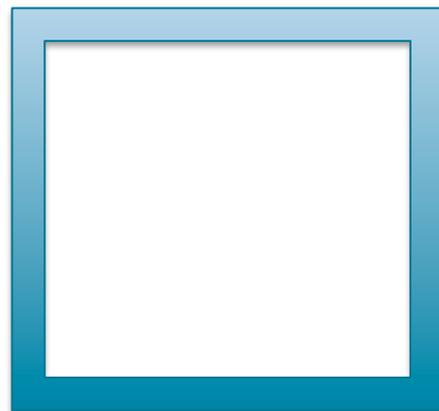


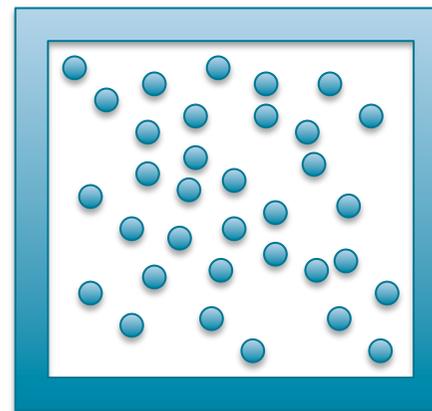
Vermeidung von Kalkablagerungen

- **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

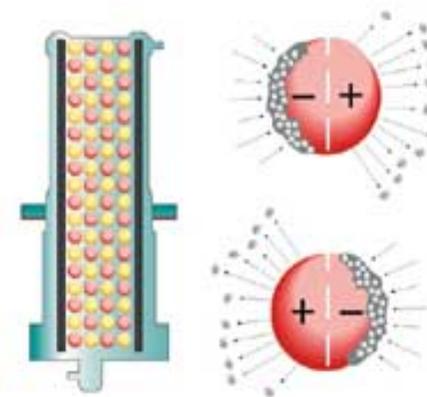


Abb.: BWT

Oberflächenkatalysatoren

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

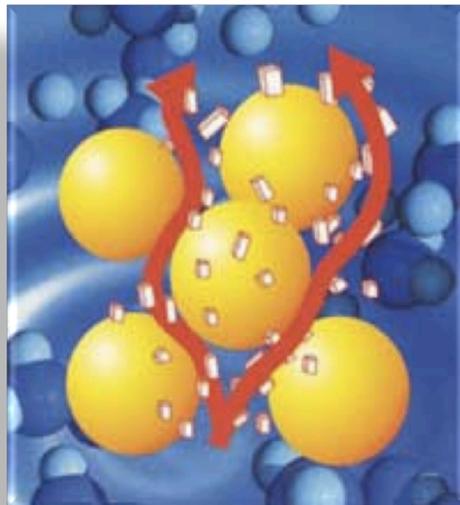


Abb.: Honeywell



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

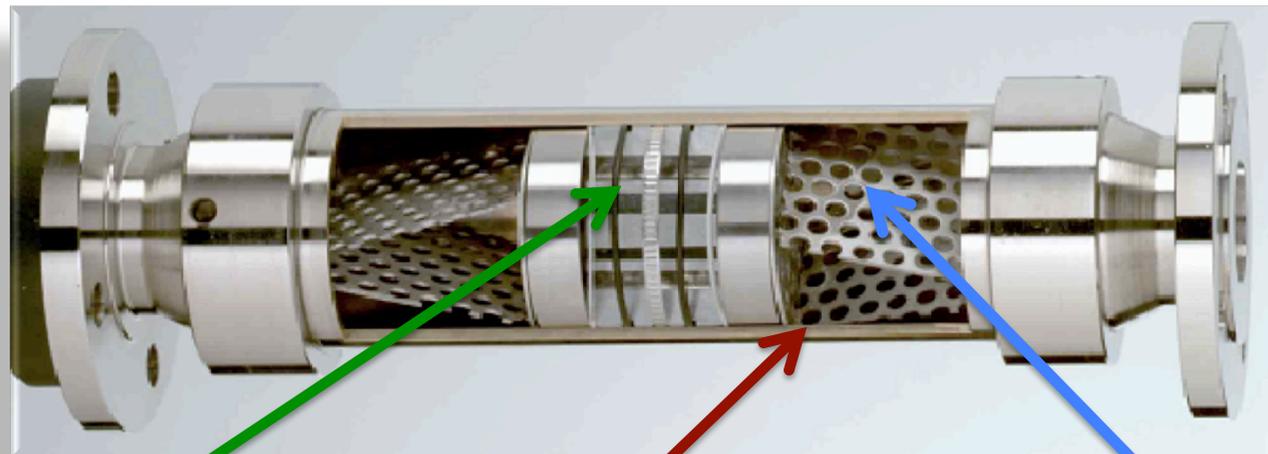


Abb.: AQUABION

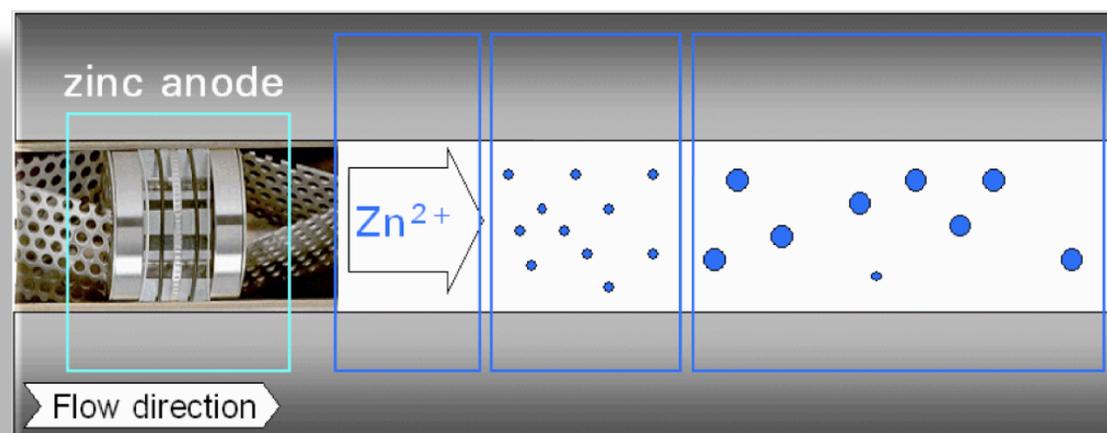
Zinkanode

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

