

Fysisk vandbehandling

Muligheder for mekanisk reduktion af
kalkaflejringer i vandinstallationer

Vi kender alle til problemer med synlig kalk i hverdagen...



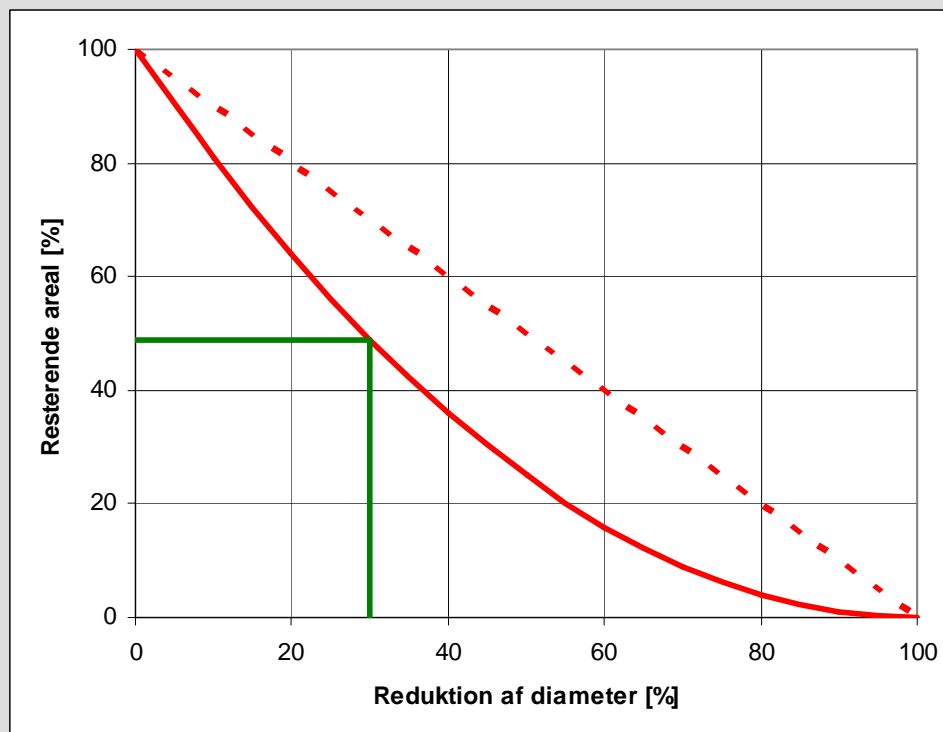
Hertil kommer den usynlige tilkalkning af rør, vekslere, pumper m.m.

Hårdt vand medfører øget brug af vaske- og rengøringsmidler

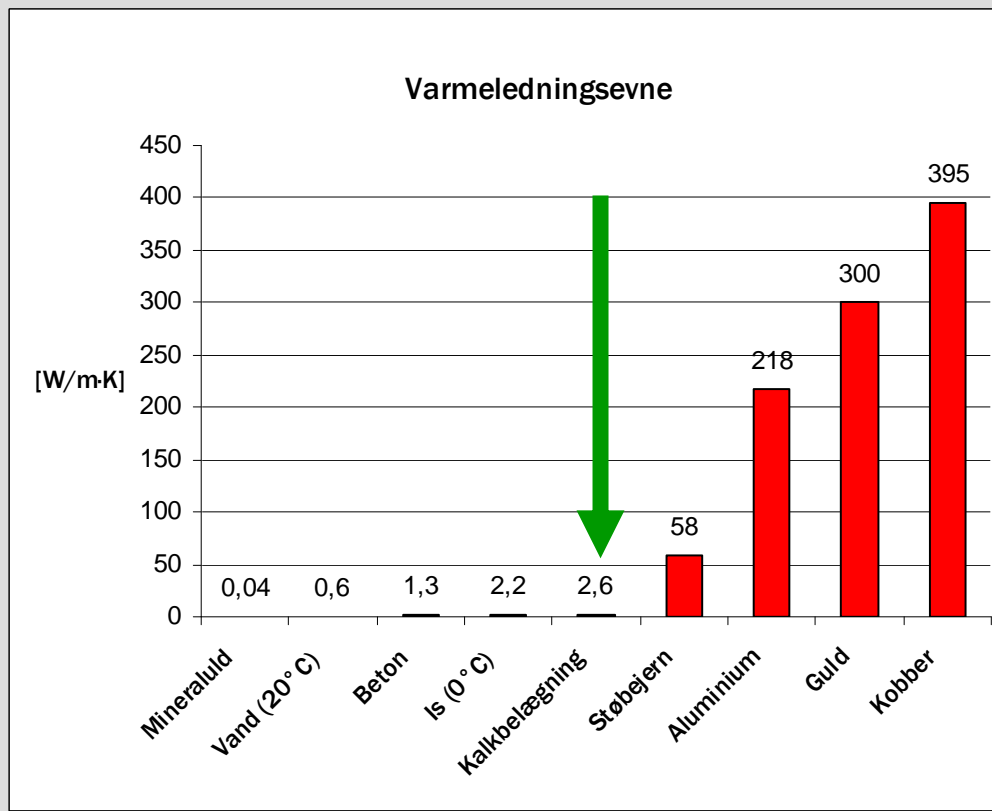
Det ændres dog ikke med fysiske
vandbehandlere – kalkindholdet er uændret



