

# Natriumchlorid in der Ionenaustauschertechnik

Werner Döbbrick

*Permutit GmbH  
Auguste-Viktoria-Strasse 62  
D-1000 Berlin 33*

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Seit nunmehr 65 Jahren werden Ionenaustauscher zur Enthärtung angewandt. Erschöpfte Ionenaustauscher werden mit einer Natriumchloridlösung regeneriert, die die aufgenommenen Calcium- und Magnesiumionen wieder verdrängt. Der Ionenaustauscher steht danach für den nächsten Betriebszyklus bereit. Zur Regeneration dient pulverförmiges oder geformtes Natriumchlorid, das durch geeignete Vorrichtungen zur Regenerierlösung angesetzt wird. Der Reinheitsgrad des Natriumchlorids zur Regeneration ist für die BRD in einer DIN-Vorschrift festgelegt, wobei hygienische Belange und Forderungen des Lebensmittelgesetzes berücksichtigt werden. Zwei Lagerungsformen in der Regeneriereinrichtung sind zu unterscheiden, die Naß- und die Trockenlagerung. Im ersten Fall wird das Salz in einem Wasserbecken gelagert, so daß sich neben dem Trockenkörper eine gesättigte Sole bildet, die zur Regeneration des Ionenaustauschers auf die erforderliche Konzentration verdünnt wird. Bei der Trockenlagerung, die sich immer mehr verbreitet, befindet sich das Salz in einem Silo. Bei jeder Regeneration wird die erforderliche Menge Salz abgezogen und in Lösung gebracht. Die verschiedenen apparativen Ausrüstungen werden gezeigt und erläutert.

---

## EINLEITUNG

Natriumchlorid wird in der Ionenaustauschertechnik hauptsächlich für die Regeneration des starksauren Kationenaustauschers im Enthärtungszyklus benötigt. Daneben dient Natriumchlorid auch als Regeneriermittel für den starkbasischen Anionenaustauscher, wenn er zur Absorption, Entcarbonisierung oder Entnitratisierung eingesetzt wird.

Für die Anwendung in der Wasseraufbereitung sind die Reinheitsanforderungen an das Natriumchlorid für die Bundesrepublik Deutschland einschließlich West-Berlin in der DIN-Norm 19604 festgelegt. Sofern das aufbereitete Wasser als Lebensmittel gilt, findet sich in der Norm der Hinweis auf den Gehalt an Fremdstoffen sowie auf die dann nicht zulässige Vergällung. Bei Verwendung eines Salzes, das die Ansprüche der DIN-Norm erfüllt, ergeben sich

keine Schwierigkeiten bei der Regeneration von Ionenaustauscherharzen.

Das Natriumchlorid ist in verschiedenen Mahlfineinheiten, verschiedenen Körnungen oder auch in gepreßter Form wie z.B. Tabletten erhältlich.

Die Anlieferung schüttfähiger Formen erfolgt bei größeren Mengen in Silowagen (Eisenbahn oder LKW), wobei die Mehrzahl der LKW-Züge über eine eigene Preßluftierungsstation zur Entleerung verfügen. Bei kleineren Liefermengen herrscht die Abpackung in Kunststoffsäcken vor. Sofern grobkörniges Salz, Tabletten oder dergleichen zum Einsatz kommt, überwiegt ebenfalls die letztere Verpackungsart.

Die Belieferung von Wasseraufbereitungsanlagen mit gesättigter Salzsole ist in der BRD und West-Berlin wegen der hohen Transportkosten nur in seltenen Fällen anzutreffen.

### REGENERATION DES IONENAUSTAUSCHERHARZES

Starksaure Kationen- bzw. starkbasische Anionenaustauscherharze unterliegen einer Volumenänderung während des Beladungs- und Regenerationsspiels. Deshalb darf das Ionenaustauscherharz zur Regeneration nur mit einer verdünnten Natriumchloridlösung behandelt werden. Konzentrierte Lösungen lösen osmotische Schocks aus und führen zur Zerstörung des Ionenaustauschergerüsts, das aus Polystyrol, vernetzt mit Divinylbenzol besteht. Außerdem ergeben sich bei den dann geringen Regeneriermittelmengen Verteilungsprobleme im Ionenaustauschfilter.

Beim starksauren Kationenaustauscher nehmen die austauschaktiven Gruppen, die an der Matrix hängen, während der Regeneration die Natriumionen des Salzes auf. Bei der Beladung werden sie gegen die Calcium- und Magnesiumionen ausgetauscht, so daß das über das Ionenaustauscherharz laufende Wasser enthärtet ist. Beim starkbasischen Anionenaustauscher gehen die Chloridionen der Regeneriersalzlösung an die austauschaktiven Gruppen und werden während der Beladung gegen andere Anionen je nach Einsatzzweck ausgetauscht.

