

Ohne den Einsatz von Chemikalien – einfach mit Strom

# Rein- und Reinstwasserherstellung mit Elektro-Entionisierung



# Technologie der **EL-DI**-Elektro-Entionisierungszellen

Für die Herstellung von hochreinem Wasser hat sich in den letzten 25 Jahren der Einsatz von Elektro-Entionisierungszellen (EDI) etabliert. Der Wunsch auf den Verzicht von Regenerations-Chemikalien für Nachbehandlungssysteme (Ionenaustauscher) von Umkehrosmose-Anlagen forcierte die Verbreitung für den Einsatz dieser Technologie.

Hierdurch wurden auch mehr und mehr die Ionenaustauscher als Polisher für externe Regenerationen verdrängt. Durch die EDI-Zellen brauchen keine DI-Patronen getauscht zu werden, was jedes Mal mit einer Qualitätseinbuße des Produktwassers einhergeht.

- Hierdurch wird eine gleichbleibende Wasserqualität gewährleistet.
- Die Betriebskosten werden reduziert.

EDI-Zellen entfernen die Ionen aus dem aufzubereitenden Wasser, was typischerweise von einer Umkehrosmose-Anlage kommt oder anderen Aufbereitungs-Systemen.

Die **EL-DI**-Zellen produzieren Reinstwasser von einer Qualität bis  $0,055 \mu\text{S}/\text{cm}$ , äquivalent  $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ . Die Zellen arbeiten kontinuierlich oder auch intermittierend.

Das Verfahren unserer Zellen wurde erstmals 1996 auf der Aquatech in Amsterdam auf der Ultra Pure Water Conference vorgestellt.

## **Vorteile der EL-DI-Zellen gegenüber Ionenaustauschern**

- **EL-DI**-Zellen arbeiten kontinuierlich und benötigen keine Betriebsunterbrechungen für Regenerationen oder Tausch von DI-Patronen.
- Sie liefern eine konstante Qualität.
- Sie benötigen keine Chemikalien zur Regeneration.

## **Vorteile der EL-DI-Zellen gegenüber Mischbett-Zellen**

- Sie sind zurzeit die kompaktesten und leistungsfähigsten Zellen auf dem Markt.
- Sie haben eine sehr hohe Toleranz für hohe  $\text{CO}_2$ , FCE von  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  und mehr möglich.
- Sie benötigen deutlich weniger Energie als andere Zellen.
- Sie werden mit Niederspannung betrieben und benötigen daher keine Maßnahmen für Personenschutz gegen Stromschläge.
- Sie brauchen keine Elektrodenspülung und auch keine Zirkulationspumpe dafür.
- Es kann in vielen Fällen auf Entgasung und/oder pH-Anhebungen verzichtet werden.
- TOC-Reduktion auf ca. 3 - 5 ppb bei Eingang  $< 100 \text{ ppb}$ .
- Keimreduktion  $> 99 \%$ .

# Aufbau der EL-DI-Zellen

Der Aufbau der Zellen besteht aus Kammern als Arbeitsräume mit Kationen- und Anionenaustauscherharzen sowie Konzentratkammern mit Mischbettharzen. Diese sind durch ionenselektive Membranen getrennt. Die Kammern werden durch Anoden und Kathoden als Elektroden begrenzt. Durch das Anlegen einer elektrischen Gleichspannung wird Wasser an den Elektroden in  $H^+$ - und  $OH^-$ -Ionen aufgespalten. Diese regenerieren die Harze in den Arbeitsräumen permanent. Die aus dem Wasser aufgenommenen Ionen werden aufgrund des elektrischen Potentials durch die ionenselektiven Membranen in die Konzentraträume geleitet und mit dem Konzentratstrom abgeleitet.

EL-DI-Zellen verfügen über ultradünne, mit PEEK-verstärkte Membranen. Durch den zusätzlichen Einsatz von bipolaren Membranen sind sie auch bei hoher Leistung sehr effizient und haben ihre bisher unerreichte Toleranz für  $CO_2$ . Sie zeichnen sich außerdem auch durch den sehr geringen Stromverbrauch aus. Die Ausbeute an Reinwasser beträgt mindestens 90 bis 95 %.