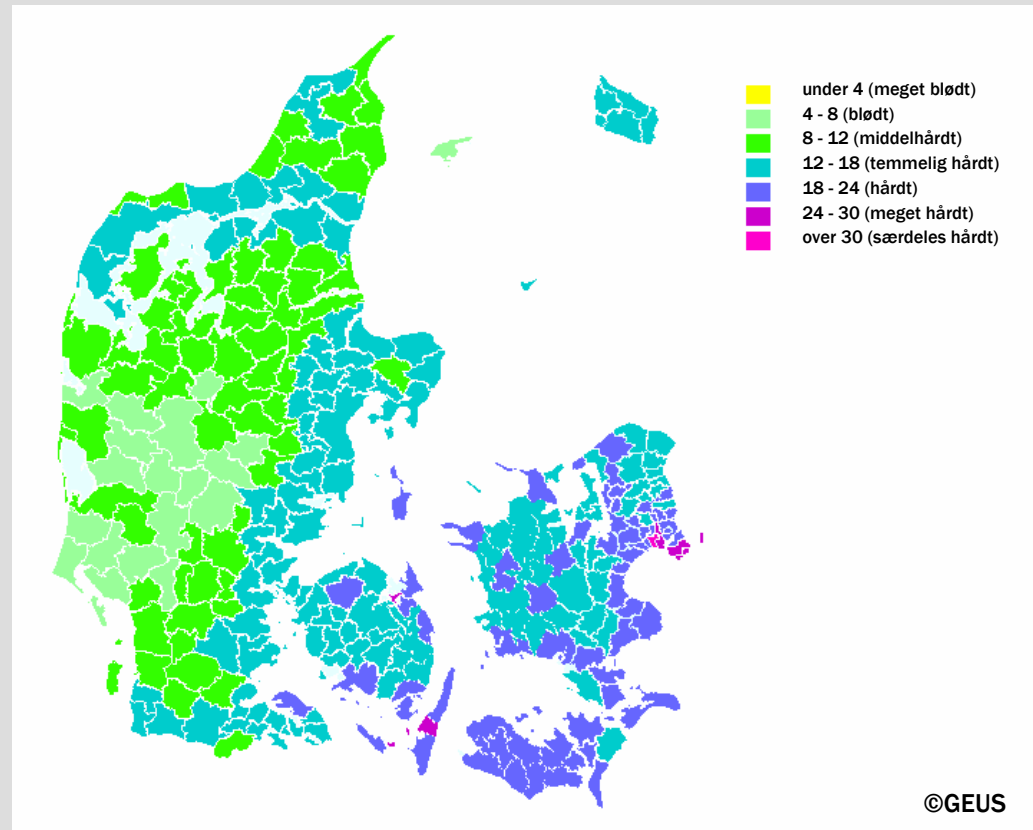
En kalkbelægning i et rør reducerer tværsnittet kraftigt:



Kalk isolerer rimelig godt:

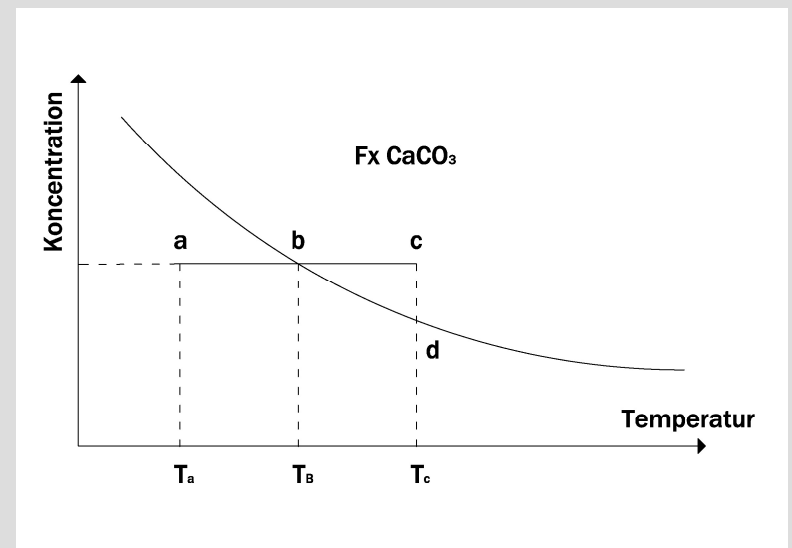
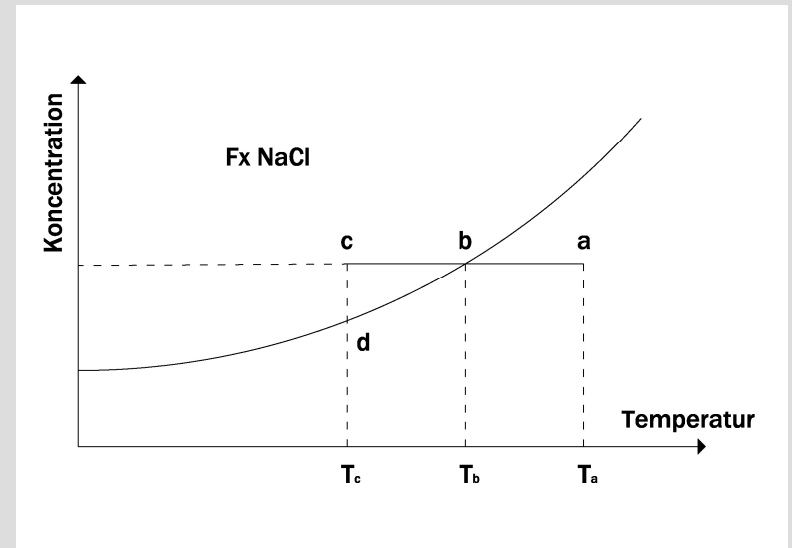


