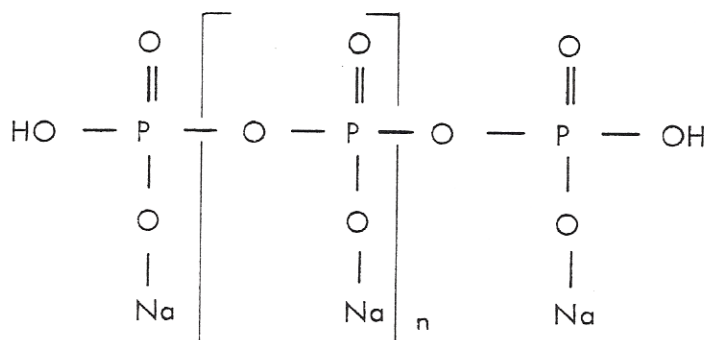


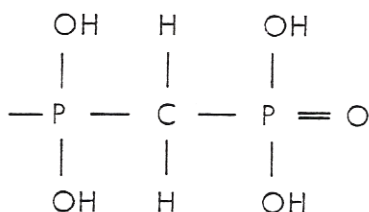
### THRESHOLD - EFFECT

Zur Stabilisierung der Härtebildner eines Wassers werden verschiedene Härtestabilisatoren eingesetzt. Die bekannteste Gruppe bilden die anorganischen Polyphosphate.

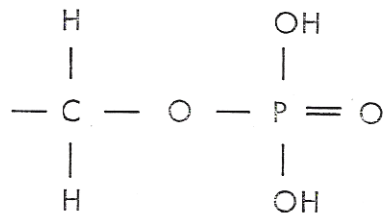
Die Polyphosphate werden heute meist zur Behandlung von Trinkwasser bei Temperaturen bis zu 60 °C und Karbonathärtewerten bis ca. 16 - 18 °dKH eingesetzt. Ein weiteres Einsatzgebiet bilden Durchlaufkühlsysteme, während der Einsatz in Kühlkreisläufen wegen zu geringer Hydrolysenbeständigkeit mehr und mehr zurückgeht. Nachstehend ist die Struktur eines Polyphosphates aufgezeichnet:



Für die Behandlung von Kühlwasser werden heute meist organische Phosphorverbindungen, die sogenannten Phosphonate verwendet. Im Vergleich zu der P-O-P-Bindung der Polyphosphate besitzen diese Produkte eine wesentlich beständigere P-C-P-Bindung. Sie sind daher praktisch thermisch und chemisch stabil und können die Karbonathärte im Normalfall bis zu ca. 20 °d KH stabilisieren. Nachstehend ist die Phosphor-Kohlenstoff-Bindung aufgezeichnet:



Zur Gruppe der organischen Phosphorverbindungen gehören weiter Phosphorsäure- Ester. Diese Stoffe sind jedoch weniger hydrolysenstabil als die Phosphonate. Sie haben folgende charakteristische Bindungen:



Weiterhin stehen verschiedene Härtestabilisiermittel für die Kühlwasserbehandlung zur Verfügung, z.B. synthetische Polymere der Acrylsäure und von Acrylamid.

Alle diese Stoffe besitzen die Eigenschaft, schon bei sehr geringen Zugabemengen die Ausfällungen von Härte bei Überschreiten der Sättigungsgrenze zu verhindern. Die Zugabemengen liegen dabei weit unter jenen Grenzen, die für eine chemische Verbindung der Härtestabilisiermittel mit den Härtebildnern erforderlich wären, es liegen also unterstöchiometrische Mengen vor.

Diesen Effekt bezeichnet man als "Threshold-Effekt" oder als "Schwelleneffekt" und die eingesetzten Härtestabilisiermittel als "Threshold-Inhibitoren".

Die Ausfällung von Kalziumkarbonat bei Erwärmung des Wassers nach der folgenden Formel wird damit verhindert.



Es gibt einige unterschiedliche Erklärungen für die Wirkungsweise der Härtestabilisierung durch den Threshold-Effekt. Eine Erklärung wird von B. Raistrick in Veröffentlichungen im Jahre 1949 und 1952 gegeben, die nachstehend in vereinfachter Form aufgeführt ist:

Die Kalzium-Ionen liegen im Calcit-Kristall an den Ecken gleichseitiger Dreiecke. Die Abstände zwischen den einzelnen Kalzium-Atomen betragen 0,496 nm. In der nachstehenden Skizze ist die Lage der Kalzium-Atome angedeutet. Ist der Threshold-Inhibitor ein Metaphosphat, so kann sich dieses in die Calcitgitterebenen einlagern. Die Abstände der Sauerstoffatome im Metaphosphat betragen 0,499 nm. Hierdurch wird der Aufbau eines regulären Calcitgitters gestört.

