhydroxid, konzentriert (NH <sub>4</sub> OH).....                    | 20    |
| 5.2.27 Ammoniumhydroxid, verdünnt (1 + 1) .....                                    | 20    |
| 5.2.28 Ammoniumhydroxid, verdünnt (1 + 10) .....                                   | 20    |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 5.2.29 | Ammoniumhydroxid, verdünnt (1 + 16) .....  | 20 |
| 5.2.30 | Natriumhydroxid (NaOH) .....   | 20 |
| 5.2.31 | Natriumhydroxidlösung (4 mol/l).....   | 20 |
| 5.2.32 | Natriumhydroxidlösung (2 mol/l).....   | 20 |
| 5.2.33 | Ammoniumchlorid (NH <sub>4</sub> Cl) .....   | 21 |
| 5.2.34 | Zinn(II)-chlorid (SnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O) .....  | 21 |
| 5.2.35 | Kaliumiodat (KIO <sub>3</sub> ), bei (120 ± 5) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....   | 21 |
| 5.2.36 | Kaliumperiodat (KIO <sub>4</sub> ) .....   | 21 |
| 5.2.37 | Natriumperoxid (Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), pulverförmig .....   | 21 |
| 5.2.38 | Natriumchlorid (NaCl), bei (110 ± 5) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....   | 21 |
| 5.2.39 | Kaliumchlorid (KCl), bei (110 ± 5) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....   | 21 |
| 5.2.40 | Natriumcarbonat (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) bei (250 ± 10) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....                              | 21 |
| 5.2.41 | Natriumcarbonat/Natriumchlorid-Gemisch .....   | 21 |
| 5.2.42 | Bariumchloridlösung .....  | 21 |
| 5.2.43 | Silbernitrat (AgNO <sub>3</sub> ), bei (150 ± 5) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....   | 21 |
| 5.2.44 | Silbernitratlösung .....   | 21 |
| 5.2.45 | Silbernitratlösung (0,05 mol/l) .....  | 21 |
| 5.2.46 | Natriumcarbonatlösung.....   | 21 |
| 5.2.47 | Kaliumhydroxidlösung.....  | 21 |
| 5.2.48 | Ammoniakalische Zinksulfatlösung.....  | 21 |
| 5.2.49 | Bleiacetatlösung .....   | 21 |
| 5.2.50 | Stärke­lösung .....  | 22 |
| 5.2.51 | Polyethylenoxidlösung.....   | 22 |
| 5.2.52 | Borsäure­lösung, gesättigt.....  | 22 |
| 5.2.53 | Zitronensäure­lösung.....  | 22 |
| 5.2.54 | Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ), (Reinheit > 99,9 %) bei (200 ± 10) °C zur Massenkonstanz getrocknet.....                       | 22 |
| 5.2.55 | Ammoniummolybdat­lösung .....  | 22 |
| 5.2.56 | Kupfersulfat­lösung .....  | 22 |
| 5.2.57 | Ammoniumacetat­lösung.....   | 22 |
| 5.2.58 | Triethanolamin [N(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH) <sub>3</sub> ] (>99 %), verdünnt zu einer Lösung (1 + 4) .....                 | 22 |
| 5.2.59 | Reduktions­lösung .....  | 22 |
| 5.2.60 | Puffer­lösung, pH-Wert 1,40 .....  | 23 |
| 5.2.61 | Kaliumiodat-/­iodid-­Lösung, eingestellt, etwa 0,016 6 mol/l .....   | 23 |
| 5.2.62 | Natriumthiosulfat­lösung, etwa 0,1 mol/l .....   | 23 |
| 5.2.63 | Mangan­lösung, eingestellt.....  | 24 |
| 5.2.64 | Siliciumdioxid­lösung, eingestellt.....  | 25 |
| 5.2.65 | Calciumionen-Standard­lösung, etwa 0,01 mol/l.....   | 27 |
| 5.2.66 | EDTA-­Lösung, etwa 0,03 mol/l .....  | 27 |
| 5.2.67 | Kupfer-EDTA-­Lösung .....  | 28 |
| 5.2.68 | EGTA-­Lösung, etwa 0,03 mol/l.....   | 28 |
| 5.2.69 | DCTA-­Lösung, etwa 0,01 mol/l .....  | 29 |
| 5.2.70 | Murexid-Indikator .....  | 30 |
| 5.2.71 | Calcein-Indikator.....   | 30 |
| 5.2.72 | Calcon-Indikator.....  | 30 |
| 5.2.73 | Sulfosalicylsäure-Indikator (Salicylsulfonsäure-(5), Dihydrat) .....   | 30 |
| 5.2.74 | PAN-Indikator .....  | 30 |
