

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
Härtebildner Kalzium, Magnesium	Belagsbildung, Kalkbildung
Schwer- und Buntmetall z. B. Eisen, Mangan, Kupfer	Bräunliche-rote Belagsbildungen
Silikate/Kieselsäure	Glasurähnliche, farblich erscheinende, dünne Beläge
Chloride	Lochkorrosion
Abdampfrückstand	Abdampfrückstand Flecken und Beläge



Wasseraufbereitung in der Steriltechnik

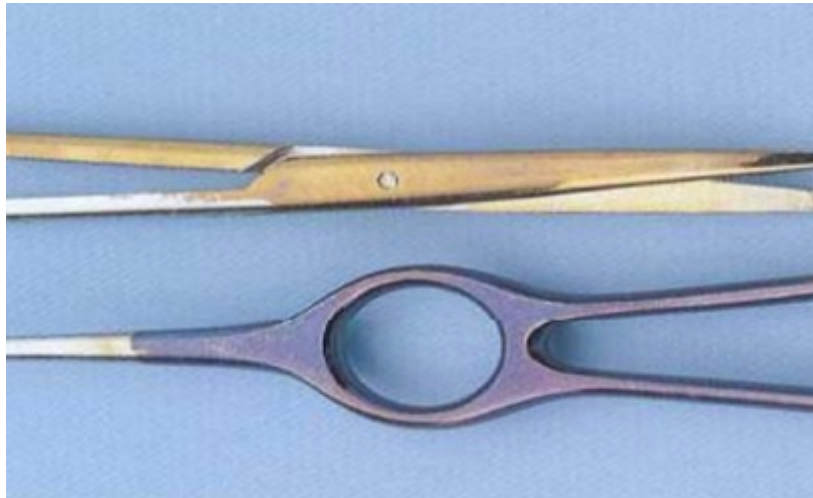
💧 Norm EN 285 Tabelle B1 für Speisewasser für Dampferzeuger

Substanz/Eigenschaft	Speisewasser
Abdampfrückstand	$\leq 10 \text{ mg/l}$
Silikate (SiO_2)	$\leq 1 \text{ mg/l}$
Silikate/Kieselsäure... ... kann im sich im Aufbereitungsprozess anreichern ... wird nicht mehr zurückgehalten man spricht von Kieselsäureschlupf .	
Chloride (Cl^-)	$\leq 2 \text{ mg/l}$
Phosphate (P_2O_5)	$\leq 0.5 \text{ mg/l}$
Leitfähigkeit (bei 25 °C)	$\leq 5 \text{ }\mu\text{S/cm}$
Die elektrische Leitfähigkeit... ... ist das Mass der Gesamtheit der im Wasser gelösten Ionen (z.B. Salze, Mineralien, etc.) ... ist demnach ein Indiz für den Mineralisationsgrad des Wassers .	

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
Vorbehandlung	Sedimente (Sand, Partikel)	5.0 mg/l*	400 µS/cm*
Enthärtung	Härtebildner (Calcium, Magnesium)	≤ 5.0 mg/l	400 µS/cm
Umkehrosmose	Ionen (Salze), Bakterien, Silikate	≤ 1.0 mg/l	10 µS/cm
✗ Mischbettentsalzung	Ionen (Salze), Silikate, CO ₂	≤ 1.0 mg/l	0.1 µS/cm
2. Stufe Mischbettentsalzung	Ionen (Salze), Silikate, CO ₂ (Polisher)	< 0.5 mg/l	< 0.1 µS/cm

* 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
Vorbehandlung	Sedimente (Sand, Partikel)	5.0 mg/l*	400 µS/cm*
Enthärtung	Härtebildner (Calcium, Magnesium)	≤ 5.0 mg/l	400 µS/cm
Umkehrosmose	Ionen (Salze), Bakterien, Silikate	≤ 1.0 mg/l	10 µS/cm
Membrantgasung	Kohlendioxid (CO ₂), Sauerstoff (O ₂)	≤ 1.0 mg/l	≤ 10 µS/cm
Elektrodeionisation	Ionen (Salze), Silikate, CO ₂	≤ 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