Variationen af kalkindholdet i vandet er stor i Danmark:

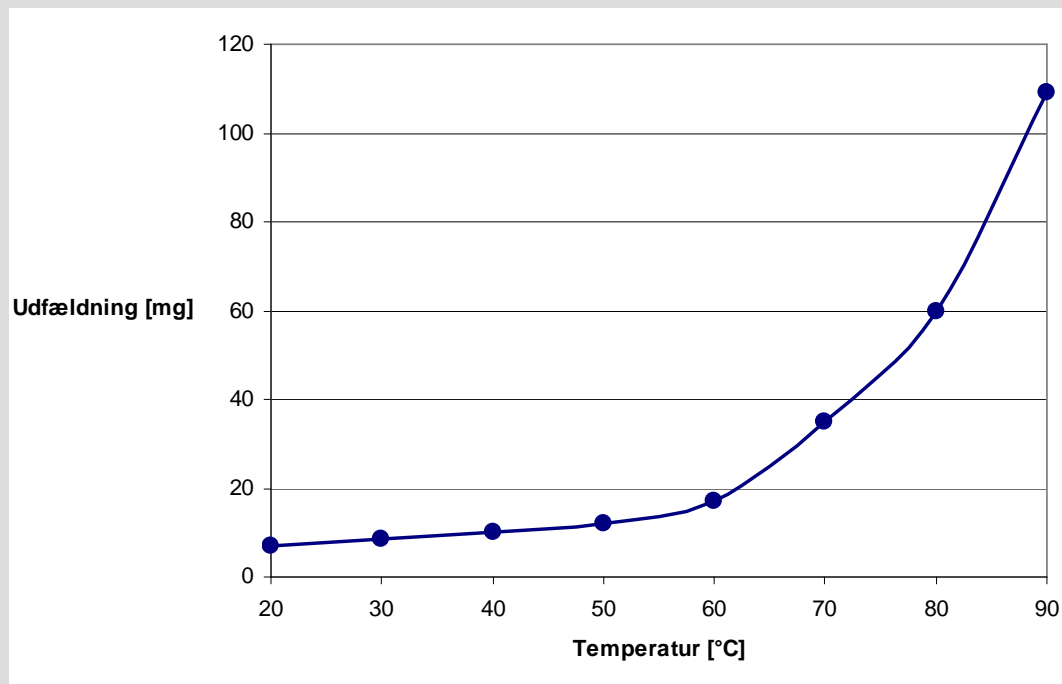


Stigende opløselighed
ved stigende temperatur

Faldende opløselighed
ved stigende temperatur



Kalkudfældningen øges voldsomt ved stigende temperatur:



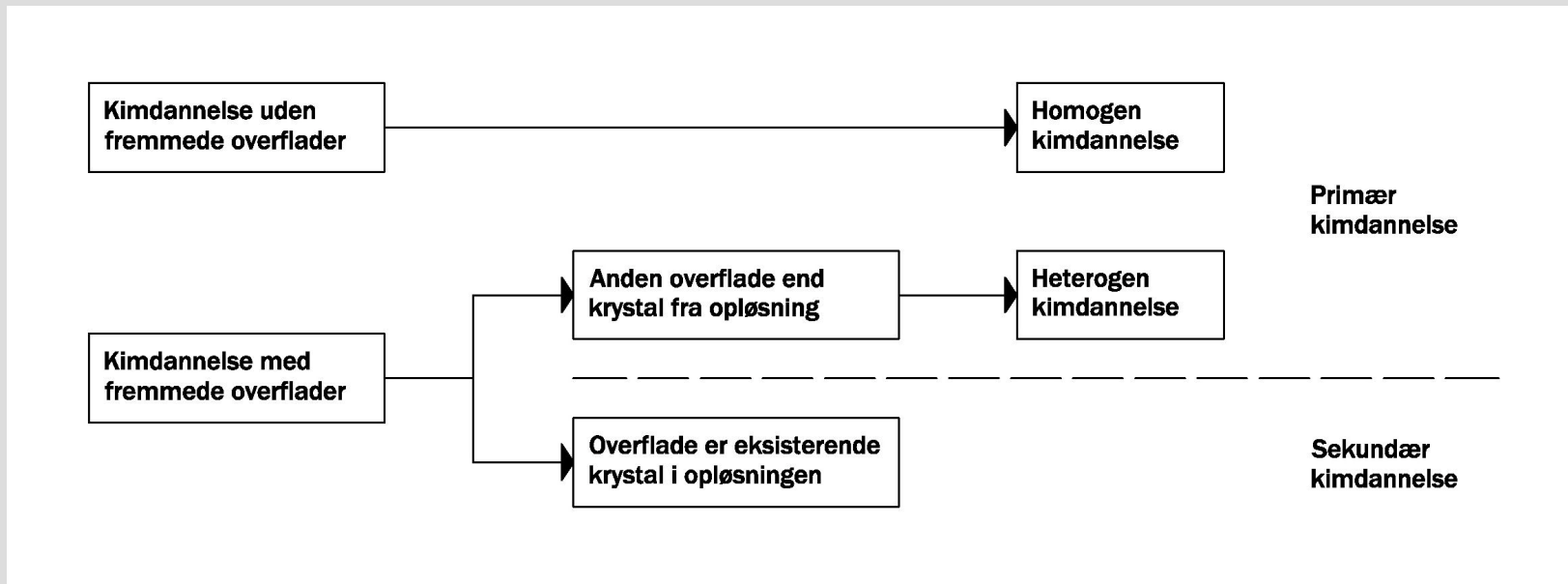
Regnvandet reagerer vej sin vej gennem jordlagene med CO_2 som gør vandet surt, hvorved kalk fra jordbunden opløses.

