



## Wasserqualitäten und Ionenaustauschprozesse / 1

### Wasserqualitäten

**Stadtwasser** bzw. **Leitungswasser** wird von lokalen Wasserversorgungssystemen bereitgestellt. Typische Inhaltsstoffe von Stadtwasser sind gelöste mineralische Bestandteile wie Kalzium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Natrium ( $\text{Na}^+$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ), Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ), Hydrogencarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) und Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), die als geladene Ionen vorliegen. Ebenfalls enthält Stadtwasser organische Verbindungen, Bakterien und Viren. Stadtwasser unterliegt gesetzlichen Rahmenbedingungen und Vorschriften, die eine bestimmte Qualität sicherstellen.

**Destilliertes Wasser** wird durch Destillation hergestellt. Der Prozess der Destillation entfernt alle mineralischen Bestandteile sowie Bakterien und Viren. Destilliertes Wasser kann aber weiterhin organische Verbindungen enthalten.

**Deionisiertes Wasser (DI-Wasser)** wird durch Ionenaustauschprozesse hergestellt. Hierbei werden, je nach Art des Ionenaustauschprozesses, nur bestimmte mineralische Bestandteile entfernt. DI-Wasser kann also weiterhin andere bestimmte mineralische Bestandteile, organische Verbindungen, Bakterien und Viren enthalten.

Es entsteht **Weichwasser**, indem dem Wasser Kalzium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) und Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) entzogen und durch Natrium ( $\text{Na}^+$ ) und Kalium ( $\text{K}^+$ ) ersetzt werden. Dieser Ionenaustauschprozess ist auch als Enthärtung (s. u.) bekannt.

**Vollentsalztes Wasser (VE-Wasser)**, teilweise ebenfalls DI-Wasser genannt, wird ebenfalls durch Ionenaustauschprozesse hergestellt. Hierbei werden alle mineralischen Bestandteile entfernt. VE-Wasser kann aber weiterhin organische Verbindungen, Bakterien und Viren enthalten.

**Reinstwasser** wird ebenfalls durch Ionenaustauschprozesse hergestellt und darüber hinaus intensiv behandelt. Hierbei werden alle mineralischen Bestandteile, organischen Verbindungen sowie Bakterien und Viren entfernt.

Insgesamt bieten alle Arten von aufbereitetem Wasser (destilliertes Wasser, DI- und VE-Wasser und Reinstwasser) hohe Reinheitsgrade, wobei der spezifische Reinheitsgrad, also die Wasserhärte bzw. die elektrische Leitfähigkeit, der Anteil organischer Verbindungen und die Anwesenheit von Bakterien und Viren variieren können.

### Wasserhärte und elektrische Leitfähigkeit

Die **Wasserhärte** ist ein Begriffssystem der angewandten Chemie, bedingt durch den Gehalt an sogenannten Härtebildnern, also der Stoffmengenkonzentration bestimmter im Wasser gelösten Ionen. Es wird zwischen zwei Arten von Wasserhärte unterschieden:

Die **temporäre Härte**, auch bekannt als **Karbonathärte**, bezieht sich hauptsächlich auf die Menge an Kalzium- und Magnesiumkarbonat im Wasser.

Die **permanente Härte**, auch bekannt als **Nichtkarbonathärte**, bezieht sich auf die Menge an Chloriden und Sulfaten im Wasser.

Die **Gesamthärte** ist die Summe aus temporärer und permanenter Härte und korreliert mit der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers. Die **elektrische Leitfähigkeit** ist definiert als die Fähigkeit, elektrischen Strom zu leiten. Je höher die Stoffmengenkonzentration der im Wasser gelösten Ionen, desto härter ist das Wasser und desto höher ist die elektrische Leitfähigkeit.

Die Tabelle in Abb. 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Stoffmengenkonzentration (mmol/l) der Härtebildner im Wasser, der Wasserhärte ( $^{\circ}\text{dH}$ ) und der elektrischen Leitfähigkeit des Wasser ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Der Kehrwert der elektrischen Leitfähigkeit entspricht dem spezifischen Widerstand ( $\Omega \cdot \text{m}$ ).