Enthärtung

Calcium
Magnesium



Umkehrosmose

Ionen (Salze)
Bakterien



Membranentgasung

Kohlendioxid
Sauerstoff



Elektrodeionisation

Ionen (Salze)
Kieselsäure

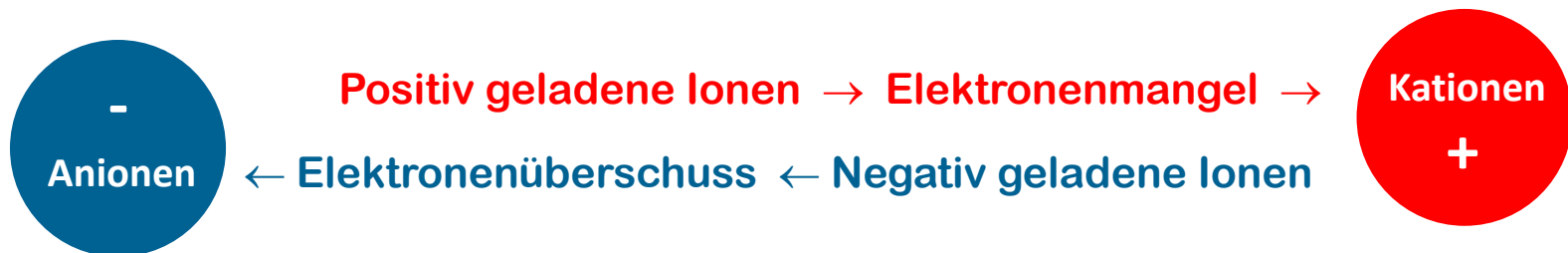
Was ist Elektrodeionisation?

💧 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.

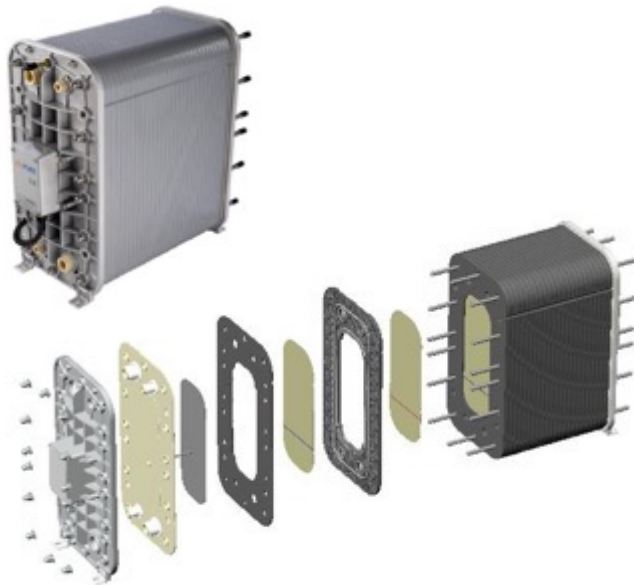
Ionen sind elektrisch (+/-) geladene Atome oder Moleküle.



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

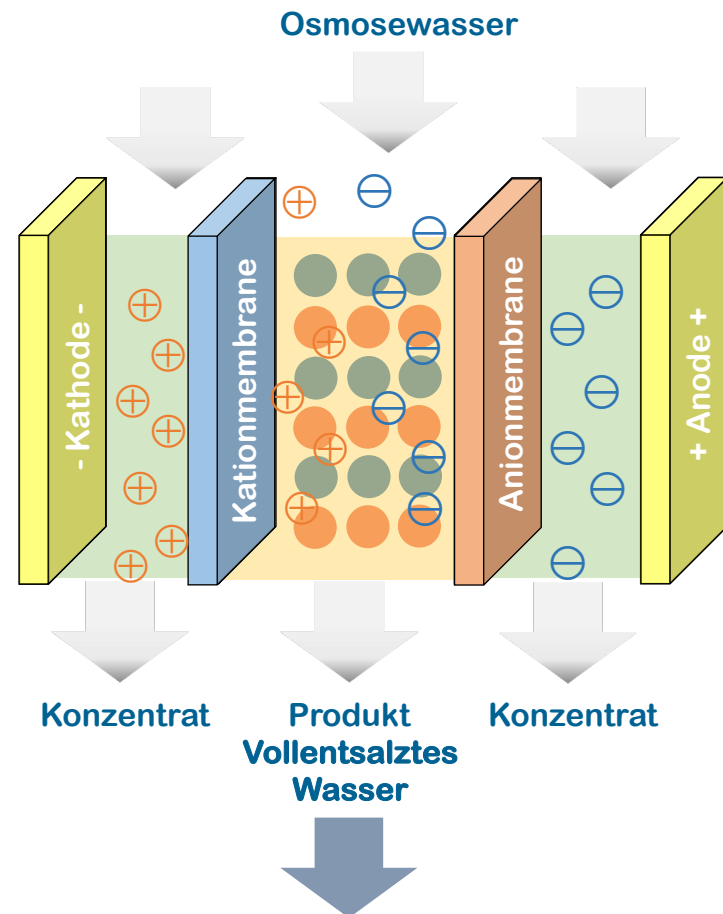
Halbdurchlässige (ionenselektive) Membranen
Halten entsprechende Ionen zurück