Die allgemein übliche Technik besteht darin, zunächst eine gesättigte Sole aus dem festen Natriumchlorid herzu-

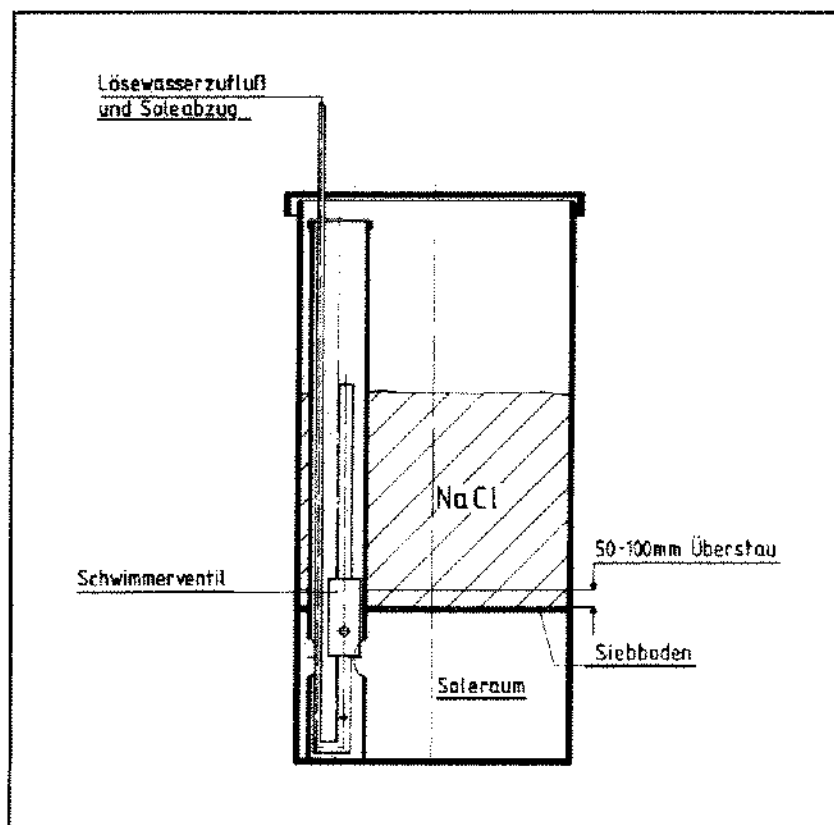
stellen, die während der Regeneration durch geeignete Vorrichtungen auf die erforderliche Regenerierkonzentration, die zwischen 5–12 Gewichtsprozent liegen kann, gebracht wird. Letztere Aufgabe ist durch Strahlapparate oder Dosiereinrichtungen, z.B. Pumpen mit Verdünnungswasserbeimischung einfach zu lösen. Sie bedarf deshalb keiner weiteren Erläuterung.

Der vollautomatische Betrieb einer Wasseraufbereitungsanlage ist heute die Regel. Das gilt auch für die zu erzeugende Salzsole zur Regeneration der Filter. Verschiedene Konstruktionen befinden sich in der Anwendung.

### SOLEBEHÄLTER

Bei kleineren Regeneriermittelmengen, wie sie z.B. beim Haushaltsenthärter erforderlich sind, wird die Salzsole in einem drucklosen Behälter angesetzt. Als Werkstoff ist wegen des Korrosionsschutzes ein schlagfester Kunststoff wie z.B. PE vorzuziehen. Für das eingefüllte Salz kann die Trocken- oder die Naßlagerung angewendet werden.

Bei der Trockenlagerung (Fig. 1) ruht das Salz auf einem Siebboden im Salzlöser. Für diese Bauart eignen sich deshalb nur grobkörnige Lieferformen. Die Höhe des Siebbodens im Salzlöser wird so festgelegt, daß der Raum da-



Figur 1. Salzlöser für Trockenlagerung.

ranter der Solemenge entspricht, die für eine Regeneration benötigt wird. Das Niveau des Lösewassers befindet sich ca. 50–100 mm oberhalb des Siebbodens. Zur Einstellung dieses Niveaus bei der Befüllung des Salzlösers nach der Regeneration dient ein Schwimmerventil oder ein zeitgesteuerter Durchflußcontroller. Der Abzug der Sole erfolgt entweder über das oben erwähnte Schwimmerventil, das eine Doppelfunktion aufweist, oder ein zusätzliches Schwimmerventil, um ein Ansaugen von Luft in das Harzbett zu vermeiden. Über dem Siebboden bildet sich im benetzten Salz eine gesättigte Sole, die aufgrund ihrer höheren Dichte in den Raum unter den Siebboden sinkt und Lösewasser nach oben verdrängt. Dieser Vorgang ist, bedingt durch die jeweilige konstruktive Ausführung, nach 2–4 Stunden abgeschlossen. Die Regenerationsintervalle der angeschlossenen Wasseraufbereitungsanlage dürfen deshalb diese Zeiten nicht unterschreiten.