Stoffmengenkonzentration, Wasserhärte, Leitfähigkeit			
mmol / l	$^{\circ}\text{dH}$	Härte	$\mu\text{S} / \text{cm}$
0 - 0,71	0 - 4	sehr weich	0 - 140
0,71 - 1,6	4 - 9	weich	140 - 300
1,6 - 2,67	9 - 15	leicht hart	300 - 500
2,67 - 3,39	15 - 19	mäßig hart	500 - 640
3,39 - 4,46	19 - 25	hart	640 - 840
> 4,46	> 25	sehr hart	> 840

\*Bitte beachten: Die in diesem Papier aufbereiteten Ergebnisse und Daten beziehen sich ausschließlich auf Prozesse bei denen kolb Reiniger in kolb Reinigungssystemen verwendet werden. Die Verwendung von kolb Reinigern in Systemen anderer Hersteller bzw. Reiniger anderer Hersteller in kolb Reinigungssystemen kann zu veränderten Anforderungen an den Spülprozess führen und damit an die Einstellung der Klarspülwasserqualität.

Abb. 1: Zusammenhang von Stoffmengenkonzentration, Wasserhärte und Leitfähigkeit



## Wasserqualitäten und Ionenaustauschprozesse / 2

### Ionenaustauschprozesse zur Herstellung von deionisiertem (DI-) und vollentsalztem (VE-) Wasser

Ionenaustauschprozesse zur Wasseraufbereitung sind Verfahren, bei denen die gelösten und geladenen Ionen im Wasser gegen andere Ionen in einem festen Material ausgetauscht werden. Dies geschieht durch die Wechselwirkung zwischen den Ionen im Wasser und den Ionen im Feststoff, der als Ionenaustauscher bezeichnet wird. Ionenaustauscher liegen meist in Form von Harzen vor. Diese Ionenaustauscherharze werden oft in Patronen eingesetzt, um sie in Wasseraufbereitungssystemen zu verwenden. Es gibt verschiedene Arten von Ionenaustauscherharzen, die sich in ihrer Wirkung unterscheiden:

Ein **Kationenaustauscherharz** ist ein Material, das positiv geladene Ionen (Kationen), also Härtebildner wie Kalzium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) und Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) aus dem Wasser entfernt. Hierbei binden negativ geladene funktionellen Gruppen des Kationenaustauscherharzes die Kationen aus dem Wasser und geben stattdessen andere Kationen ab. Werden die Kationen des Wasser hierbei durch Natrium ( $\text{Na}^+$ ) ausgetauscht, wird auch von **Enthärtung (Reduzierung der Karbonathärte)** bzw. **Entkarbonisierung** gesprochen. Werden die Kationen des Wasser hierbei durch Wasserstoffionen ( $\text{H}^+$ ) ausgetauscht, ist auch von **Teilentsalzung** die Rede. Durch freiwerdendes  $\text{CO}_2$  sinkt der pH-Wert des Wassers bei einer Teilentsalzung ab.

Ein **Anionenaustauscherharz** ist ein Material, das negativ geladene Ionen (Anionen) wie Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) und Sulfate ( $\text{SO}_4^{4-}$ ) aus dem Wasser entfernt. Hierbei binden die positiv geladenen funktionellen Gruppen des Anionenaustauscherharzes die Anionen aus dem Wasser und geben stattdessen andere Anionen ab. Handelt es sich bei den abgegebenen Anionen um Hydroxidionen ( $\text{OH}^-$ ), hat dies einen Anstieg des pH-Wertes des Wassers zur Folge.

Ein **Mischbett (MB) aus Kationen- und Anionenaustauscherharz**, entfernt sowohl Kationen als auch Anionen aus dem Wasser und tauscht sie gemäß der zuvor beschriebenen Prozesse gegen andere Ionen aus.