EL-DI-Zellen sind 2-stufig ausgelegt, d.h. sie haben je 2 Kammern mit Kationen- und Anionenaustauschern. Dadurch werden die Verfahrenswege verlängert, was die Wasserqualität positiv beeinflusst, und die Baumaße kompakt gehalten.



EL-DI-Zellen benötigen nur Anschlüsse für die Einspeisung des aufzubereitenden Wassers, wovon ein Teilstrom (5 - 10 %) in die Konzentratkammern geleitet wird, sowie den Reinstwasser- und Konzentratausgang.

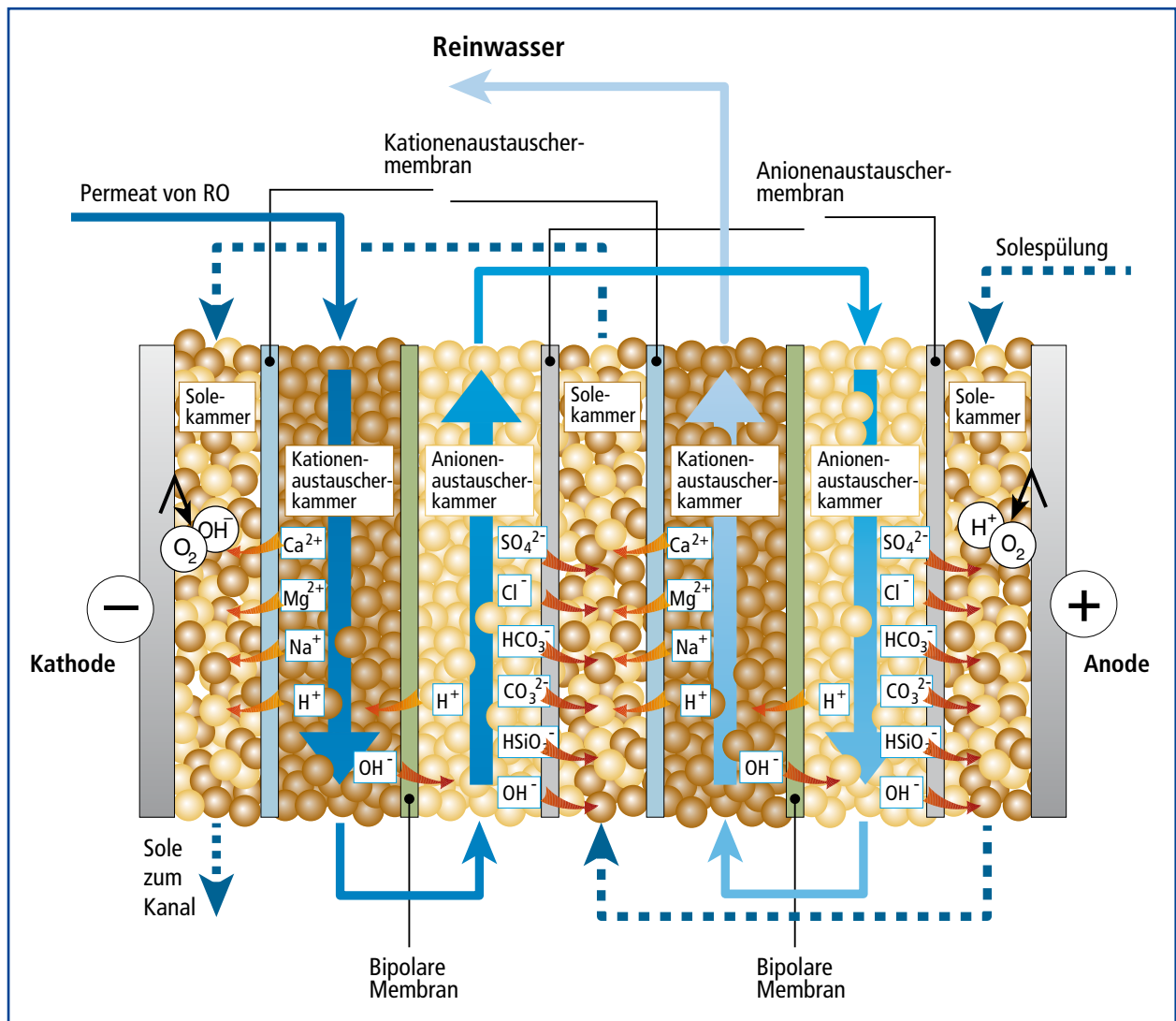
## Technische Unterschiede

- Die Elektroden stehen in direktem Kontakt mit den Harzbetten. Damit werden die Elektrolysereaktionen an der Phasengrenze/Harz genutzt.
- Die Harzbetten wurden als Getrenntbetten ausgelegt.