Da der Threshold-Inhibitor mit der Karbonathärte keine chemische Verbindung eingeht, wird der Ausfall von Kalziumkarbonat nur zeitlich verzögert. Diese Zeitverzögerung kann jedoch unter Umständen unendlich lang sein.

Schematische Darstellung des Threshold-Effects  
der Metaphosphate

Aus: Desalination, 8 (1970) 221 - 236

SCALE CONTROL BY THRESHOLD TREATMENT

M. N. Elliot, Process Technology Division, U. K. A. E. A. Research Group, Atomic Energy Research Establishment, Harwell (England)  
(Received January 20, 1970; in revised from April 25, 1970)

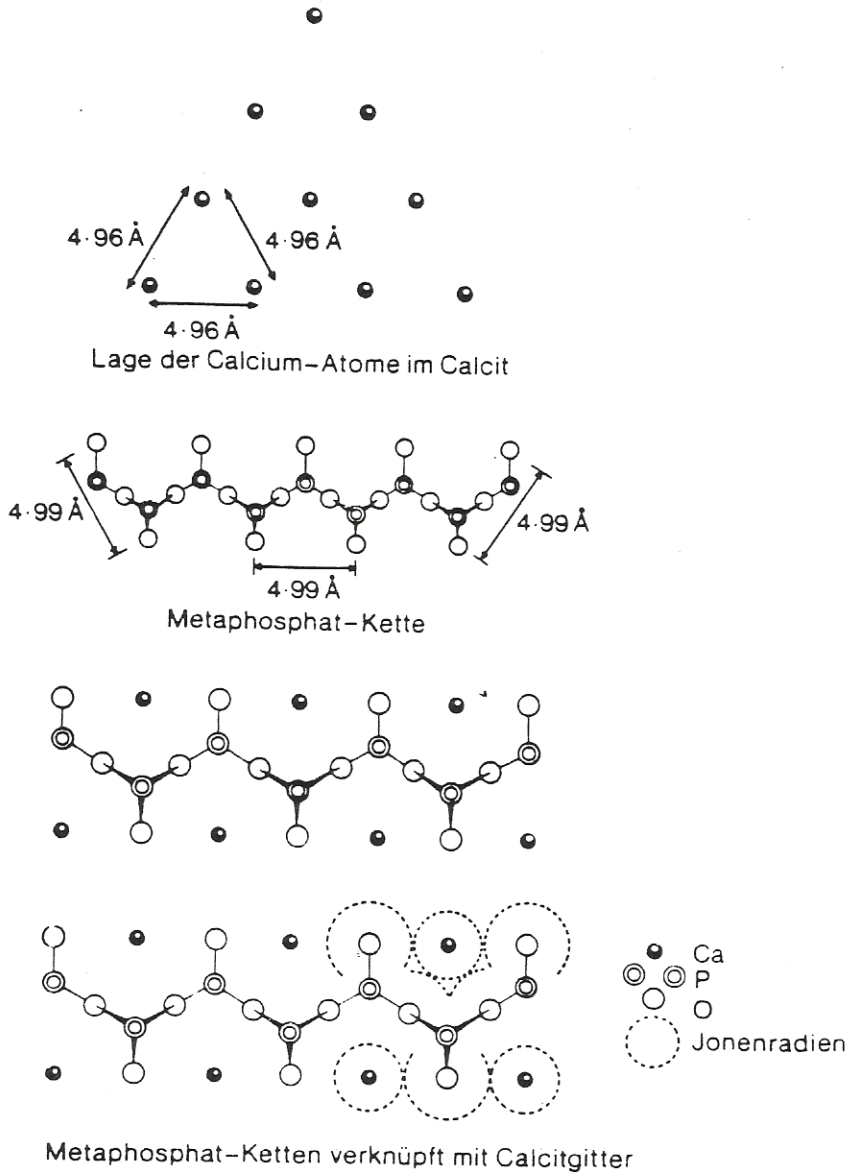


Fig. 6 Relationship between calcite and polyphosphate chain structures (9).

Desalination, 8 (1970) 221-236