Jedoch bietet dafür die Trockenlagerung zwei wichtige Vorteile: Das Nachfüllen von Salz kann jederzeit erfolgen, ohne daß das Lösewasser überläuft. Ist im Salz ein Bakterizid oder dergleichen eingearbeitet, so wird es nicht wie bei der Naßlagerung vorzeitig gelöst, sondern nur die gewünschte Menge.

Bei der Naßlagerung (Fig. 2) dient eine Kiesschicht im Salzlöser zur Auflagerung des Regeneriersalzes. Diese Kiesschicht kann u.U. auch noch eine Reinigungsfunktion übernehmen. Ein Schwimmerventil hält das Lösewasserniveau oberhalb der Salzfüllung auf gleicher Höhe. Beim Abzug von Sole über einen Ablaufkorb innerhalb der Kiesschicht, fließt laufend Lösewasser nach und bildet beim Durchlauf durch das Salz eine gesättigte Sole. Die Zumessung der erforderlichen Solemenge für die Regeneration kann durch einen Durchflußcontroller mit Zeitbegrenzung, Zähler oder ähnlichem entsprechend dem geforderten meßtechnischen Aufwand erfolgen. Im Gegensatz zur

Trockenlagerung steht zu jeder Zeit gesättigte Sole für die Regeneration zur Verfügung. Durch die Wahl der geometrischen Abmessungen des Salzlösers wird das Erreichen der Sättigung beim Lösewasserdurchlauf durch das Salz sichergestellt. Weiterhin lassen sich auch feingemahlene Lieferformen des Natriumchlorides verwenden. Vor dem Nachfüllen muß jedoch der Lösewasserspiegel abgesenkt werden, um ein Überlaufen des Salzlösers zu vermeiden.

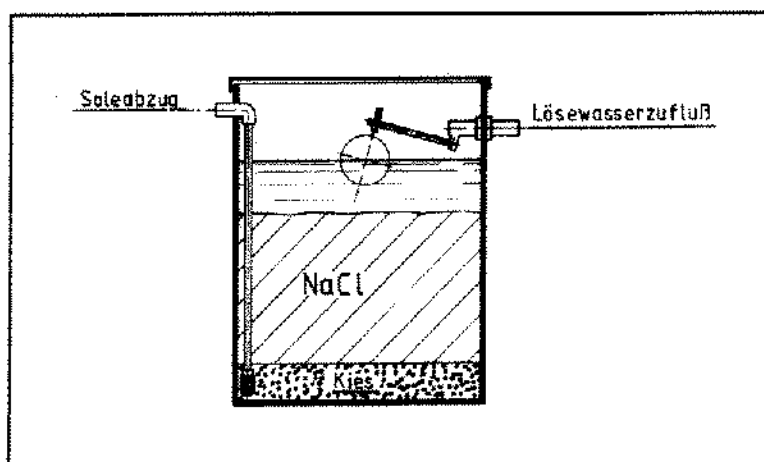
### SALZEINSUMPfung

Bei großen Regeneriermittelmengen, die eine größere Bevorratung erfordern, wird die Salzeinsumpfung (Fig. 3) angewendet. Im Prinzip gleicht sie der Naßlagerung im Salzlöser. Zur Aufnahme des Salzvorrates eignen sich Becken aus Beton mit innerer Fliesung oder Beschichtung, aus Stahl mit innerer Gummierung oder Beschichtung und aus glasfaserverstärktem Kunststoff bzw. Behälter aus Stahl mit innerer Gummierung oder Beschichtung, aus Polyäthylen und aus Polypropylen.