Ved iltningen på vandværket frigives noget CO_2 igen så vandet nu er en overmættet opløsning af CaCO_3 .

Kimdannelse er starten på udfældning og krystalopbygning, og kan ske ved to forskellige processer:

- Stor tilstedeværelse eller overmætning af calcium- og karbonat-ioner**
- Partikler eller ru overflader**

De forskellige former for kimdannelse:

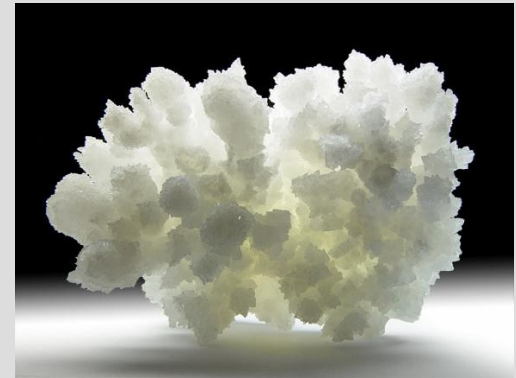
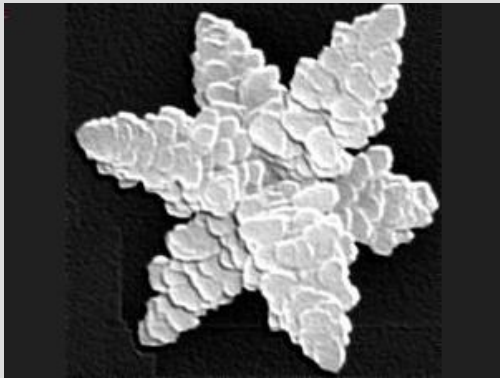


Mekanisk og magnetisk vandbehandling er fysiske metoder, hvor man ønsker at fremme udfældning efter to principper:

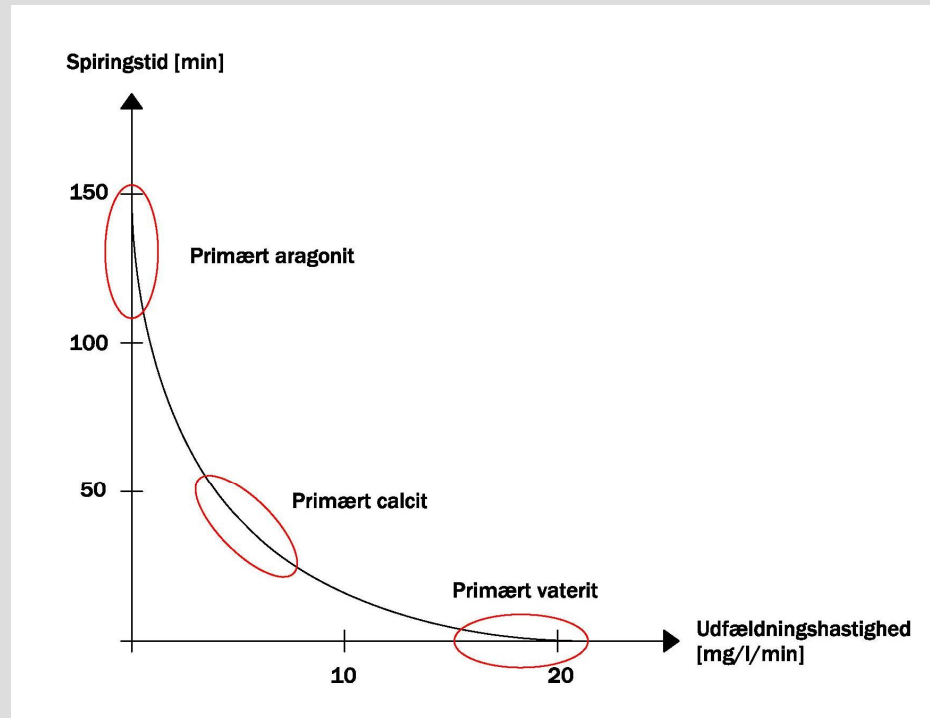
- Heterogent på partikler i vandet**
- Homogent i vandet**

CaCO₃ udfælder sig især som tre typer krystaller:

- **Vaterit: Blomsterlignende krystaller**
- **Calcit: Hårde pladeformede krystaller**
- **Aragonit: Nåleformede løse krystaller**



Typen af udfældning er ofte bestemt af tiden, hvormed kimdannelsen sker:



Kalkproblemer kan løses på flere måder:

- **Mekanisk vandbehandling**
- **Magnetisk vandbehandling**
- Elektrisk vandbehandling
- Kemisk vandbehandling
- Funktionelle overflader

Kim kan medføre dannelsen af krystaller, som ikke afsætter sig på overflader i installationen, men føres med vandet ud.