Bei EL-DI-Zellen werden die Ionen auch bei sehr niedriger Leitfähigkeit innerhalb der Harzfraktion transportiert. Der spezifische Widerstand der Harze liegt je nach Beladungszustand im Bereich von  $100 - 1000 \Omega \cdot cm$ , während der spezifische Widerstand des Wassers von  $0,1 M\Omega \cdot cm$  bis auf  $18,2 M\Omega \cdot cm$  ansteigen kann. Durch die Tatsache, dass der Ionenfluss durch die Harze funktioniert, wird trotz des höheren Widerstandes des Wassers der Ionenwanderungsprozess aufrecht erhalten.

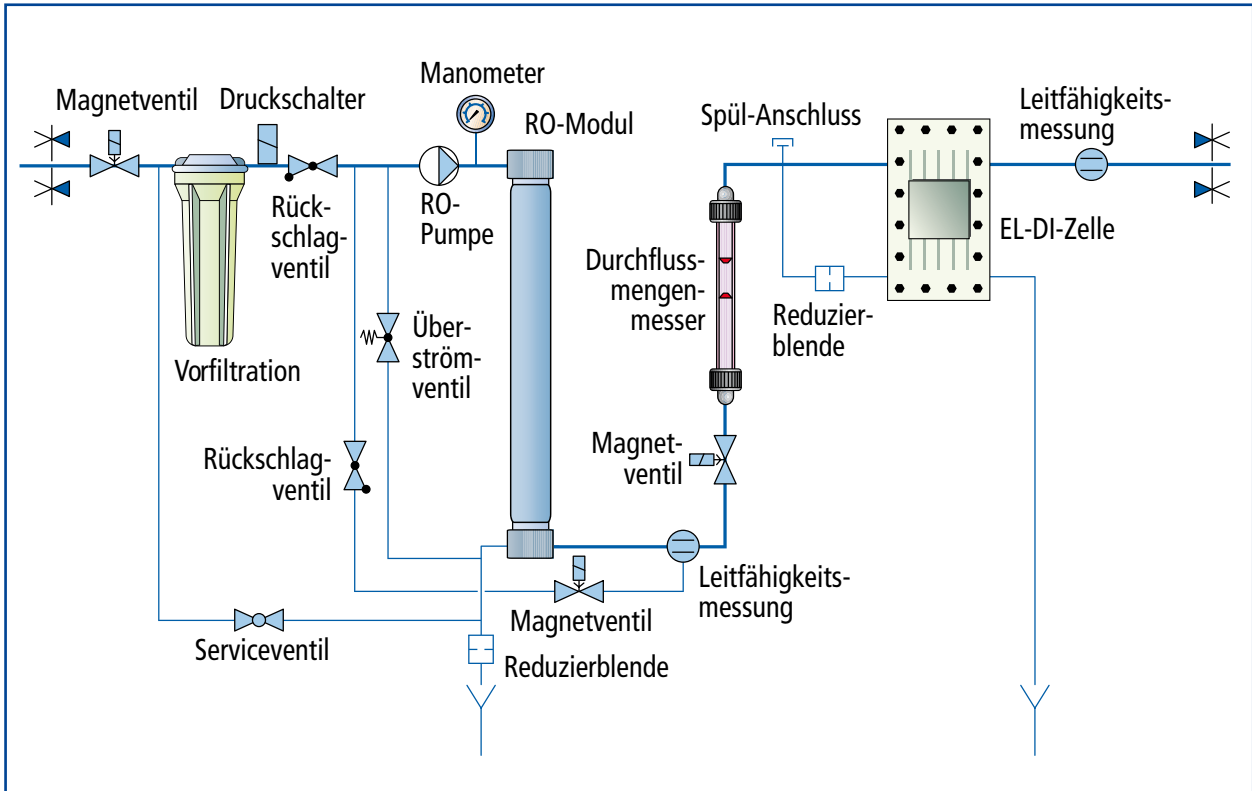
- Weniger Harzbetten, dafür höhere Schichtdicken
- Geringere Membranflächen
- Weniger Dichtungen
- Höhere Fließgeschwindigkeiten verursachen einen besseren Ionentransport vom Wasser zum Harz
- Durch den Einsatz von Einzelharzbetten gibt es eine intermediäre pH-Verschiebung, die sich positiv auf die Entfernung von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{CO}_2$  auswirkt. Hier haben die Mischbettsysteme häufig Probleme und müssen Entgasungseinrichtungen und/oder pH-Anhebung im Eingang der RO-Anlage zur Absenkung von  $\text{CO}_2$ , bzw.  $\text{SiO}_2$  installieren, was die Apparatekosten weiter in die Höhe treibt.
- Sollte es in den Zellen durch eine Havarie und/oder Nichteinhaltung der Spezifikation für das Einspeisewasser zu Ablagerungen von Härtebildnern oder Silikaten gekommen sein, können die Konzentratkammern separat mit entsprechenden Chemikalien gespült werden.

