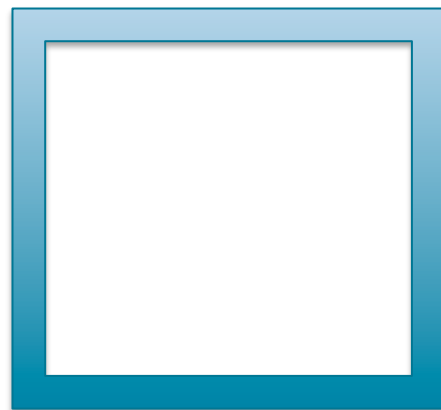


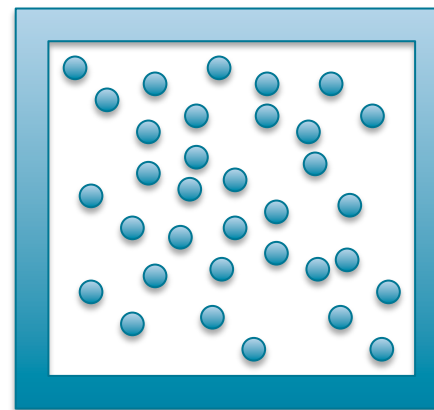
## Vermeidung von Kalkablagerungen

- **Entsalzung** des Zusatzwassers
  - Ionenaustauscher, Membrantechnologien, Elektrodialyse
- Schaffung von zusätzlichen **Oberflächen** in der Wasserphase in Form von **Kristallisationskeimen**
  - Anlagerung von Kalk möglich
  - stehen in **Konkurrenz** zu Anlagenoberflächen

Oberflächen



Oberflächen +  
Kristallisationskeime



# Elektrolytische Systeme

- **Gleichspannung** (GS) erzeugt lokal hohe pH Werte im Kathodenraum
- **Kalkkristalle** scheiden sich ab
- können mechanisch abgestreift werden (z.B. an Stahlbürsten) oder bei pulsierender GS abgesprengt werden (z.B. Graphitkugeln, Sand)



Abb.: Judo



Abb.: Perma-Trade

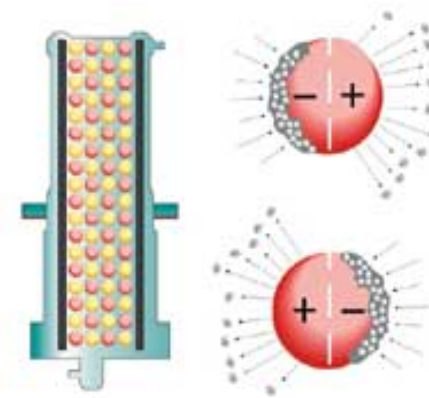


Abb.: BWT

# Oberflächenkatalysatoren

oberflächenaktivierte **Katalysatormaterialien** lassen Kalkablagerungen entstehen, werden durch Verwirbelung der Granulate abgerieben

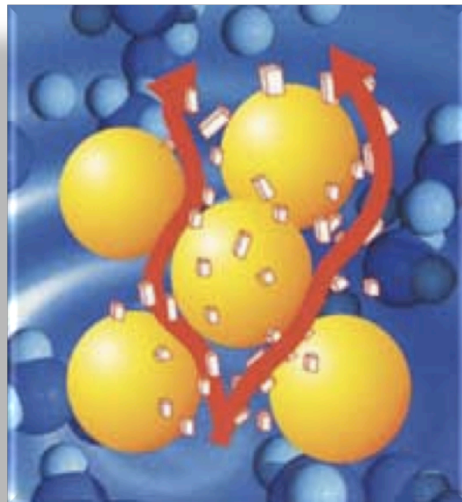


Abb.: Honeywell



Abb.: Honeywell

## Galvanische Systeme - Opferanoden

- Ausbildung eines **Lokalelementes** auf Basis von Zn und Cu
- **elektrochemisch** unedleres Metall „opfert“ sich auf  
→ Zn-Ionen werden frei gesetzt

