



Schweizerische Gesellschaft für Sterilgutversorgung  
Société Suisse de Stérilisation Hospitalière  
Società Svizzera di Sterilizzazione Ospedaliera

19. Schweizerische Fachtagung über die Sterilisation  
Journées Nationales Suisses sur la Stérilisation

# 40 Jahre SGSV 40 ans SSSH

21.-22.Juni 2023 im Kongresshaus Biel/Bienne  
21-22 juin 2023 au Palais des Congrès à Biel/Bienne

## Erzeugung von Reinstwassers mittels Elektrodeionisation (EDI)

Mathias van Rensburg, Heinz Burkhalter AG

Schweizer Wassertechnik · Technique suisse de l'eau

 **burkhalter**



# Erzeugung von Reinstwasser mittels Elektrodeionisation (EDI)

## ❖ **Wasseraufbereitung in der Steriltechnik**

- ❖ Wasserqualität und Inhaltsstoffe
- ❖ Probleme bei ungenügender Qualität
- ❖ Verfahren der Wasseraufbereitung

## ❖ **Was ist Elektrodeionisation?**

- ❖ Das EDI Modul
- ❖ Aufbau und Funktion
- ❖ Die Regeneration
- ❖ Vor- und Nachteile

# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

- ❖ **Die Wasserqualität hat Einfluss...**
  - ... auf die **Werterhaltung** der Instrumente
  - ... auf das **Aufbereitungsergebnis**
- ❖ **Die Wasserinhaltsstoffe haben nachteilige Auswirkungen...**
  - ... auf das **Aufbereitungsverfahren**
  - ... auf das **Aussehen** der Instrumente
  - ... auf die **Werkstoffe** der Instrumente



# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

## Die Wasserinhaltsstoffe

Wasserinhaltsstoffe	Probleme in der Instrumentenaufbereitung
<b>Härtebildner</b> Kalzium, Magnesium	Belagsbildung, Kalkbildung
<b>Schwer- und Buntmetall</b> z. B. Eisen, Mangan, Kupfer	Bräunliche-rote Belagsbildung
<b>Silikate/Kieselsäure</b>	Glasurähnliche, farblich erscheinende, dünne Beläge
<b>Chloride</b>	Lochkorrosion
<b>Abdampfrückstand</b>	Abdampfrückstand Flecken und Beläge



# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

## Norm EN 285 Tabelle B1 für Speisewasser für Dampferzeuger

Substanz/Eigenschaft	Speisewasser
Abdampfrückstand	$\leq 10 \text{ mg/l}$
Silikate ( $\text{SiO}_2$ )	$\leq 1 \text{ mg/l}$
<b>Silikate/Kieselsäure...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>... kann sich im Aufbereitungsprozess anreichern</li> <li>... wird <b>nicht mehr</b> zurückgehalten.</li> <li>... man spricht von <b>Kieselsäureschlupf</b>.</li> </ul>	
Chloride ( $\text{Cl}^-$ )	$\leq 2 \text{ mg/l}$
Phosphate ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	$\leq 0.5 \text{ mg/l}$
Leitfähigkeit (bei 25 °C)	$\leq 5 \mu\text{S/cm}$
<b>Die elektrische Leitfähigkeit...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>... ist das <b>Mass</b> der <b>Gesamtheit</b> der im Wasser <b>gelösten Ionen</b> (z.B. Salze, Mineralien, etc.)</li> <li>... ist demnach ein <b>Indiz</b> für den <b>Mineralisationsgrad</b> des Wassers.</li> </ul>	

# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

## ◆ Einfluss und Auswirkungen von Silikaten und Salzen

- ◆ Ablagerungen
- ◆ Reduktion der Effizienz / Leistung
- ◆ Korrosion / Beschädigung
- ◆ Reduktion der Sterilisationswirkung
- ◆ Erhöhter Wartungsaufwand



# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

- Verfahren der Wasseraufbereitung  
**Klassisch Aufbereitung**

Aufbereitungsstufe	Rückhaltung	Wasserqualität*	
		Silikate	Leitfähigkeit
<b>Vorbehandlung</b>	Sedimente (Sand, Partikel)	5.0 mg/l*	400 µS/cm*
<b>Enthärtung</b>	Härtebildner (Calcium, Magnesium)	≤ 5.0 mg/l	400 µS/cm
<b>Umkehrosmose</b>	Ionen (Salze), Bakterien, Silikate	≤ 1.0 mg/l	10 µS/cm
<b>Mischbettentsalzung</b>	Ionen (Salze), Silikate, CO <sub>2</sub>	≤ 1.0 mg/l	0.1 µS/cm
<b>2. Stufe</b>	<b>Mischbettentsalzung</b>	Ionen (Salze), Silikate, CO <sub>2</sub> (Polisher)	< 0.5 mg/l
* Mittelwerte Wasserverbund Region Bern AG 2018-2022			

- Qualitätskontrolle durch Leitfähigkeitssensoren 

Diese können jedoch einen Restgehalt von Kieselsäure nicht detektieren, da diese dem Wasser keine Leitfähigkeit verleiht → **Kieselsäure(schlupf)**

# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

- Verfahren der Wasseraufbereitung  
Aufbereitung Stand der Technik

Aufbereitungsstufe	Rückhaltung	Wasserqualität*	
		Silikate	Leitfähigkeit
<b>Vorbehandlung</b>	Sedimente (Sand, Partikel)	5.0 mg/l*	400 µS/cm*
<b>Enthärtung</b>	Härtebildner (Calcium, Magnesium)	≤ 5.0 mg/l	400 µS/cm
<b>Umkehrosmose</b>	Ionen (Salze), Bakterien, Silikate	≤ 1.0 mg/l	10 µS/cm
<b>Membranentgasung</b>	Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	≤ 1.0 mg/l	≤ 10 µS/cm
<b>Elektrodeionisation</b>	Ionen (Salze), Silikate, CO <sub>2</sub>	≤ 0.5 mg/l	0.05 µS/cm

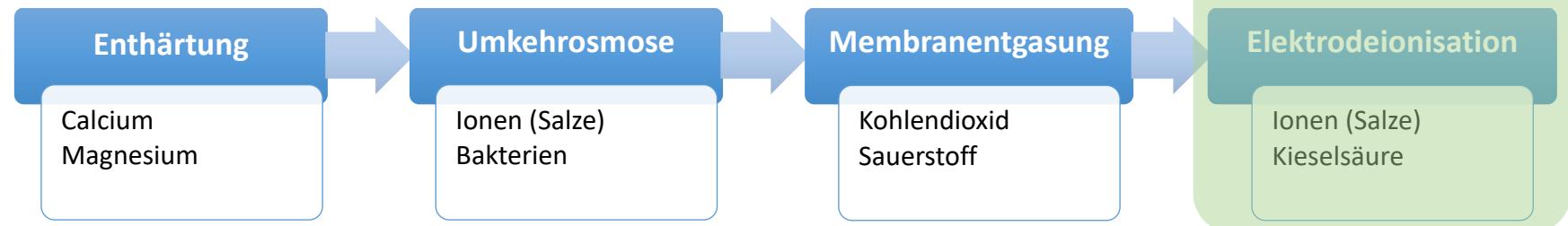
\* Mittelwerte Wasserverbund Region Bern AG 2018-2022

- Qualitätskontrolle durch Leitfähigkeitssensoren

Leitfähigkeit nach Elektrodeionisation im Normalfall bei ca. 0.05 µS/cm.  
Der Kieselsäuregehalt liegt bei < 0.5 mg/l.

# Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

## ◆ Aufbereitung Stand der Technik



# Was ist Elektrodeionisation?

## • Elektrodeionisation - das Verfahren

Im Vergleich zur **Mischbettentsalzung**, welches die Ionen mittels einer aus Mischung von Kationen- und Anionenaustauscherharz entfernt, **nutzt die Elektrodeionisation zusätzlich den elektrischen Strom**, um Ionen selektiv aus dem Wasser zu entfernen.