Hierbei wird oft von **Vollentsalzung** gesprochen. Diese Art eines Ionenaustauschers eignet sich zur Herstellung von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser), aus welchen nachfolgend Reinstwasser hergestellt werden kann.

Neben den zuvor beschriebenen Ionenaustauschprozessen kann auch die **Umkehrosmose** verwendet werden, um DI- bzw. VE-Wasser herzustellen. Bei der Umkehrosmose wird Wasser in sogenannten Umkehrosmoseanlagen unter hohem Druck durch eine semipermeable Membran gedrückt, wodurch gelöste Ionen, organische Verbindungen, sowie Bakterien und Viren zurückgehalten werden.

Die Umkehrosmose eignet sich also zur Herstellung von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) aus welchen nachfolgend auch Reinstwasser hergestellt werden kann. Teilweise wird statt unbehandeltem Stadtwater auch bereits vorbehandeltes Weichwasser in Umkehrosmoseanlagen eingeleitet, insbesondere wenn es darum geht, die Lebensdauer der Membranen zu verlängern.

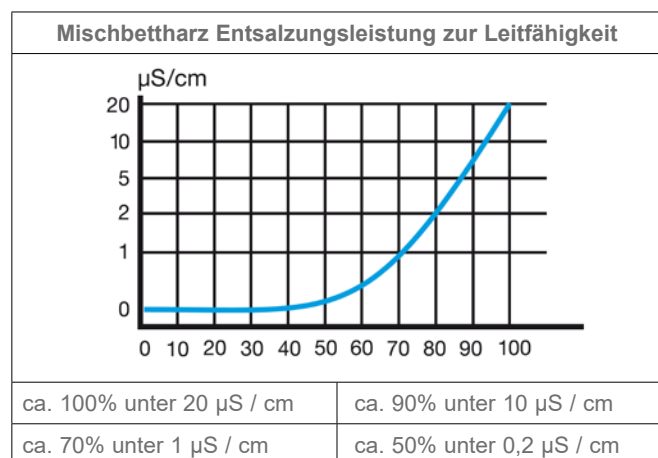
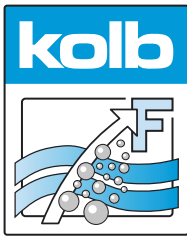


Abb. 2: Zusammenhang der Entsalzungsleistung eines Mischbettharzes zur elektrischen Leitfähigkeit des Wassers



# kolb informiert



## Wasserqualitäten und Ionenaustauschprozesse / 3

### Für kolb Reinigungssysteme geeignete MB Ionenaustauscher(patronen)

Soll in einem kolb Reinigungssysteme der Prozessschritt „Klarspülen“ ausgeführt werden, bereitet das System vor dem Start dieses Prozessschrittes Stadtwasser zu VE- (bzw. DI-) Wasser automatisch auf. Dies geschieht mittels eines MB-Ionenaustauscherharzes in einer im System platzierten Patrone.

**Gemäß der zuvor beschriebenen verschiedenen Arten von Ionenaustauscherharzen, die sich in ihrer Wirkung unterscheiden, eignen sich für kolb Reinigungssysteme lediglich Patronen mit einem Mischbett (MB) aus Kationen- und Anionenaustauscherharz, da diese vollentsalztes Wasser generieren. So sind von kolb nur bestimmte MB-Ionenaustauscherpatronen für den Einsatz in kolb Reinigungssystemen freigegeben.**

So wird sichergestellt, dass das aufbereitete VE- (bzw. DI-) Wasser möglichst wenig mineralische Bestandteile aus geladenen Kationen und Anionen enthält und somit eine geringe Restionenkontamination des Reinigungsgutes gewährleistet werden kann.

Mehr Informationen zum Prozessschritt „Klarspülen“ befinden sich im WhitePaper „Der beste Spülprozess für Sauberkeit und Wirtschaftlichkeit“. (Hier scannen)