| 5.2.75 | Methylthymolblau-Indikator.....  | 31 |
| 5.2.76 | Calcein-Methylthymolblau-Mischindikator.....   | 31 |
| 5.2.77 | Patton-Reeders-Reagens.....  | 31 |
| 5.2.78 | Mischindikator.....  | 31 |
| 5.2.79 | Ammoniumthiocyanat (NH <sub>4</sub> SCN) .....   | 31 |
| 5.2.80 | Ammoniumthiocyanat­lösung, etwa 0,05 mol/l.....  | 31 |
| 5.2.81 | Gesättigte wässrige Ammonium­eisen(III)-sulfat­lösung, (NH <sub>4</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O) ..... | 31 |
| 5.2.82 | Indikator­lösung.....  | 31 |
| 5.2.83 | Kupfer(II)-sulfat (CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O).....  | 31 |
| 5.2.84 | Gesättigte wässrige Kupfersulfat(II)-­lösung (5.2.83).....   | 31 |
| 5.2.85 | Absorptionsmittel für Schwefelwasserstoff .....  | 31 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.2.86  | Absorptionsmittel für Wasser.....  | 31 |
| 5.2.87  | Absorptionsmittel für Kohlenstoffdioxid.....   | 32 |
| 5.2.88  | Quecksilber(II)-chlorid (HgCl <sub>2</sub> ).....  | 32 |
| 5.2.89  | Alkalistammlösung.....   | 32 |
| 5.2.90  | Säurestammlösung (HCl/H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ).....  | 32 |
| 5.2.91  | Calciumstammlösung.....  | 32 |
| 5.2.92  | Alkalistammlösung (Alternativverfahren).....   | 32 |
| 5.2.93  | Caesiumchlorid (CsCl).....   | 32 |
| 5.2.94  | Aluminiumnitrat (Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O).....  | 32 |
| 5.2.95  | Pufferlösung.....  | 32 |
| 5.2.96  | Reagens zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes.....  | 32 |
| 5.2.97  | Tetrafluoroborsäure (HBF <sub>4</sub> , Massenanteil in Prozent: ≥ 38).....  | 33 |
| 5.2.98  | Weinsäure (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> ) in Lösung, 1 %.....  | 33 |
| 5.2.99  | Oxalsäure (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) in Lösung, 10 %.....   | 33 |
| 5.2.100 | Ascorbinsäure (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> ) in Lösung, 2,8 %.....  | 33 |
| 5.2.101 | Aceton (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O).....  | 33 |
| 5.3     | Geräte.....  | 33 |
| 5.3.1   | Waage(n), mit einer Fehlergrenze von höchstens ±0,000 5 g.....   | 33 |
| 5.3.2   | Tiegel.....  | 33 |
| 5.3.3   | Tiegelunterlage(n) aus feuerfestem keramischem Material.....   | 33 |
| 5.3.4   | Porzellanschale, mit einem Fassungsvermögen von etwa 200 ml.....   | 33 |
| 5.3.5   | Elektroöfen/-öfen mit natürlicher Belüftung, einstellbar auf folgende Temperaturen:<br>(500 ± 10) °C, (950 ± 25) °C und (1 175 ± 25) °C.....   | 33 |
| 5.3.6   | Labortrockenschrank/-schränke, einstellbar auf folgende Temperaturen: (110 ± 5) °C,<br>(120 ± 5) °C, (150 ± 5) °C, (200 ± 10) °C und (250 ± 10) °C.....  | 33 |
| 5.3.7   | Exsikkator(en), mit getrocknetem Magnesiumperchlorat (Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ) oder Silicagel. Für<br>den Fall der Verwendung eines Silicagels mit Feuchteindikator wird ein schadstofffreier<br>Indikator empfohlen.....  | 33 |
| 5.3.8   | Kugelkühler.....   | 33 |
| 5.3.9   | Gerät zur Bestimmung des Sulfidgehalts.....  | 33 |
| 5.3.10  | Photometer, zur Messung der Extinktion einer Lösung bei etwa 525 nm, 815 nm und<br>810 nm.....   | 34 |
| 5.3.11  | Photometerküvetten.....  | 34 |
| 5.3.12  | Gerät zur Messung der Extinktion einer Lösung in einem Titrationsbecher unter Rühren<br>bei 520 nm und 620 nm.....   | 34 |
| 5.3.13  | Magnetrührer und Rührstab, z. B. Magnetrührstab mit einem inerten<br>PTFE-ummantelten Stab.....  | 34 |