Somit ist die **Elektrodeionisation (EDI)** ist ein elektrochemisches Verfahren zum Entfernen von Ionen und ionisierbaren Stoffen aus Wasser.

Ionen sind elektrisch (+/-) geladene Atome oder Moleküle.



Positiv geladene Ionen → Elektronenmangel →

← Elektronenüberschuss ← Negativ geladene Ionen



# Was ist Elektrodeionisation?

## ◆ Das EDI Modul

Das Modul besteht meistens aus **mehreren Kammern, welche mit einem Mischbettharz gefüllt sind**. Je nach Produktionsleistung und Hersteller kann der Aufbau und somit das Aussehen der Module variieren.



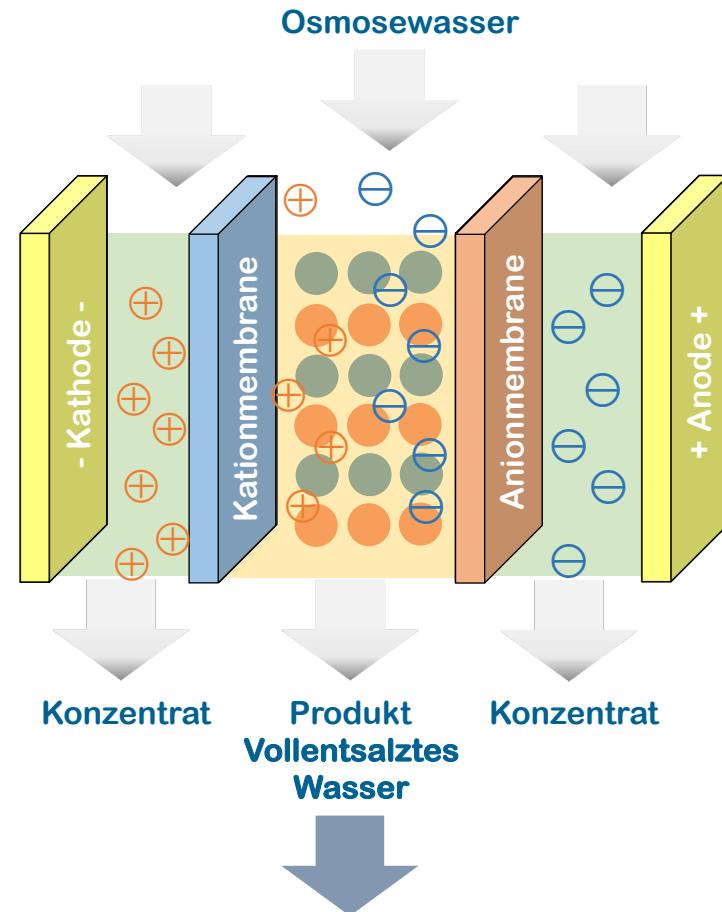
# Was ist Elektrodeionisation?

## • Aufbau und Funktion

- Produktionskammer**  
Gefüllt mit Anionen- und Kationenharz
- Halbdurchlässige (ionenselektive) Membranen**  
Halten entsprechende Ionen zurück
- Kathode - / + Anode +**  
Die angelegte Spannung zieht die Ionen an
- Konzentratkammer**  
Abführung der Ionen (Anionen, Kationen)