Effekten afhænger af flere faktorer som bl.a.:

- strømningshastigheden
- pH-værdien
- partikelindholdet

Mekanisk vandbehandling

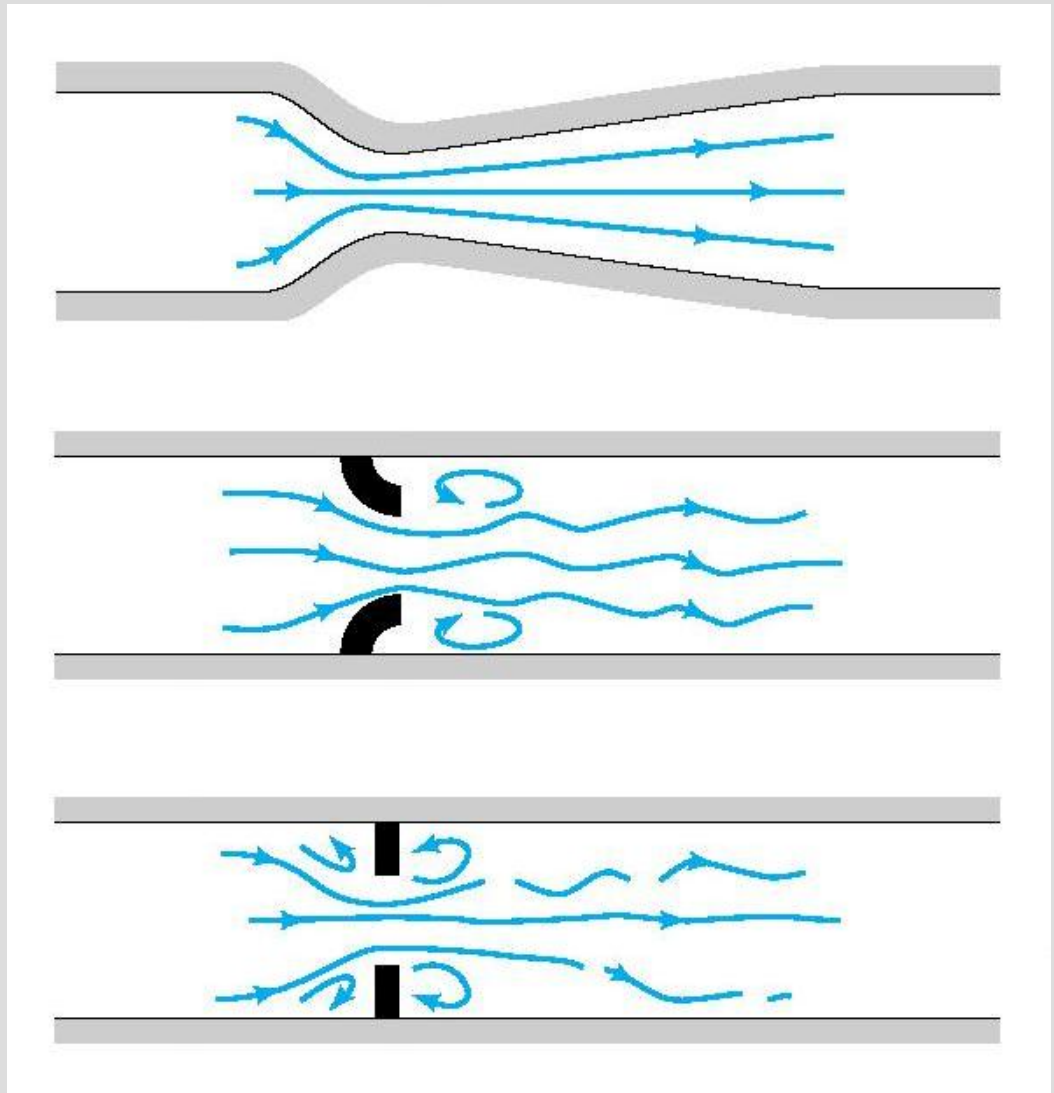
Vandets turbulens og kavitation i afkalkeren øger dannelsen af fri gasformig CO_2 som sammen med partikler i vandet fremmer muligheden for krystallisation.

