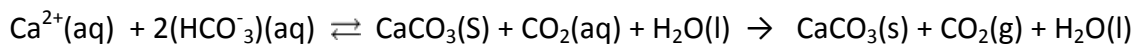


## Voorkom Kalkaanslag zonder Chemicaliën

Omzetting van Calciet naar Aragoniet door gebruik Vortex Process Technology®

### Ontstaan van kalkaanslag

In hard water zit veel kalk in de vorm van het redelijk oplosbare Calciumwaterstofcarbonaat,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , waardoor in het water calcium-  $\text{Ca}^{2+}$  en waterstofcarbonaat  $\text{HCO}_3^-$  -ionen aanwezig zijn. Bij het verwarmen ontsnapt kooldioxide  $\text{CO}_2$  en ontstaat het vaste Calciumcarbonaat  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ :

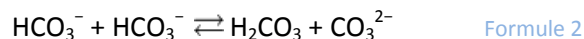


Formule 1

Het ontstane Calciumcarbonaat  $\text{CaCO}_3$  (Calciet polymorf) is warmte-isolerend en is daarom slecht voor de warmteoverdracht in bijv. een verwarmingselement. De bovenstaande reactie is in feite een samenstelling van twee evenwichtsreacties.

### Reactie 1: het carbonaat-waterstofcarbonaat-evenwicht

De  $\text{HCO}_3^-$  ionen reageren met zichzelf ( $\text{HCO}_3^-$  is amfooteer) volgens het volgende chemisch evenwicht:



Het gevormde  $\text{H}_2\text{CO}_3$  is onstabiel en valt uiteen in  $\text{CO}_2$  koolstofdioxide en  $\text{H}_2\text{O}$  water. Door het water te verwarmen neemt de oplosbaarheid van het koolzuurgas in water af en verdwijnt uit het water. Het bovenstaande chemisch evenwicht probeert het verdwenen  $\text{CO}_2$  aan te vullen, en zorgt ervoor dat er nieuwe  $\text{CO}_2$  gevormd wordt: het chemisch evenwicht verschuift naar rechts (volgens het principe van Le Châtelier). Omdat door het aanvullen van het  $\text{CO}_2$  er ook  $\text{CO}_3^{2-}$  wordt gevormd, dat niet uit de reactie verdwijnt, neemt de concentratie van de  $\text{CO}_3^{2-}$  ionen toe.

### Reactie 2: het oplosbaarheids-evenwicht van Calciumcarbonaat

De aanwezige  $\text{Ca}^{2+}$  ionen zullen reageren met de nu in grote mate aanwezige,  $\text{CO}_3^{2-}$  ionen tot Calciumcarbonaat (ketelsteen):



Aangezien Calciumcarbonaat slecht oplosbaar is in water, zal dit evenwicht sterk naar rechts liggen.

## Aragoniet kristallisatie in de Vortex

In de Limeteq Converter™ wordt, door middel van de Vortex Process Technology®, een krachtige en stabiele Vortex ontwikkeld. Feitelijk is dit een **gecontroleerde cavitatie**. In figuur<sub>1</sub> is een ongecontroleerde cavitatie te zien, gecreëerd door de onderdruk van een schepsschroef. De Vortex onttrekt ongebonden gassen uit het water door een onderdruk in het midden van de Vortex, ofwel gecontroleerde cavitatie. Alle ongebonden gassen, waaronder kooldioxide CO<sub>2</sub> gassen, worden door de onderdruk uit het water onttrokken. Het redelijk oplosbare Calciumwaterstofcarbonaat Ca(HCO<sub>3</sub>)(aq) zal door dit proces worden omgezet in Calciumcarbonaat CaCO<sub>3</sub> (s), zie formule<sub>1</sub>.



Figure 1 Ongecontroleerde cavitatie

### Er is echter één belangrijk verschil, de opbouw van het CaCO<sub>3</sub> kristalstructuur!

Het Calciumcarbonaat CaCO<sub>3</sub> dat wordt gevormd in de Vortex Process Technology® kristalliseert anders uit. Het **Aragoniet kristal** (figuur<sub>3</sub>) wordt gevormd in plaats van het **Calciet kristal** (figuur<sub>2</sub>). Tijdens de vorming van het Calciumcarbonaat, door het onttrekken van CO<sub>2</sub> gasbellen, **voorkomen de krachten van de Vortex** dat het Kristal zich vormt als Calciet. In plaats daarvan wordt de polymorf Aragoniet gevormd. De Aragoniet culturen die ontstaan in de Vortex zorgen ervoor dat er nog meer Aragoniet kristallen vormen, wanneer er Calciumcarbonaat CaCO<sub>3</sub> wordt gevormd in een later proces. De lengte van de Vortex, en daarmee de cavitatie-tunnel, bepaalt de hoeveelheid onttrekking van ongebonden gassen. Wanneer er meer kooldioxide CO<sub>2</sub> gas door de Vortex onttrokken wordt vormt er meer Calciumcarbonaat van de polymorf Aragoniet.

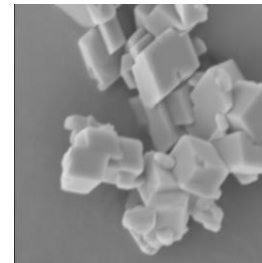


Figure 2 Calciet

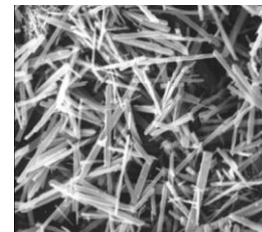


Figure 3 Aragoniet

## Eigenschappen Aragoniet

De polymorf Aragoniet heeft als belangrijkste eigenschap dat het **niet hecht**. Het Calciumcarbonaat CaCO<sub>3</sub> dat in de Vortex is gevormd blijft opgelost in water en zal niet aanslaan op warmtebronnen of andere oppervlaktes. **Een behandeling met zouten of chemicaliën is niet meer nodig**. Verder is Aragoniet iets harder dan calciet en Aragoniet groeit meestal in naaldvormige kristallen (aciculair), terwijl calciet een bladvormige habitus heeft. Het hardere Aragoniet kan zelfs oude Calciet lagen doen slijten en daarmee verwijderen.

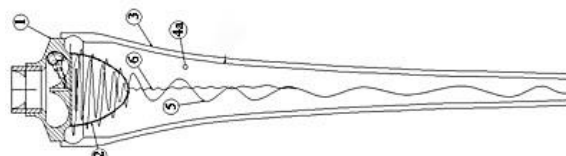


Figure 4 Vortex Process Technology®

Vlottum, (2006), Ketelsteen, Wikipedia.org, 27/10/2010 <http://nl.wikipedia.org/wiki/Ketelsteen>

Pathema V.O.F.  
[www.pathema.nl](http://www.pathema.nl)  
[info@pathema.nl](mailto:info@pathema.nl)

Bezoekadres op afspraak  
Ralph Bunchestraat 19  
5051 KW Goirle