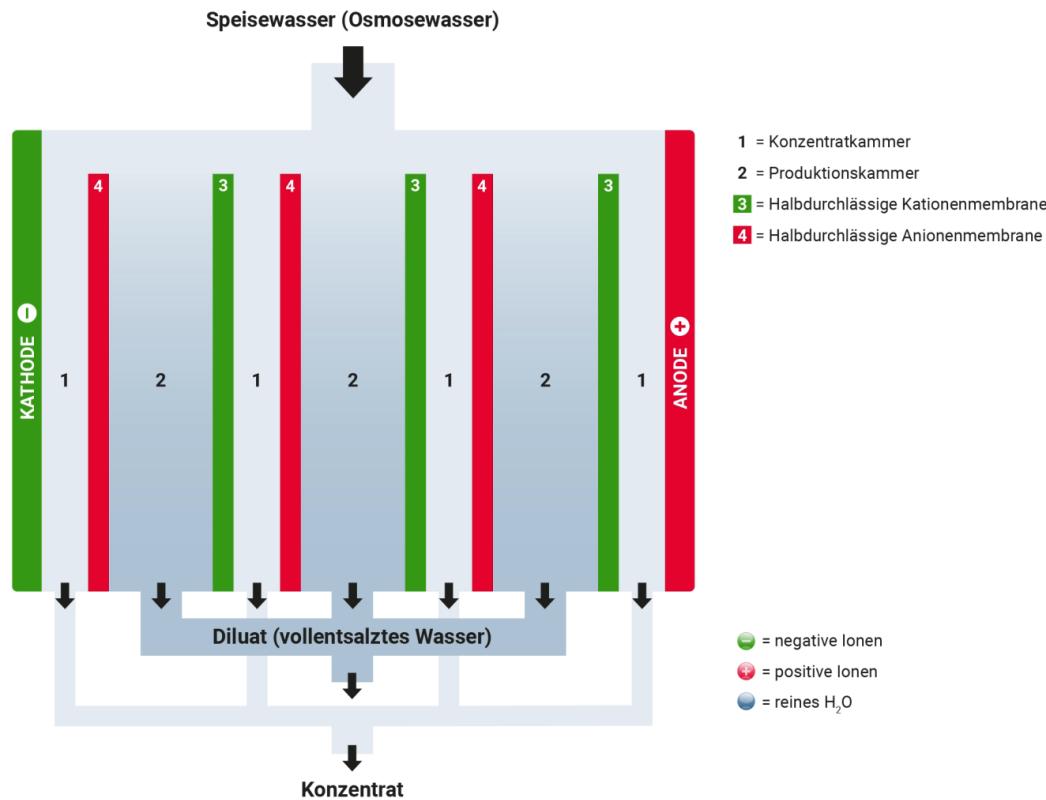
⊕ Kationen  
● Kationenharz

⊖ Anionen  
● Anionenharz



# Was ist Elektrodeionisation?

## ◆ Aufbau und Funktion



# Was ist Elektrodeionisation?

## Die Regeneration der Mischbettentsalzungsanlage

- Aufwendiges Verfahren durch...
  - ... manuelles entfernen und Transport der Behälter
  - ... trennen der Anionen- und Kationenharze
  - ... Regeneration der Harze mit Laugen und Säure
  - ... erneutes vermischen der Harze

## Die Regeneration im EDI- Modul

- Einfaches Verfahren durch...
  - ... kontinuierliche, chemikalienfreie Regeneration
  - ... durch die Spaltung der Wassermoleküle (Dissoziation)
    - entstehen Wasserstoff-Ionen ( $H^+$ , Säure) → Regeneration des Kationenharz
    - entstehen Hydroxid-Ionen ( $OH^-$ , Lauge) → Regeneration des Anionenharz

# Was ist Elektrodeionisation?

## ► Vor- und Nachteile

- + Einfacher und kontinuierlicher Betrieb
- + Konstante Speisewasserqualität
- + Keine aufwändige Regeneration notwendig
- + Keine Verwendung von Chemie
- + Kosteneffektiver Betrieb und Instandhaltung
- + Geringer Platzbedarf
- + Modulare und kompakte Anlagenbauweise
  
- Höhere Investitionskosten (CAPEX)



# Was ist Elektrodeionisation?

- Beispiel Grossanlage (15.0 m<sup>3</sup>/h)



# oburkhalter

Schweizer Wassertechnik aus Leidenschaft seit 1975

- ◆ **Produktionsstandort Schweiz**
- ◆ **Anlagenbau von A bis Z**
- ◆ **Service und Support 24/7**
- ◆ **Medizinal Produkte**  
**Zertifizierung**