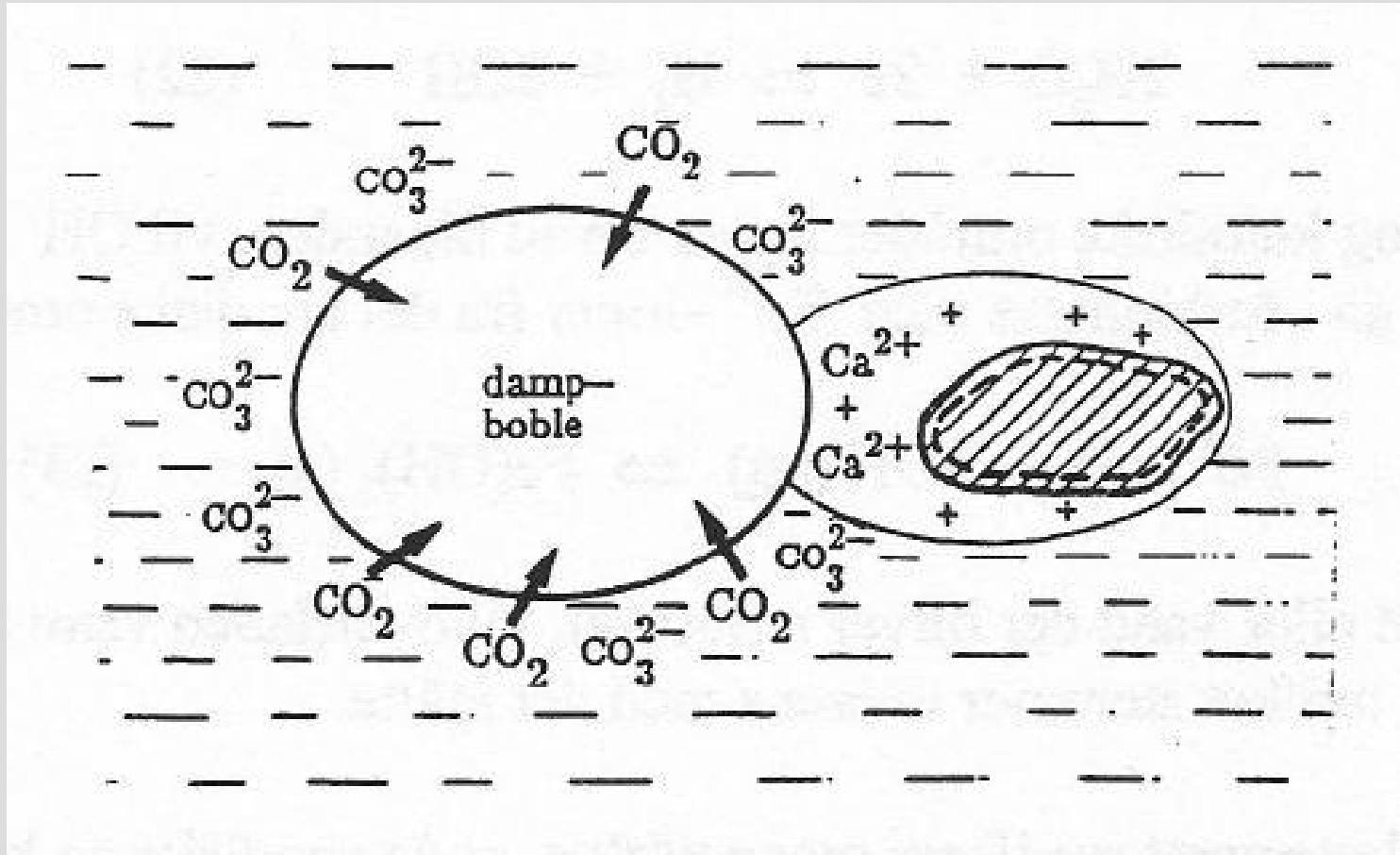
CO_2 vil endvidere virke aggressivt og eventuelt opløse eksisterende kalkbelægninger.

$$p + \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \text{konsstant}$$

**Kavitation op-
står ved trykfald**

**Vandet koger -
selv under
100 °C**

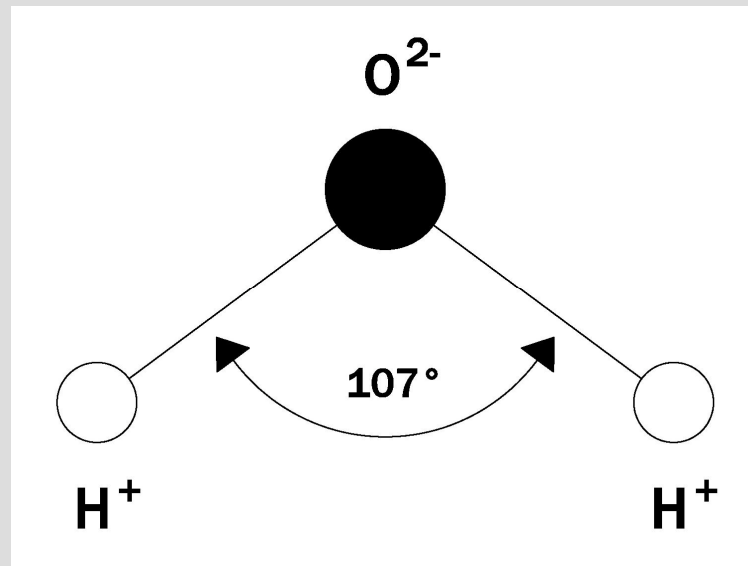




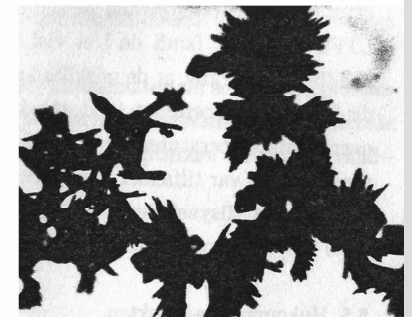
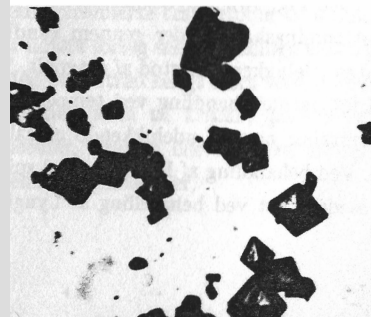
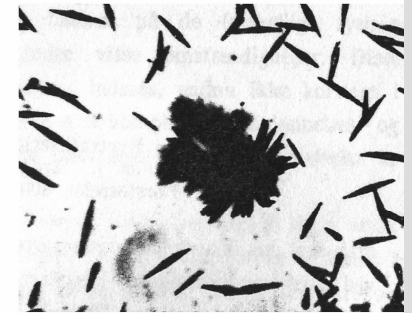
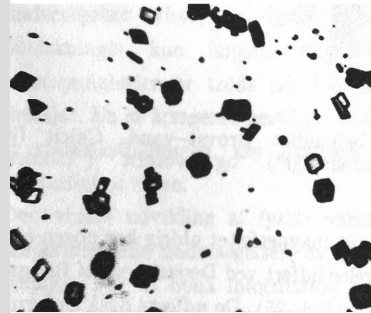
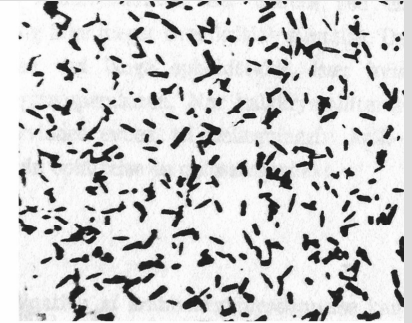
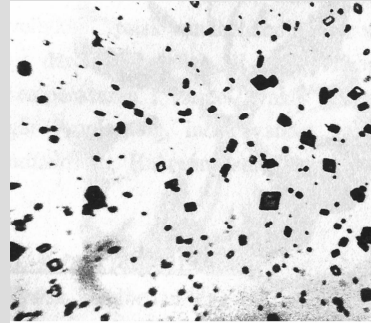
Magnetisk vandbehandling