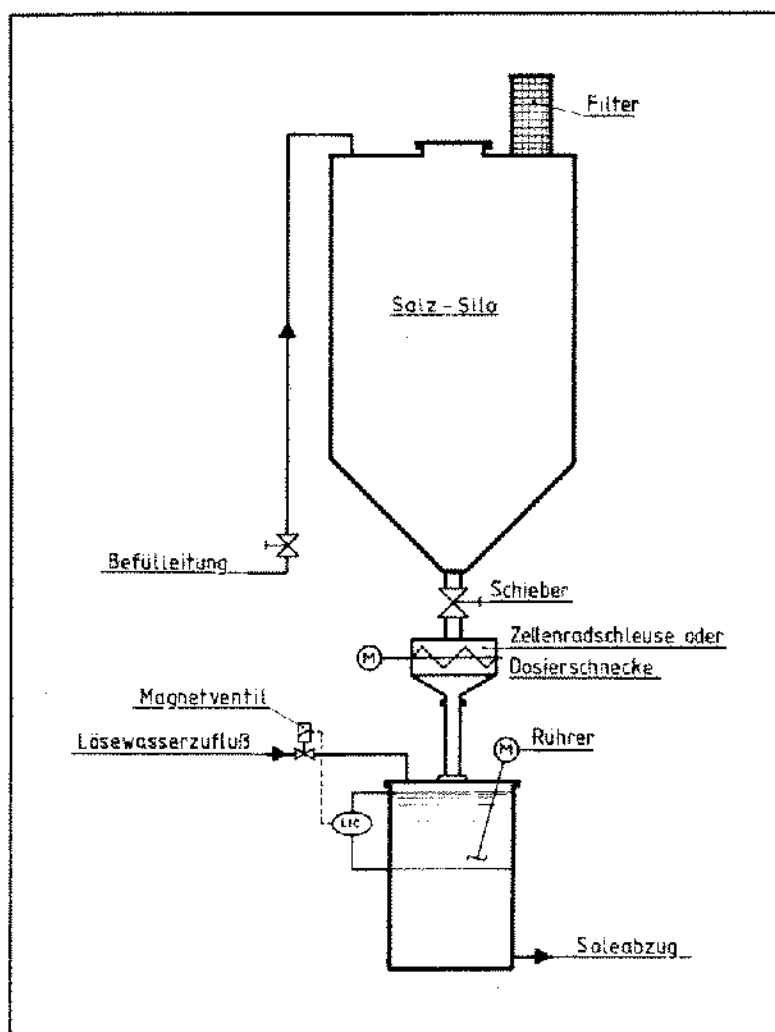
Die Höhenstandsregelung des Lösewassers mittels eines Schwimmerventiles geschieht in einem Schwimmerkasten, der seitlich am Salzvorratsbehälter angebracht ist. Selbstverständlich lassen sich auch Meßumformer mit Regler und Regelventil oder ähnliche Einrichtungen für diesen Zweck einsetzen.

Nur müssen dann die Anschlußstutzen für den Meßumformer durch Feinsiebe gegen das Eindringen von festem Salz geschützt sein. Der Soleabzug erfolgt über einen Ablaufkorb, der in einer Kiesschicht eingebettet ist. Die Zumessung der erforderlichen Solemenge wurde bereits geschildert.

Beim Antransport des Salzes in loser Form, z.B. auf einer LKW-Pritsche, muß eine Rutsche zur Befüllung des Lagerbeckens vorhanden sein. Bei pneumatischer Befül-



Figur 2. Salzlöser für Nasslagerung.



Figur 3. Salzsilo mit Löseinrichtung.

lung über eine Rohrleitung, die heute vorherrscht, ist für eine ausreichende Entlüftung des Lagerbeckens zu sorgen. Zur Vermeidung von Umgebungsbelästigungen und Korrosionen durch Salzstaub, sollte die Entlüftungsleitung mit einem Luftfilter abschließen, das für den nicht unerheblichen Luftstrom vom Silofahrzeug auszulegen ist.

### SALZSILO MIT TROCKENDOSIERUNG

Kontinuierliche Enthärtungsverfahren erfordern andere Techniken der Salzlagerung und Solezubereitung. Beim Fluiconverfahren der Permutit GmbH, Berlin, (Bild 4), fließt das Ionenaustauscherharz kontinuierlich im Gegenstrom zum aufzubereitenden Wasser über Wirbelschichten durch die Beladungskolonne.

Danach gelangt es in eine Regenerierkolonne, in der die Regeneration ebenfalls im Gegenstrom kontinuierlich in

Wirbelschichten abläuft. Mit dem laufenden Transport des regenerierten Harzes von der Regenerier- zur Beladungskolonne ist der Kreislauf geschlossen. Neben zahlreichen anderen Vorzügen, wie geringer spezifischer Salzverbrauch, geringer Waschwasserbedarf, durchgehender Betrieb etc. hat man mit dem Fluiconverfahren die Möglichkeit, Wasser mit hohen Härtegraden und Durchsatzmengen zu verarbeiten, die beim Festbettverfahren ausscheiden würden.

Zur Beherrschung der dann benötigten Regeneriermittelmengen hat sich der Einsatz von Salzsilos mit Trockendosierung (Fig. 5) bewährt. Gegenüber der Salzeinsumpfung ergeben sich unter Umständen erhebliche Einsparungen an Investitionen, bedingt unter anderem durch das Bauvolumen.

Die Lagerung des Salzes in Silos unterscheidet sich nicht von denen anderer Schüttgüter wie z.B. Kalkhydrat. Her-