- Kathode - / + Anode +
Die angelegte Spannung zieht die Ionen an

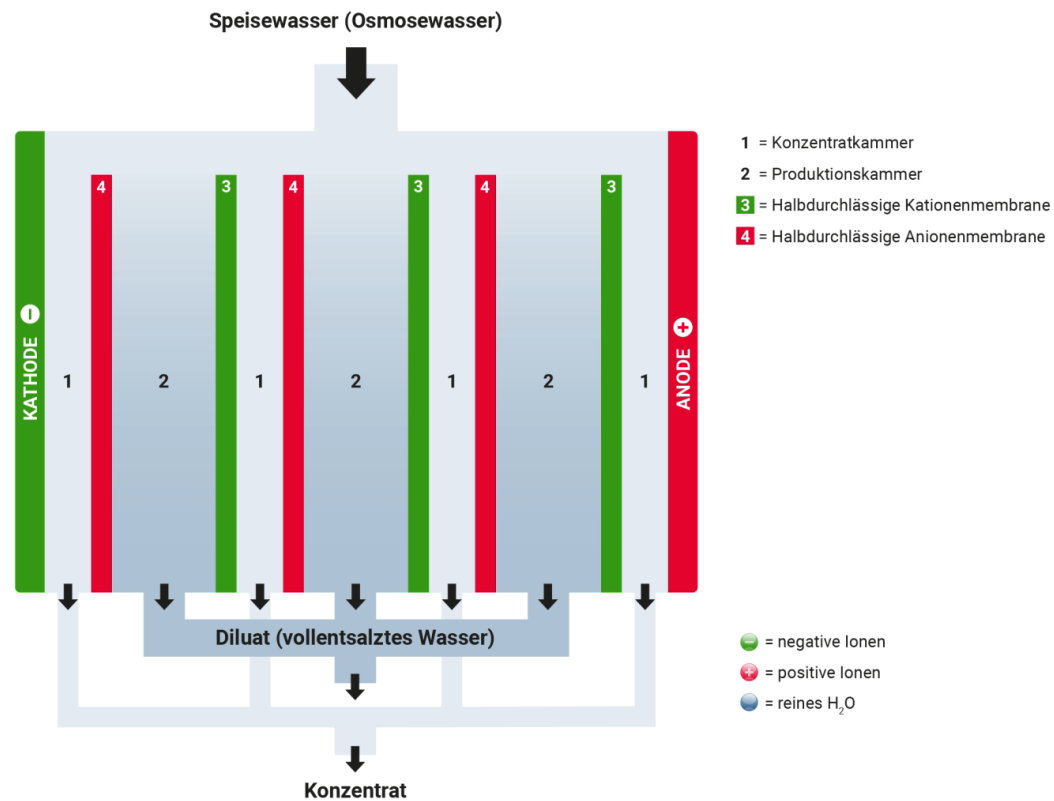
Konzentratkammer
Abführung der Ionen (Anionen, Kationen)

⊕ Kationen
● Kationenharz

⊖ Anionen
● Anionenharz



💧 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?

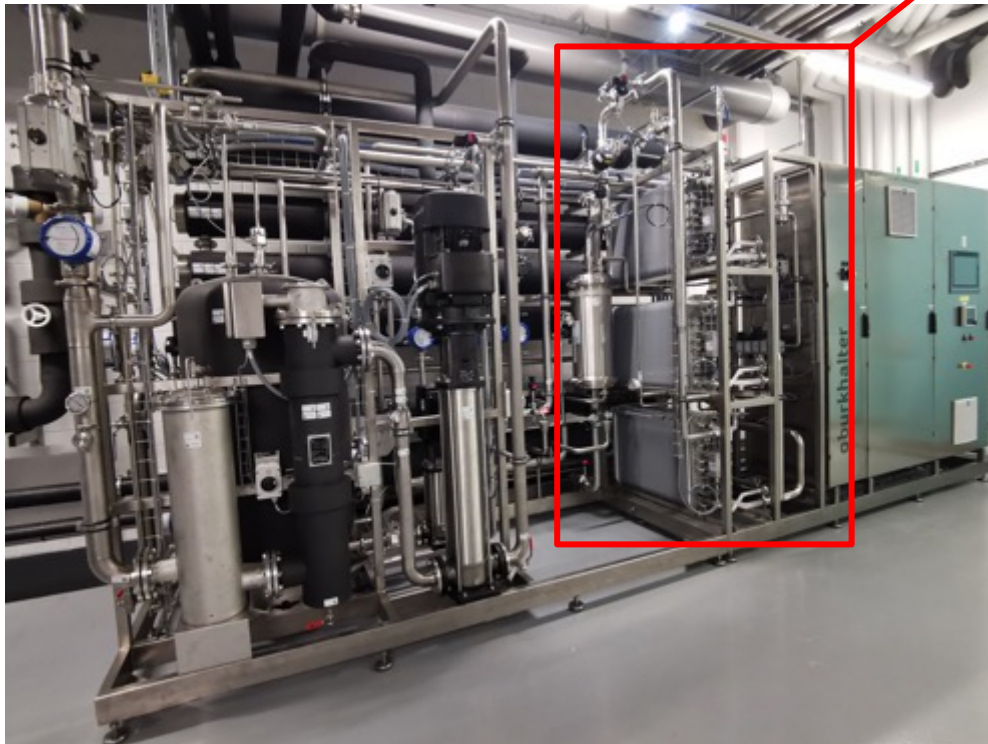
💧 Vor- und Nachteile

- + 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 m³/h)**





Schweizer Wassertechnik aus Leidenschaft seit 1975

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