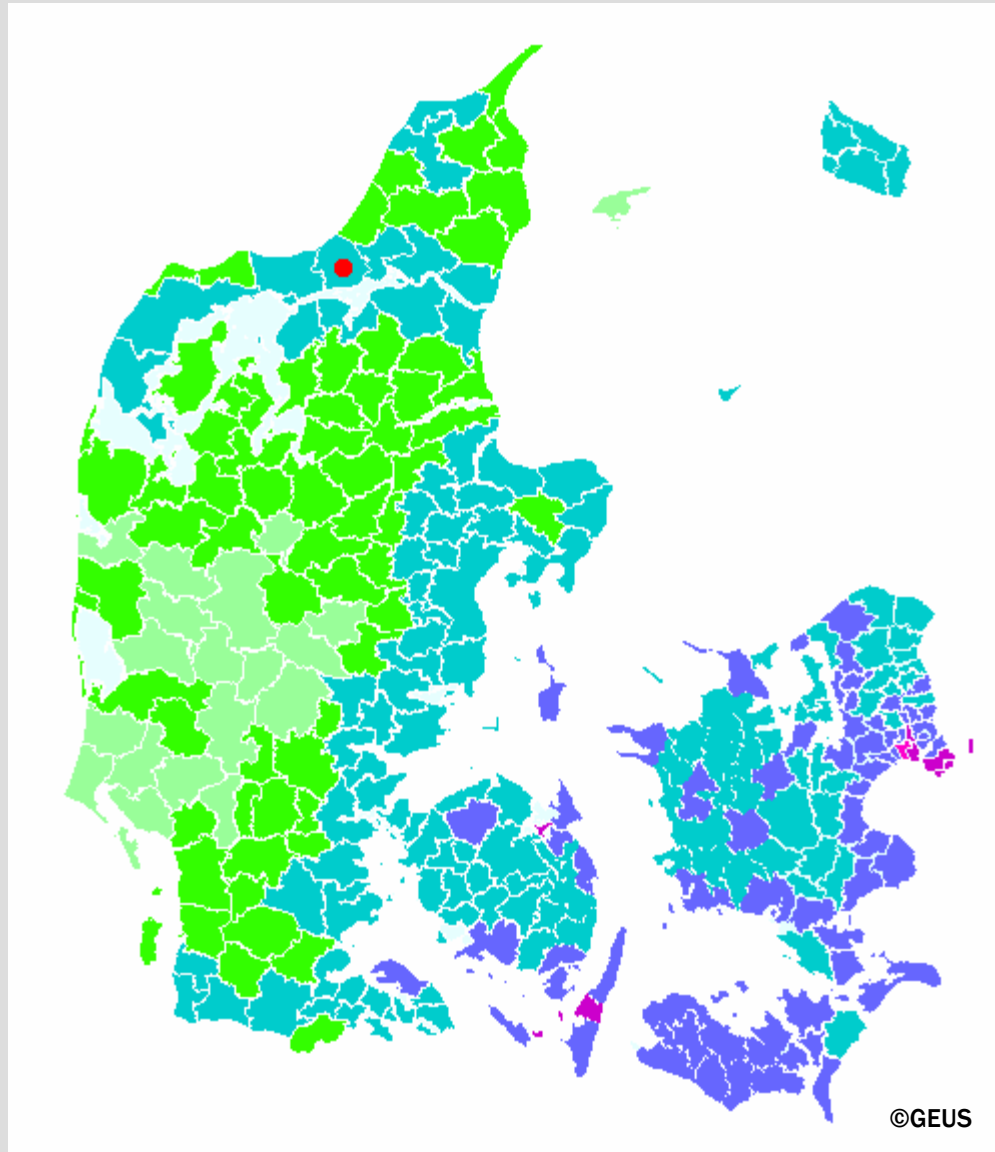
Vandet ledes gennem et magnetfelt, oftest uden mekaniske ændringer af strømningssforholdene, men en kombination af både mekanisk og magnetisk vandbehandling kan i visse tilfælde øge effekten.

