

# 1 Chemische Grundlagen der Konditionierung von ZM-Auskleidungen mit Phosphatsalzen

Im Laufe der Versuchsreihen zeigten sich die Behandlungen der ZM-Oberflächen mit Phosphatlösungen als besonders erfolgversprechendes Konditionierungsverfahren. Die folgenden Gleichungen stellen die Grundlagen der Ausfällung schwerlöslicher Calciumphosphate dar.

- 1) Hydrolyse des CaO im Zementmörtel bei Kontakt mit dem Porenwasser (Gleichung 22):



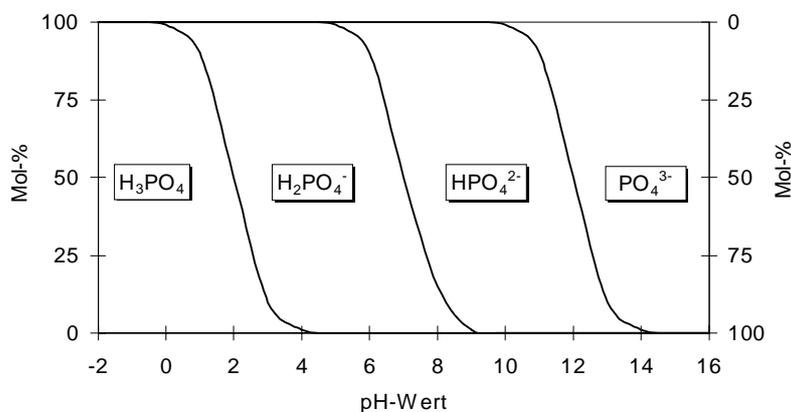
- 2) Fällung der  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen als Tricalciumphosphat (Gleichung 23):



- 3) Fällung der  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen als Calciumhydrogenphosphat („Brushit“) (Gleichung 24):



Ob die zur Fällung eingesetzten Phosphat-Ionen als primäres, sekundäres oder tertiäres Phosphat vorliegen, ist vom pH-Wert der Konditionierungslösung abhängig (Bild 2).



**Bild 2:** Phosphatspezieskonzentrationen als Funktion des pH-Wertes in einer Phosphat/Phosphorsäure-Lösung

---

Das  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  lässt sich in der typischen hexagonalen Apatit-Struktur  $\text{Ca}_9\Box(\text{PO}_4)_6\Box_2$  formulieren, wobei „ $\Box$ “ für einen unbesetzten Gitterplatz steht. Frisch gefälltes  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  liegt zunächst amorph vor. In Gegenwart von Wasser kann es zur Hydrolyse ( $\text{Ca}_9\Box(\text{PO}_4)_5(\text{HPO}_4)(\text{OH})$ ) und Bildung von kristallinem Tricalciumphosphat ( $\text{Ca}_9\Box(\text{PO}_4)_6\Box_2$ ) kommen (CORBRIDGE, 1990). In Gegenwart von  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  wandelt sich das Tricalciumphosphat bei  $\text{pH} > 8$  gemäß Gleichung 25 in das thermodynamisch stabilere Hydroxylapatit.



Ähnlich verhält es sich mit Brushit. Bei einem pH-Wert  $> \text{pH} 8$  wandelt sich das Brushit gemäß Gleichung 26 (Darstellung nicht stöchiometrisch!) über die Zwischenform Octacalcium-Phosphat ( $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) in das stabilere Hydroxylapatit um (CORBRIDGE, 1990).



Die Bildung von Hydroxylapatit auf der Zementmörteloberfläche ist aufgrund der Schwerlöslichkeit des Salzes das angestrebte Ziel.