| 5.3.14  | Verdampfungsgerät, einstellbar auf (105 ± 5) °C, z. B. Wasserbad oder Heizplatte.....  | 34 |
| 5.3.15  | Sandbad oder Heizplatte, einstellbar auf etwa 400 °C.....  | 34 |
| 5.3.16  | Aschefreie Papierfilter.....   | 34 |
| 5.3.17  | Volumenmessgeräte aus Glas, müssen Analysengenauigkeit aufweisen, d. h. Klasse A<br>nach EN ISO 385 und EN ISO 835.....  | 35 |
| 5.3.18  | Gerät und Zubehör zur Bestimmung des pH-Wertes.....  | 35 |
| 5.3.19  | Gerät zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Referenzverfahren).....  | 35 |
| 5.3.20  | Gerät zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren).....  | 36 |
| 5.3.21  | Gerät zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes: Calcimeter nach Dietrich-Frühling<br>(Alternativverfahren).....  | 37 |
| 5.3.22  | Flammenphotometer, hinreichend konstant und in der Lage, die Intensität des von der<br>Flamme ausgesendeten Lichtes bei einer bestimmten Wellenlänge mit einer<br>Fehlergrenze von höchstens ±1 nm zu messen. Um eine Störung der Bestimmung durch<br>Erdalkalien zu vermeiden, muss das Flammenphotometer mit einer Propan-Luft- oder<br>Butan-Luft-Flamme mit verhältnismäßig niedriger Temperatur betrieben werden..... | 38 |
| 5.3.23  | Platinschale.....  | 38 |
| 5.3.24  | Papierfilter, mittelporig, in heißem Wasser vorgewaschen.....  | 38 |
| 5.3.25  | Rührstab, flusssäurebeständig, z. B. aus Platin.....   | 38 |
| 5.3.26  | Oberflächenverdampfer, mit dem die Eindampfung von Proben in wässriger Lösung zur<br>Trockne möglich ist.....  | 38 |
| 5.3.27  | Potentiometer, mit einer Fehlergrenze von höchstens ±1 mV.....   | 38 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 5.3.28 | Chloridionenselektive Elektrode, kristalline Festkörperelektrode mit Membran. Die Membran besteht aus einem festphasigen Salz eines Silbersulfids/Silberchlorids (Ag <sub>2</sub> S/AgCl)..... | 38 |
| 5.3.29 | Referenzelektrode, Silberchloridelektrode oder eine andere Referenzelektrode .....   | 38 |
| 5.3.30 | Infrarotspektrometer zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes.....   | 39 |
| 5.3.31 | Erlenmeyerkolben (PTFE), mit geringen Siliciumdioxid-Blindwerten und beständig gegenüber Kaliumhydroxidlösung.....   | 39 |
| 5.3.32 | Membranfilter, z. B. Celluloseacetat mit einem mittleren Porendurchmesser von 0,8 µm .....   | 39 |
| 5.4    | Durchführung der Analyse .....   | 39 |
| 5.4.1  | Bestimmung des Glühverlustes .....   | 39 |
| 5.4.2  | Bestimmung des Sulfats .....   | 40 |
| 5.4.3  | Bestimmung des in Salzsäure und Natriumcarbonat unlöslichen Rückstands.....  | 41 |
| 5.4.4  | Bestimmung von reaktivem Siliciumdioxid .....  | 42 |
| 5.4.5  | Bestimmung des Sulfids .....   | 45 |
| 5.4.6  | Bestimmung des Mangans.....  | 47 |
| 5.5    | Bestimmung der Hauptbestandteile.....  | 48 |
| 5.5.1  | Kurzbeschreibung.....  | 48 |
| 5.5.2  | Aufschluss mit Natriumperoxid.....   | 49 |
| 5.5.3  | Abscheiden und Bestimmen des Siliciumdioxids — Verfahren mit doppeltem Eindampfen (Referenzverfahren).....   | 50 |
| 5.5.4  | Abscheiden und Bestimmen des Siliciumdioxids — Verfahren mit Polyethylenoxid (Alternativverfahren) .....   | 51 |
| 5.5.5  | Aufschluss mit Salzsäure und Ammoniumchlorid und Fällen des Siliciumdioxids (Alternativverfahren) .....  | 52 |
| 5.5.6  | Bestimmung von reinem Siliciumdioxid .....   | 53 |
| 5.5.7  | Aufschließen des Abrauchrückstands.....  | 53 |
| 5.5.8  | Bestimmung von gelöstem Siliciumdioxid.....  | 54 |
| 5.5.9  | Bestimmung des Gesamtgehaltes an Siliciumdioxid .....  | 54 |
