

Lernzettel

Zementherstellung, Hydratationsprozesse und Betonkennwerte

Universität: Technische Universität Berlin
Kurs/Modul: Baustoffe und Bauchemie I
Erstellungsdatum: September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Baustoffe und Bauchemie I

Lernzettel: Zementherstellung, Hydratationsprozesse und Betonkennwerte

(1) Zementherstellung. Der Zementherstellungsweg umfasst Rohmaterialaufnahme, Mahlung, Homogenisierung, Brennen im Drehofen, Klinkerbildung und Endmischung mit Zusatzstoffen. Zentrale Knotenpunkte sind:

- Rohstoffe: Kalkstein (CaCO_3) als Hauptrohstoff; Ton/Silikate liefern Al_2O_3 und SiO_2 .
- Mahlung und Homogenisierung: Feinmahlung der Rohstoffe, Erzielung einer guten Reaktionsfläche.
- Brennen: Bildung von Klinker bei ca. 1400–1500 °C.
- Endmischung: Zugabe von Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und ggf. Zusatzstoffen zur Beeinflussung der Hydratation.

Typische Zementphasen im Klinker sind C_3S , C_2S , C_3A und C_4AF deren Mengenverhältnis bestimmt Eigenschaften und Hydratation.

(2) Hydratationsprozesse. Bei Kontakt mit Wasser beginnt die Hydratation des Zements. Zentrale Produkte und Prozesse:

- Hauptreaktionen: Bildung von Calciumsilikathydrat (C–S–H) und Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).
- Weitere Hydratationsprodukte wie Ettringit (AFt) oder Monosulfat (AFm) hängen von Sulfat-Gehalten ab.
- Hydratationswärme: Freigesetzte Wärme Q beeinflusst Temperaturverläufe im Beton; stark abhängig von W/Z, Zementfeinheit und Temperatur.

Wichtige Einflussfaktoren:

- Wasser/Zement-Verhältnis (W/Z): geringeres W/Z erhöht Festigkeit, verringert Verarbeitbarkeit.
- Zementfeinheit (z. B. Blaine-Wert): gröbere Feinstarbeit beschleunigt oder verzögert Hydratation je nach Exposition.
- Temperatur und Nachbehandlung: höhere Temperaturen beschleunigen, geeignete Nachbehandlung reduziert Frühschwind.
- Zusatzstoffe: Fließmittel, Beschleuniger, Verzögerer oder Mineraladditive verändern Hydratationskinetik.

(3) Betonkennwerte. Relevante Kennwerte zur Bewertung von Zement und Beton:

- Druckfestigkeit f_c : charakteristische Festigkeit bei 28 Tagen; stark abhängig von W/Z, Zementqualität und Gesteinskörnung.
- Festigkeitsentwicklung: Frühfestigkeit (in den ersten Tagen) sowie stetige Zunahme bis ca. 90 Tage.
- Wasser-/Zement-Verhältnis (W/Z): beeinflusst Porenstruktur, Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

- Dichte und Porosität: Rohdichte ca. 2300–2500 kg/m³; Porosität beeinflusst Wasseraufnahme und Schwindverhalten.
- Wärmeentwicklung: Hydratationswärme kann Temperaturgradienten erzeugen und Rissrisiken erhöhen.
- Schrumpfung und Risse: Autogene Schrumpfung und bleibende Schrumpfung; beeinflusst durch Mischungsverhältnis, Nachbehandlung und Zusatzstoffe.
- Dauerhaftigkeit: Frost-Tau-Wechselfestigkeit, chemische Angriffe, Bewehrungskorrosion; abhängig von Zementtyp und Zusatzstoffen.

(4) Wichtige Formeln und Kennlinien.

$f_{c,28} \approx$ charakteristische Druckfestigkeit nach 28 Tagen (MPa)

$$f_c \propto \frac{1}{W/Z^n} \quad (\text{Festigkeitstrends je nach Verhältnis})$$

$$Q = \int_0^t \dot{Q}(t) dt \quad (\text{Hydratationswärme über die Zeit})$$

Dichteverhalten : $\rho \uparrow \Rightarrow$ Porosität $\downarrow$ bei konstantem Volumen

(5) Praxishinweise und Beispiele. - Kleinigkeiten in W/Z, Zementart oder Zusatzstoffen haben große Auswirkungen auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit. - Für praktische Planung: 28-Tage-Werte geben Orientierung, jedoch können echte Bauteile abweichen. - Praktika-Verweis: Es ist sinnvoll, Praktika zu Kennenlernen von Baustoffen, Gesteinskörnungen und Beton zu berücksichtigen, um Hydratationsprozesse sichtbar zu machen.

Zusammenfassung. Zementherstellung liefert den Bindemittelrohstoff, Hydratationsprozesse bilden die eigentliche Bindestruktur im Beton, und die Betonkennwerte definieren Festigkeit, Verarbeitung und Dauerhaftigkeit von Beton.