## Funktionsschema der EL-DI-Zellen



Das Permeat aus der Umkehrosmose-Anlage wird unter einem Druck bis 3 bar in die Zelle geleitet. Hier durchfließt es zunächst die erste Kationenaustauscher-Kammer, wo ca. 90 – 95 % der Kationen entfernt werden. Dann fließt es über die beiden Anionenaustauscher-Kammern. Hier werden die Anionen zu 99,99 % entfernt. Danach fließt es über die zweite Kationenaustauscher-Kammer. Hier werden die restlichen Kationen zu 99,99 % entfernt. Die Kationen und Anionen werden durch den an den Elektroden angelegten Gleichstrom durch die Ionenaustauscher-Membranen in den Soleraum transportiert. Ein Teilstrom des Permeates, 5 – 10 %, wird durch die Solekammern geleitet, um die abgetrennten Ionen abzuleiten. Die Fahrweise, erst durch den Kationenaustauscher und dann durch den Anionenaustauscher, sorgt für eine verbesserte Abtrennung von Silikaten.

# Umkehrosmose kombiniert mit der Elektroentionisierungszelle EL-DI



Das abgebildete Fließschema mit RO und EL-DI-Zelle zeigt nur eine Möglichkeit der Einbindung. Es soll zeigen, wie einfach die EL-DI-Zellen zu integrieren sind.



Die Zellen der S-Serie: EL-DI 10, EL-DI 25, EL-DI 50 und EL-DI 100.

# Übersicht und technische Daten

Zellentyp		EI-DI 10	EI-DI 25	EI-DI 50	EI-DI 100
<b>Produktwasserleistung**</b>	l/h	5 - 10	15 - 25	30 - 50	50 - 100
Produktwasserqualität	µS/cm	< 0,2			
Typ. Produktwasserqualität	µS/cm	0,055 – 0,1			
Produktwasserqualität bei 30 mg/l CO <sub>2</sub>	µS/cm	< 1,0			
<b>Eingangswasserqualität</b>					
Leitfähigkeit FCE* max.	µS/cm	100			
Härte max.	mg/l	0,1			
Silikat-Gehalt (als SiO <sub>2</sub> ) max.	mg/l	0,4			
CO <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	30			
Cl <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	< 0,02			
Eingangsdruck max.	bar	3,5			
Druckverlust	bar	1,0 – 3,0			
Ausbeute (Recovery Rate)	%	90 – 95			
Anschlüsse (Push In Connectors)	Zoll	1/4			
Stromversorgung	V / A	24 / 0,35 DC	24 / 0,70 DC	24 / 0,70 DC	30 / 1,05 DC
Durchschnittl. Stromverbrauch	Watt	2 – 3	5 – 7	7 – 10	15 – 25
Maße, H x B x T	mm	177 / 90 / 70	177 / 90 / 90	177 / 90 / 115	177 / 90 / 180
Gewicht	kg	1,2	1,45	1,95	3,2
<b>Katalognummer</b>		<b>180010</b>	<b>180025</b>	<b>180050</b>	<b>180100</b>