| 5.5.10 | Bestimmung von Eisen(III)-oxid .....   | 55 |
| 5.5.11 | Bestimmung von Aluminiumoxid .....   | 56 |
| 5.5.12 | Bestimmung von Calciumoxid mit EGTA (Referenzverfahren).....   | 57 |
| 5.5.13 | Bestimmung von Magnesiumoxid mit DCTA (Referenzverfahren).....   | 58 |
| 5.5.14 | Bestimmung von Calciumoxid mit EDTA (Alternativverfahren) .....  | 59 |
| 5.5.15 | Bestimmung von Magnesiumoxid mit EDTA (Alternativverfahren) .....  | 60 |
| 5.5.16 | Bestimmung des Chloridanteils.....   | 61 |
| 5.5.17 | Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Referenzverfahren) .....   | 64 |
| 5.5.18 | Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren) .....   | 65 |
| 5.5.19 | Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren) .....   | 67 |
| 5.5.20 | Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren) .....   | 69 |
| 5.5.21 | Bestimmung des Alkalianteils (Referenzverfahren).....  | 71 |
| 5.5.22 | Bestimmung des Alkalianteils (Alternativverfahren).....  | 75 |
| 6      | Chemische Röntgenfluoreszenzanalyse.....   | 77 |
| 6.1    | Reagenzien und Referenzmaterialien .....   | 77 |
| 6.1.1  | Analysenreine Reagenzien.....  | 77 |
| 6.1.2  | Referenzmaterialien .....  | 78 |
| 6.1.3  | Kalibrierstandards .....   | 78 |
| 6.1.4  | Bindemittel.....   | 78 |
| 6.2    | Geräte.....  | 78 |
| 6.3    | Aufschlussmittel .....   | 79 |
| 6.3.1  | Auswahl des Aufschlussmittels.....   | 79 |
| 6.3.2  | Feuchtegehalt von Aufschlussmitteln.....   | 80 |
| 6.3.3  | Verhältnis Aufschlussmittel zu Probe .....   | 80 |
| 6.3.4  | Antinetzmittel .....   | 81 |
| 6.4    | Bestimmung des Glühverlustes und der Massenänderung beim Schmelzaufschluss des Zements .....   | 81 |
| 6.4.1  | Kurzbeschreibung.....  | 81 |
| 6.4.2  | Durchführung .....   | 81 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 6.4.3  | Berechnung und Angabe der Ergebnisse .....  | 82  |
| 6.4.4  | Wiederholpräzision und Vergleichspräzision für den Glühverlust.....   | 83  |
| 6.5    | Faktorisierung von Prüfergebnissen und Korrektur von Gesamtanalysen für den Gehalt an Sulfiden und Halogeniden..... | 83  |
| 6.5.1  | Allgemeines .....   | 83  |
| 6.5.2  | Faktorisierung der Prüfergebnisse von Schmelztablettenanalysen .....  | 83  |
| 6.5.3  | Korrektur der Gesamt-Oxidanalyse für Sulfide und Halogenide.....  | 84  |
| 6.6    | Herstellung von Schmelztabletten und Pulverpresslingen .....  | 86  |
| 6.6.1  | Allgemeines .....   | 86  |
| 6.6.2  | Umformen der Probe in Schmelztabletten.....   | 86  |
| 6.6.3  | Gießen der Schmelztabletten .....   | 87  |
| 6.6.4  | Automatische Schmelztablettenherstellung .....  | 88  |
| 6.6.5  | Lagerung.....   | 88  |
| 6.6.6  | Pulverpresslinge.....   | 88  |
| 6.7    | Kalibrierung und Validierung .....  | 88  |
| 6.7.1  | Kurzbeschreibung.....   | 88  |
| 6.7.2  | Proben für die Kalibrierung und Validierung.....  | 89  |
| 6.7.3  | Erst-Kalibrierung .....   | 90  |
| 6.7.4  | Spektrometernachprüfung .....   | 94  |
| 6.7.5  | Nachprüfung des Herstellungsverfahrens .....  | 96  |
| 6.8    | Berechnung und Angabe der Ergebnisse .....  | 99  |
| 6.9    | Leistungskriterien (Wiederhol-, Genauigkeits- und Vergleichsgrenzen).....   | 100 |
| 7      | Chemische Analyse mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES).....           | 100 |
| 7.1    | Bestimmung von SO <sub>3</sub> — Alternativverfahren.....   | 100 |
| 7.1.1  | Kurzbeschreibung.....   | 100 |
| 7.1.2  | Reagenzien und Materialien .....  | 100 |
| 7.1.3  | Geräte .....  | 100 |
| 7.1.4  | Durchführung .....  | 101 |