Netværk som skjold af vandmolekyler bundet sammen af svage hydrogenbindinger omkring partikler kan brydes af magnetfeltet så kimdannelse kan opstå på partiklerne



**Forsøg på DTU med
inddampning af
magnetbehandlet
vand fra Brovst viser
tydelig ændret
krystalstruktur:**

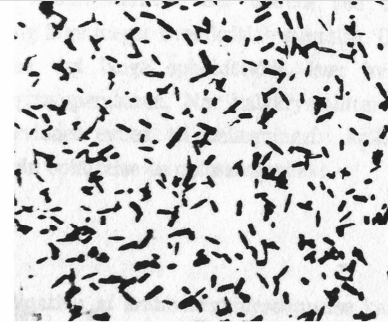
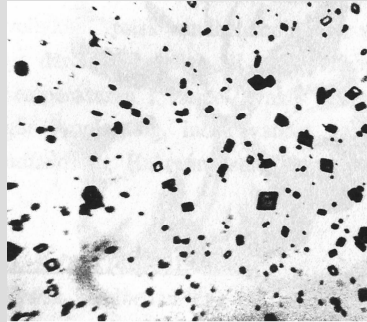




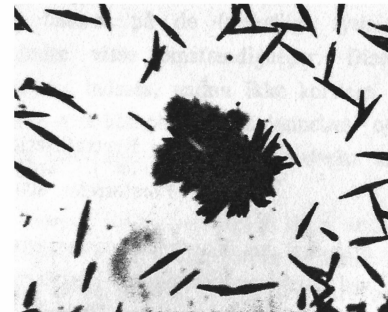
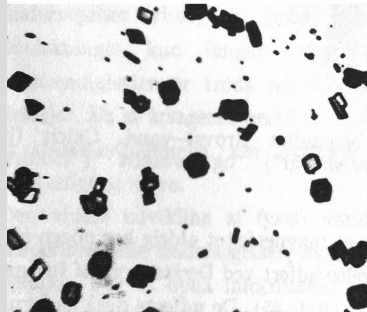
Calcit

Aragonit

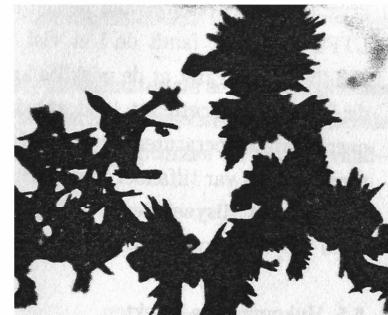
8g/60g

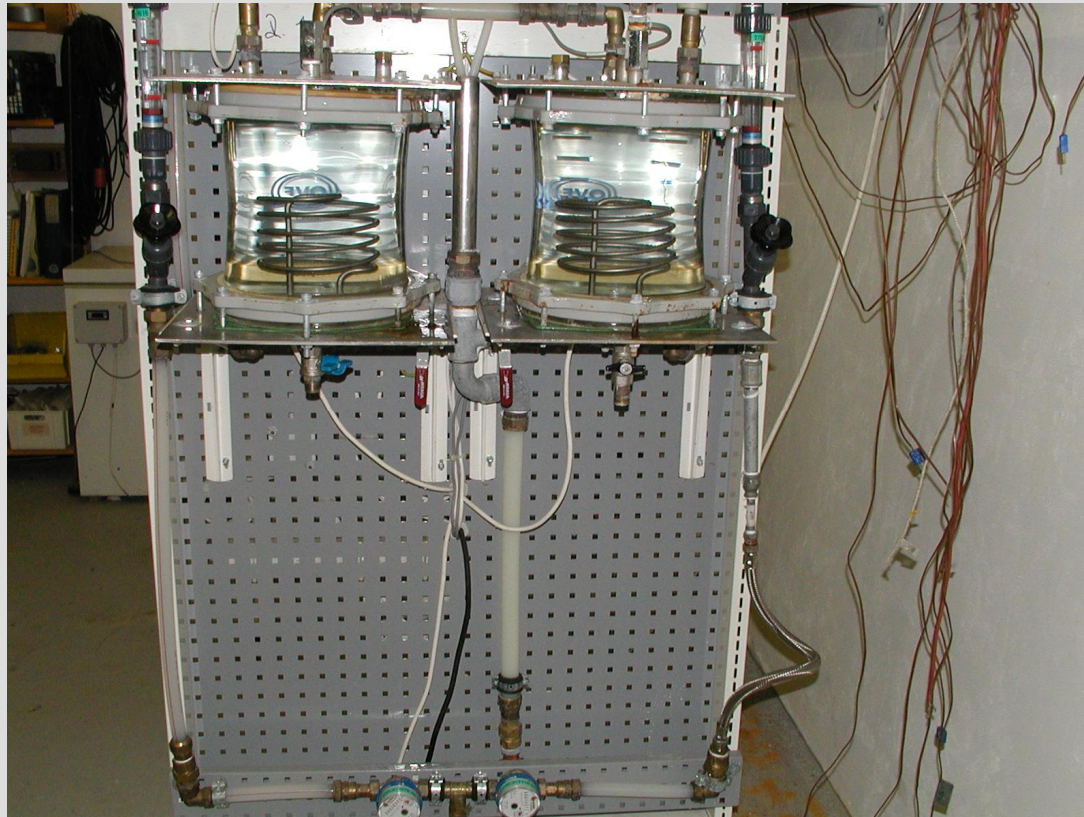


26g/60g



37g/60g





Teknologisk Instituts prøvestand for magnetisk vandbehandling

Virker det?

Det er videnskabeligt bevist, at der kan ske en omdannelse af kalkkrystallerne ved fysisk vandbehandling. Der er også mange positive praktiske erfaringer med brugen af fysisk vandbehandling. Der er tilfælde, hvor det ikke har nogen effekt, og meget tyder på, at vandkvaliteten spiller en stor rolle for virkningen.