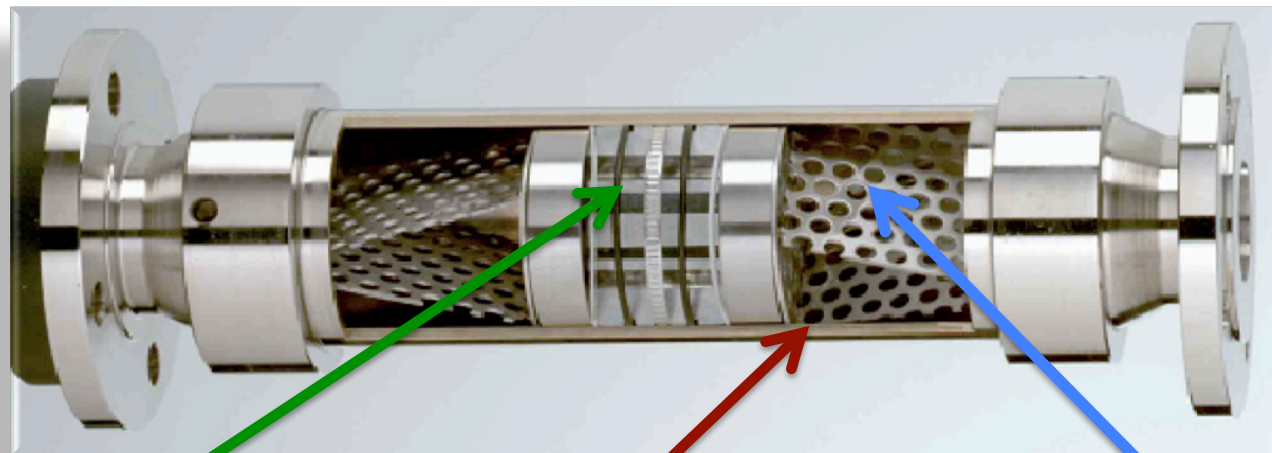


Abb.: AQUABION

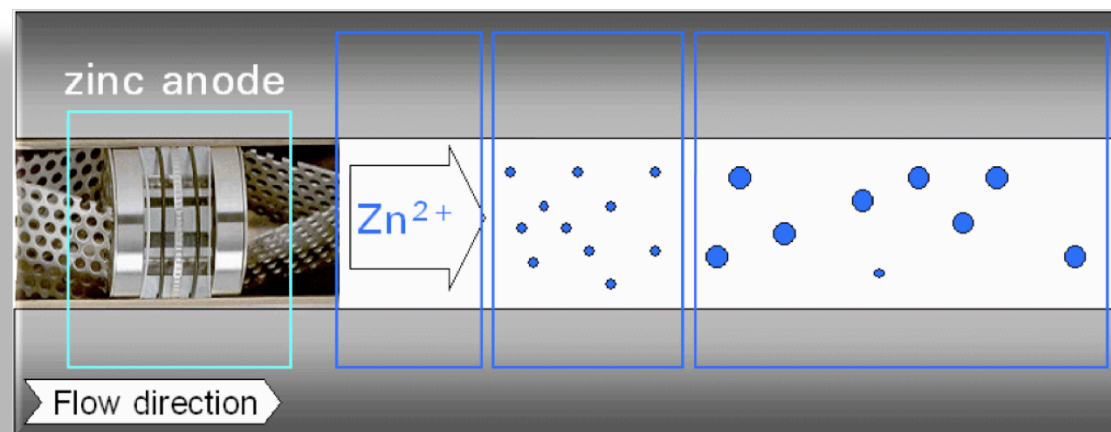
Zinkanode

Buntmetallgehäuse

Verwirbelungskörper

## Bildung von Kristallisationskeimen

- gelöste  $Zn^{2+}$ - Ionen bilden mit gelöstem Hydrogencarbonat **Zinkcarbonatkristalle**  
 $Zn^{2+} + 2 HCO_3^- \rightarrow ZnCO_3 + H_2O + CO_2$
- $ZnCO_3$  dient als Kristallisationskeim  $\rightarrow$  Kristallbildung im Kühlwasser und nicht an Oberflächen  $\rightarrow$  **Abtransport** mit dem Wasserstrom



## Bildung von Kristallisationskeimen

- gelöste  $Zn^{2+}$ - Ionen bilden mit gelöstem Hydrogencarbonat **Zinkcarbonatkristalle**  
 $Zn^{2+} + 2 HCO_3^- \rightarrow ZnCO_3 + H_2O + CO_2$
- $ZnCO_3$  dient als Kristallisationskeim  $\rightarrow$  Kristallbildung im Kühlwasser und nicht an Oberflächen  $\rightarrow$  **Abtransport** mit dem Wasserstrom
- $Zn^{2+}$  stört das **Kristallwachstum** von Calcit  $\rightarrow$  gering kristalline Calciumcarbonate entsteht  $\rightarrow$  leichter ablösbar von Oberflächen
- abrasiver Effekt der gebildeten Kristalle