| 7.1.5  | Kalibrierung.....   | 101 |
| 7.1.6  | Probenherstellung.....  | 101 |
| 7.1.7  | Messung.....  | 102 |
| 7.1.8  | Prüfverfahren.....  | 102 |
| 7.1.9  | Berechnung und Angabe der Ergebnisse.....   | 103 |
| 7.1.10 | Wiederholpräzision und Vergleichspräzision .....  | 103 |
|        | Anhang A (informativ) Beispiele für Aufschlussmittel .....  | 104 |
|        | Anhang B (informativ) Quellen zertifizierter Referenzmaterialien.....   | 105 |
|        | Anhang C (informativ) Beispiele für Kalibrierstandards und Überwachungs-Schmelztabletten und -Presslinge.....       | 106 |
|        | Anhang D (informativ) Hinweise zur Herstellung von Kalibrierstandardlösungen .....                                  | 107 |
| D.1    | Stammlösungen.....  | 107 |
| D.2    | Blindwert-Bezugslösung.....   | 107 |
|        | Literaturhinweise .....   | 108 |

## Bilder

|        |  |    |
|--------|--|----|
| Bild 1 | — Typisches Gerät zur Bestimmung des Sulfids .....                                       | 34 |
| Bild 2 | — Typisches Gerät zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Referenzverfahren).....    | 36 |
| Bild 3 | — Typisches Gerät zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren) ..... | 37 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Bild 4</b> — Typisches Calcimeter nach Dietrich-Frühling zur Bestimmung des Gesamt-Carbonatgehaltes (Alternativverfahren)..... | <b>38</b> |
| <b>Bild 5</b> — Schematische Darstellung des Analysengangs für die Bestimmung der Hauptbestandteile.....                          | <b>49</b> |
| <b>Bild 6</b> — Messung des CO <sub>2</sub> -Volumens — Absorptionskurve .....  | <b>69</b> |
| <b>Bild 7</b> — Kalibrierungsvalidierung.....   | <b>93</b> |
| <b>Bild 8</b> — Entscheidungsschema für die Validierung von Analysen — Überprüfung des Messgeräts .....                           | <b>95</b> |

## **Tabellen**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Tabelle 1</b> — Mangankonzentration der Bezugslösungen .....  | <b>25</b>  |
| <b>Tabelle 2</b> — Zusammensetzung der Ausgleichslösungen für ein Volumen von 500 ml.....  | <b>26</b>  |
| <b>Tabelle 3</b> — Zusammensetzung der Siliciumdioxid-Bezugslösungen und ihr Siliciumdioxid-Gehalt.....                                      | <b>26</b>  |
| <b>Tabelle 4</b> — Bezugslösungen für lösliches Siliciumdioxid .....   | <b>44</b>  |
| <b>Tabelle 5</b> — Wasserdampfdruck PH <sub>2</sub> O (mmHg) nach Temperatur .....   | <b>69</b>  |
| <b>Tabelle 6</b> — Volumina der Lösungen für die Herstellung von Bezugslösungen sowie der Konzentrationen an Natriumoxid und Kaliumoxid..... | <b>72</b>  |
| <b>Tabelle 7</b> — Mengen der Stammlösung, die den Messkolben zuzusetzen sind .....  | <b>75</b>  |
| <b>Tabelle 8</b> — Alkaligehalt der Stammlösungen in den Messkolben.....   | <b>75</b>  |
| <b>Tabelle 9</b> — Wiederholgrenzen für die Validierung von Analysen .....   | <b>97</b>  |
| <b>Tabelle 10</b> — Genauigkeitsgrenzen für die Validierung.....   | <b>98</b>  |
| <b>Tabelle 11</b> — Anhand zertifizierter Referenzmaterialien erreichte Vergleichsgrenzen.....   | <b>98</b>  |
| <b>Tabelle 12</b> — Empfohlene Wellenlängen .....  | <b>101</b> |
| <b>Tabelle C.1</b> — Kalibrierstandards für die Kalibrierung der Analyse von CEM-I-Zementen .....  | <b>106</b> |
| <b>Tabelle C.2</b> — Zusammensetzung der Kalibrierstandards nach Tabelle C.1.....  | <b>106</b> |
| <b>Tabelle D.1</b> — Beispiele für die Herstellung der Kalibrierstandardlösung.....  | <b>107</b> |