Zellentyp		EI-DI 250	EI-DI 400	EI-DI 500	EI-DI 600
<b>Produktwasserleistung**</b>	l/h	100 – 250	200 – 450	300 – 550	300 – 650
Produktwasserqualität	µS/cm	< 0,2			
Typ. Produktwasserqualität	µS/cm	0,055 – 0,1			
Produktwasserqualität bei 20 mg/l CO <sub>2</sub>	µS/cm	< 1,0			
<b>Eingangswasserqualität</b>					
Leitfähigkeit FCE* max.	µS/cm	70			
Härte max.	mg/l	0,1			
Silikat-Gehalt (als SiO <sub>2</sub> ) max.	mg/l	0,4			
CO <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	20			
Cl <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	< 0,02			
Eingangsdruck max.	bar	3,5			
Druckverlust max.	bar	1,0 – 3,0			
Ausbeute (Recovery Rate)	%	90 – 95			
Anschlüsse (Push In Connectors)	Zoll	1/2			
Stromversorgung	V / A	36 / 4,0 DC	36 / 6,0 DC	42 / 8,0 DC	42 / 8,0 DC
Durchschnittl. Stromverbrauch	Watt	60 – 120	100 – 150	120 – 200	180 – 250
Maße, H x B x T	mm	310 / 180 / 161	310 / 180 / 220	310 / 180 / 290	310 / 180 / 320
Gewicht	kg	8	11	13	15,5
<b>Katalognummer</b>		<b>180250</b>	<b>180400</b>	<b>180500</b>	<b>180600</b>



Die Zellen der Reihe HD (Heavy Duty) sind für CO<sub>2</sub>-Gehalte im Eingangswasser von bis zu 35 mg/l geeignet!

Zellentyp		EL-DI 200 HD	EL-DI 300 HD	EL-DI 400 HD	EL-DI 500 HD
Produktwasserleistung**	l/h	100 – 200	150 – 300	200 – 400	300 – 500
Produktwasserqualität	µS/cm	< 0,2			
Typ. Produktwasserqualität	µS/cm	0,055 – 0,1			
Produktwasserqualität bei 35 mg/l CO <sub>2</sub>	µS/cm	< 1,0			
<b>Eingangswasserqualität</b>					
Leitfähigkeit FCE* max.	µS/cm	110			
Härte max.	mg/l	0,1			
Silikat-Gehalt (als SiO <sub>2</sub> ) max.	mg/l	0,4			
CO <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	35			
Cl <sub>2</sub> -Gehalt max.	mg/l	< 0,02			
Eingangsdruck max.	bar	3,5			
Druckverlust max.	bar	1,0 – 3,0			
Ausbeute (Recovery Rate)	%	90 – 95			
Anschlüsse (Push In Connectors)	Zoll	1/2			
Stromversorgung	V / A	36 / 4,0 DC	36 / 5,0 DC	42 / 8,0 DC	42 / 8,0 DC
Durchschnittl. Stromverbrauch	Watt	50 – 90	80 – 120	100 – 150	150 – 200
Maße, H x B x T	mm	310 / 180 / 161	310 / 180 / 220	310 / 180 / 270	310 / 180 / 290
Gewicht	kg	8	11	13	15,5
<b>Katalognummer</b>		<b>182200</b>	<b>182300</b>	<b>182400</b>	<b>182500</b>

\* FCE (Feed Conductivity Equivalent) bedeutet Leitfähigkeit µS/cm + (mg/l CO<sub>2</sub> x 2,66) + (mg/l SiO<sub>2</sub> x 1,94)

\*\* Maximale Produktwasserleistung bei 3 bar Druckverlust, +/- 5 %



Die Zellen der M-Serie: EL-DI 250, EL-DI 400, EL-DI 500 und EL-DI 600.



## Electrodeionization Cells

Uferstraße 25 · D-22113 Oststeinbek  
Phone +49 40 35 70 38 77 · Mobile +49 176 62965762  
Mail info@el-di.de · Web www.el-di.de



Alle hierin enthaltenen Informationen gelten als zuverlässig und entsprechen den anerkannten technischen Regeln. EL-DI GmbH gibt keine Gewähr für die Vollständigkeit dieser Informationen und behält sich das Recht vor, jederzeit Änderungen und Ergänzungen ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen.