

Dr. Ing. Andreas Weideneder; Reimond Olthof

# Salz im Abwasser behandeln

Vom Kostenfaktor zum Cash-Point: Im Abwasserprozess anfallende Salzströme können mit einer effektiven Technologie nicht nur entsorgt, sondern verwertet werden.



Bild 1 Produktionsstandort Lactoprot in Leezen und die Anlage DyVaR-60

Quelle: Saltech B. V.

Mit Hilfe der DyVaR\*-Konzentrations- und Kristallisationstechnologie von Saltech ist es gleichsam elegant und hocheffizient möglich, im Verlaufe von Produktionsprozessen in unterschiedlichen Branchen, z. B.:

- der Lebensmittelindustrie (z. B. Molke-reien)
- der chemischen Industrie (Beseitigung der im Produktionsprozess auftretenden verunreinigenden Stoffströme)
- der Zementherstellung (Entsalzung der Zementasche)
- der Öl- und Gasförderung (Entsalzung des Förderwassers)
- bei Sickerwasser von Deponien anfallende Salzströme nicht nur kostengünstig zu entsorgen oder gemäß dem

\* Produkte und Verfahren mit eingetragenem Markenzeichen

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ver- und aufzuwerten. Die weltweit seit einigen Jahren bereits in oben genannten Branchen im Einsatz befindliche DyVaR-Technologie des niederländischen Technologieunternehmens Saltech B.V., Sneek, hat nun nach mehrjähriger Vorbereitung eine weitere Referenzanlage erstmals auch in einer deutschen Molkerei erfolgreich in Betrieb genommen. Flüssige Seitenströme aus der Milchverarbeitung werden hierbei effektiv in neue Produkte umgewandelt und unterstützen damit die Kreislaufwirtschaft.

## Ausgangssituation und Hintergrund

Die patentierte so genannte Dynamic Vapor Recovery Technology (DyVaR\*) von Saltech mit ihren modularen, robusten und sehr

effizienten Verdampfungszyklonen hilft am Produktionsstandort Lactoprot in Leezen, Deutschland, hochkonzentrierte Soleströme zu einem wertvollen Düngerprodukt und Süßwasser zu machen. Die Lactoprot Germany GmbH aus Kaltenkirchen kann als einer der internationalen Marktführer in der Caseinat-Produktion eingestuft werden. In enger Zusammenarbeit mit dem F&E-Team des Kunden führte Saltech effektive Prüfstandtests und kontinuierliche Pilotversuche durch, was zu einer robusten, schlüsselfertigen Lösung für die Aufwertung des bei der Caseinat-Herstellung anfallenden sauren Milchpermeats führte. Bisher wurde das Milchpermeat wegen der hohen Konzentration an Milchsäuren und organischen Komponenten nach der Umkehrosmose als Abfallstrom entsorgt. Moderne Molkereien wie die Lactoprot in

Leezen produzieren mit Hilfe modernster innovativer Produktionstechnologien Caseinate für eine Vielzahl von Anwendungen, was zur Nutzung fast jeder einzelnen Komponente der Milch oder Molke führt, die als Rohstoff eingebracht wird. Einer der wenigen Abfallströme ist das Konzentrat des Umkehrosmose-Systems, in dem die Milchsäuren aus einem Teil des Produktionsprozesses gesammelt werden. Dieses spezielle RO-Konzentrat enthält Elemente wie Phosphat (P), Kalium (K), Chlorid (Cl), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), andere Salze und organische Stoffe (CSB).

## Der Business Case

Das ehrgeizige Projektziel war es, eine zuverlässige und kostengünstige Lösung zur Weiterverarbeitung der Sole aus der RO-Anlage zu realisieren und diese Milchsäuren mehr als 10-fach zu konzentrieren mit dem Ziel, diesen „Abfallstrom“ in Süßwasser und ein wertvolles alternatives Düngerprodukt für die Landwirtschaft umzuwandeln.



Bild 2 Caseinate als Hauptprodukte von Lactoprot

Quelle: Saltech B. V.

Zwei Trends bzw. Umweltentwicklungen trugen zum ehrgeizigen Projektziel bei:

- a) Bis vor kurzem war es in Europa erlaubt, Salzströme ohne strenge Einschränkungen in kommunale Kanalisationssysteme oder Vorfluter einzuleiten. Aufgrund zunehmender Trockenperioden und stei-

gender Salzgehalte traten neue europäische Umweltvorschriften in Kraft, um eine weitere Zunahme bei der direkten und indirekten Einleitung dieser problematischen Abwässer zu begrenzen. Dies führte dazu, dass Lactoprot (und andere) die produzierten RO-Solen jahrelang an darauf spezialisierte Entsorgungsunternehmen abgeben mussten, was zu hohen jährlichen Kosten führte.

- b) Als Folge der künftigen Phosphatknappheit betonen bzw. befürworten einige europäische Behörden wie das Bundesumweltministerium die Verwertung und Wiederverwendung von Phosphaten als Dünger für landwirtschaftliche Anwendungen.

Ziel des Projekts war es, die Kosten für die Entsorgung des RO-Konzentrats um mindestens 85 % zu senken und gleichzeitig das Endprodukt (ein konzentriertes Gemisch aus Kalium-Chlorid und Phosphorsäure, wie es von der DyVaR hergestellt wird) als alternativen Dünger für landwirtschaftliche Anwendungen zu nutzen.

Xylem



Bild 3 Die DyVaR-Technologie  
Quelle: Salttech B. V.

Die Herausforderung

In der Milchindustrie ist allgemein bekannt, dass Membran- und Elektrodialyse-Salze, die Milchsäure enthalten, mit Matrixverhalten, wie unten beschrieben, nicht ohne weiteres mit Standardverdampfungstechnologien zuverlässig konzentriert werden können. Die Gründe hierfür sind u. a.:

- hohe Konzentrationen an Chlorid
  - unterschiedliche Mischung und unterschiedliche Konzentration von Elementen wie P, S, Mg, K, Ca
  - relativ hohe und fluktuierende CSB-Konzentration
  - niedriger pH-Wert zwischen 1 und 4.
- Diese Eigenschaften sind bei konventio-

nellen Aufbereitungsprozessen wie Standardverdampfungssystemen technisch anspruchsvoll. Auch ein Energieverbrauch von bis zu oder mehr als 100 kWh/m<sup>3</sup> (Kondensat) für eine regelmäßige Behandlung ist wirtschaftlich nicht attraktiv. In der Milchindustrie ist allgemein bekannt, dass herkömmliche Verdampfungssysteme Probleme mit der Ansatzbildung während des Konzentrationsprozesses haben und die Ausfallzeiten solcher Einheiten wegen der daraus resultierenden intensiven regelmäßigen Säurereinigungen sehr leicht 50 bis 60 % der Gesamtlaufzeit erreichen. Die hohe Chlorkonzentration in einem klassischen Verdampfungssystem in Kombination mit dem extrem niedrigen pH-Wert und fordert die Lebensdauer aller Edelstahlkomponenten in diesen konventionellen Systemen erheblich heraus.

Zusätzlich zu diesen prozesstechnischen Herausforderungen, mit denen Lactoprot konfrontiert war, musste die Lösung auch die folgenden operativen Anforderungen erfüllen, die speziell für Lactoprot relevant sind:

- Die DyVaR-60-Einheit muss von den Bedienern in allen Schichten einfach zu bedienen sein.
- Die Ausfallzeiten für Reinigung und Wartung sollten weniger als 10 % betragen.

- Die DyVaR-60-Einheit sollte nicht mehr als 55 kWh/m<sup>3</sup> (Kondensat) für den gesamten Konzentrationsprozess verbrauchen.
- Kontinuierliche Zugabe von Dampf während des Betriebs ist nicht erwünscht.
- Internetverbindung für eventuelle direkte Unterstützung und Dienste durch SALTTECH
- Aufgrund der Nähe eines Wohngebiets beträgt der erforderliche maximale Lärmemissionspegel < 45 dBA.

Die Lösung

Die anspruchsvolle Kombination aus Produktmatrix und Betriebsanforderungen erforderte eine innovative und hocheffiziente Konzentrations- und Kristallisationstechnologie namens DyVaR.

DyVaR ist ein modulares System, das aus Zyklonen besteht, die als „Dynamic Vapor Recovery Units“ oder „DyVaR Units“ bezeichnet werden. Das Gerät besteht aus nichtmetallischen Komponenten, die hochmodular aufgebaut sind. Durch das einzigartige und patentierte 3D-Dampfdruckgewinnungsverfahren ist das Design des DyVaR-Konzepts äußerst energieeffizient. Um die ankommende Sole zu konzentrie-

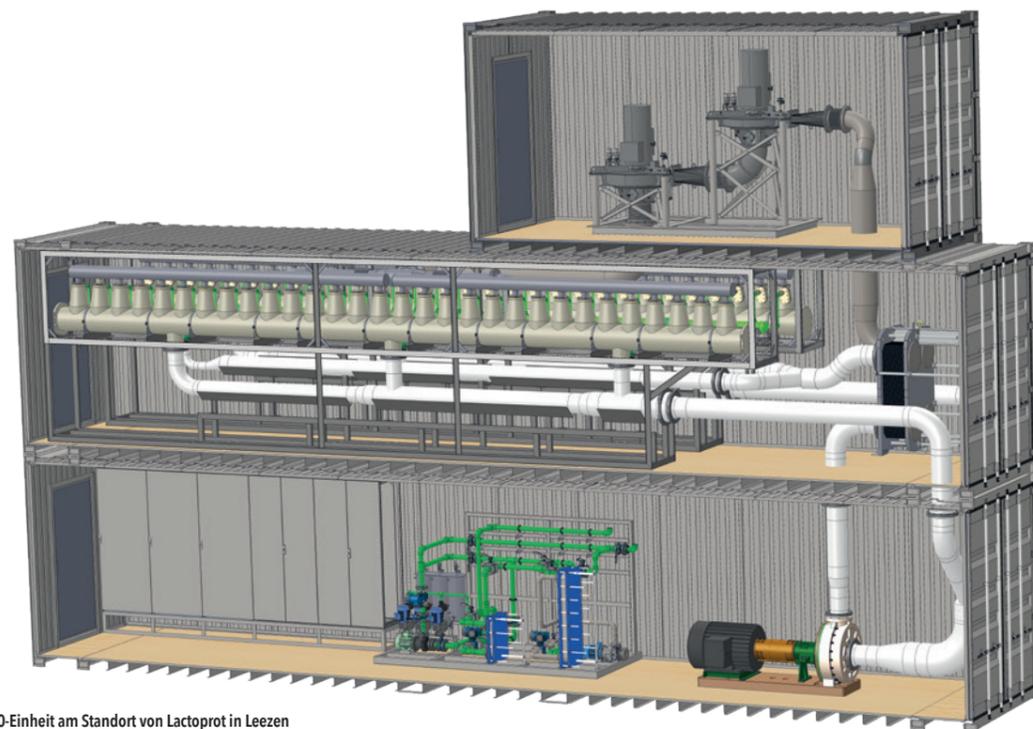


Bild 4 Die DyVaR-60-Einheit am Standort von Lactoprot in Leezen  
Quelle: Salttech B. V.



Bilder 5 und 6 Schaltschränke und Umwälzpumpe  
Quelle: Salttech B. V.

ren und zu kristallisieren, wird sie in den Umwälzkreislauf gepumpt, wo sie mehrmals mit hoher Geschwindigkeit die DyVaR-Einheiten passiert, um das Wasser von den Salzen und organischen Stoffen zu trennen. Das Verfahren ist so konzipiert, dass die Ausfällung in den DyVaR-Einheiten nur dort stimuliert wird, wo sich Salzkristalle bilden.

Die direkten Vorteile von DyVaR:

- Die Behandlung von stark beeinträchtigten Gewässern jeder Konzentration mit minimaler Vorbehandlung ist möglich.
- Die Lösung für die Zero Liquid Discharge (ZLD) Anforderung behandelt anspruchsvolle Gewässer zur Herstellung von Süßwasser oder wiederverwendbarem Prozesswasser und hochkonzentrierten Salzen oder festem Salz.
- Die Technologie ist nahezu unempfindlich gegenüber Skalierungs- und Fouling.
- Die Technologie ist entwickelt für kostengünstige modulare Feldanwendungen mit minimalen Standortarbeiten basierend auf stapelbaren Standard-Containern.
- Es gibt nichtmetallische, benetzte Bauteile in der Sole-Umwälzschleife.
- Ein System passt zu allen Designs, so dass es entweder als Konzentrator oder als Feststoffhersteller ausgeführt werden kann.

Ergebnis

Die DyVaR-60-Einheit von Lactoprot wurde entwickelt, um 86 m<sup>3</sup>/Tag RO-Konzentrat zu konzentrieren und zu kristallisieren. Das RO-Konzentrat wird kontinuierlich in den Speichertank und danach in Richtung Dy-

VaR-Einheit gepumpt. Die Zahlen in Tabelle 1 basieren auf einem Konzentrationsfaktor von 10 für das eingehende RO-Konzentrat. Das erzeugte Kondensat (ca. 90 % des einströmenden Fluids) wird kontinuierlich unter Schwerkraft in das Kanalsystem der Produktionsanlage eingeleitet. In naher Zukunft wird es eine Prozesswasseraufbereitungsanlage ermöglichen dieses Kondensat zurückzugewinnen und als Prozesswasser zu nutzen, was zu einem geringeren Wasserverbrauch führt. Das übersättigte DyVaR-Konzentrat (ca. 10 % des eingehenden Volumenstroms) wird gespeichert. Ein Spezialunternehmen sammelt diese übersättigte Flüssigkeit, die als Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden kann. Neben den Produktvorteilen ergibt sich eine Ersparnis von 90 % der bisherigen Lkw-Bewegungen.

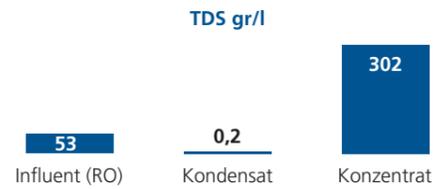
Betriebliche Exzellenz

Neben der Erfüllung der Anforderungen von Lactoprot ist das DyVaR-System auch sehr einfach zu bedienen.

1. Der pH-Wert des einströmenden Wassers ist sehr niedrig. Da neben den Titan Wärmetauschern alle benetzten Komponenten in der Sole-Umwälzschleife des DyVaR nicht metallisch sind, kann das Gerät unter extrem niedrigen pH-Bedingungen kontinuierlich arbeiten.
2. Es ist keine NaOH-Dosierung erforderlich.
3. Die DyVaR-Einheit kann nach jeder Schicht heruntergefahren werden, ohne dass die Sole im Prozess entfernt werden muss.
4. Bereits innerhalb von zwei Stunden nach Inbetriebnahme erreicht die DyVaR-Einheit ihre 100 %-ige Kapazität.
5. Seit der Erstinbetriebnahme sind keinerlei Verblockungs- oder Ausfällungseffekte

Tab. 1: Prozessdaten der Konzentrierung

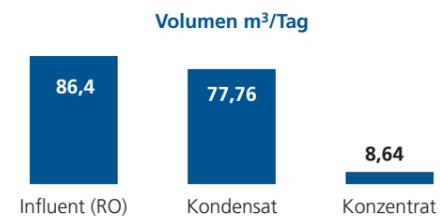
DyVaR Prozess	Konzentration Faktor (CF) = 10			
	Influent (RO-Kon.)	Konzentrat	Kondensat	Einheit
pH	3,6	1,72	3,4	
Leitfähigkeit	51.000	242.000	128	µS/cm
Ca	3.200	32.933	<50	mg/l
Mg	170	1.700	<50	mg/l
Cl	17.000	172.333	<50	mg/l
P	1.500	15.167	<50	mg/l
K	8.900	93.333	<50	mg/l
Na	2.200	23.333	<50	mg/l
So4	<50	422	<50	mg/l
COD	7.500	75.500	180	mg/l



**Bild 7 Total Dissolved Solids – gesamtlösliche Feststoffe der verschiedenen Prozessströme**  
Quelle: Saltech B. V.



**Bild 8 Visueller Eindruck der verschiedenen Prozessströme**  
Quelle: Saltech B. V.



**Bild 9 Volumenstrom der verschiedenen Prozessströme**  
Quelle: Saltech B. V.

te in der DyVaR-Einheit aufgetreten.  
6. Es kann eine Fernbedienung der kompletten Anlage incl. Start /Stopp-Verfahren durchgeführt werden.  
Die Eigenschaften der Prozeßströme hinsichtlich Aussehen, Volmenstrom und Feststoffgehalt in der DyVaR-Anlage sind in den Bildern 7 bis 9 dargestellt.

**Zusätzliche Option**

Falls die Behörden in Zukunft verlangen sollten, dass Lactoprot feste Salze anstelle der aktuellen flüssigen DyVaR-Sole produzieren soll, führt eine kontrollierte Erhöhung des pH-Werts auf 4-5 zu einem direkten Fällungsprozess außerhalb der DyVaR-Einheit. Somit kann sogar Festsalz gewonnen werden.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Im Rahmen der Inbetriebnahme der ersten deutschen Molkerei-Referenzanlage einer völlig neuen, bahnbrechenden Technologie zur Abtrennung problematischer Hochsalzströme vom Typ DyVaR des niederländischen Technologieunternehmens Saltech B. V., bei der Lactoprot GmbH, konnte ein langjähriges Entwicklungsprojekt für den Anwendungsbereich in der internationalen Molkereiindustrie erfolgreich abgeschlossen werden. Die auf einer weltweit einzigartigen 1-Schritt-Technologie basierende Anlage läuft seit etwa 6 Monaten vertragsgemäß und wandelt das anfallende RO-Konzentrat in wertvollen landwirtschaftlichen Dünger um. Die patentierte Technologie setzte sich wegen ihrer klaren Vorteile hinsichtlich Investitions- und Betriebskosten, Platzbedarf,

Konfigurationsfreiheit (modulare Leistungserhöhung, Konzentrationsgrade), Robustheit gegenüber starkkorrosiver Medien sowie der Flexibilität der Aufstellung usw. klar gegenüber dem Wettbewerb konventioneller Anlagen durch.  
Weitere Projektrealisierungen in deutschen und internationalen Molkereiunternehmen, aber auch anderen Branchen wie z. B. der Zementindustrie, der Chemischen Industrie und der Öl- und Gasindustrie sind in Vorbereitung.

■ **Saltech B.V.**  
**Dipl. Ing. Reimond Olthof,**  
**8601 WB Sneek, Niederlande**  
**E-Mail: r.olthof@saltech.nl**  
**Dr. Ing. Andreas Weideneder,**  
**85408 Gammelsdorf, Deutschland**  
**E-Mail: a.weideneder@saltech.nl**  
**www.saltech.nl**

Praxismagazin für Trink- und Abwassermanagement



Das Praxismagazin für Entscheidungen im Trink- und Abwassermanagement Nr. 4/2021, 70. Jahrgang  
Internet: www.umweltwirtschaft.com  
Ein Titel der



Verlag: Deutscher Fachverlag GmbH  
Postadresse: 60264 Frankfurt am Main  
Hausadresse: Mainzer Landstraße 251  
60326 Frankfurt am Main  
+49 69 7595-01, Fax: +49 69 7595-2999

Geschäftsführung: Peter Esser (Sprecher), Sönke Reimers (Sprecher), Markus Gotta, Peter Kley

Aufsichtsrat: Andreas Lorch, Catrin Lorch, Peter Ruß

Gesamtverlagsleitung: Torsten Kutschke

Verlagsleitung: Dirk Lehmann  
069 7595-1291, dirk.lehmann@dfv.de

**Herausgeberbeirat:**

Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch  
Martina Lauber  
Dr.-Ing. habil. Gerhard Bollrich  
Prof. Dr.-Ing. Oliver Christ  
Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geissen  
Christian Stark  
Dr.-Ing. Oliver Stoschek  
Prof. Dr.-Ing. Frank R. Kolb  
Dr.-Ing. Thilo Weichel  
Marcus Richter

**Redaktion:**

Dipl. Ing. Päd. Petra Neumann 030 42151-291  
petra.neumann@dfv.de

**Freier Mitarbeiter:**

Nico Andritschke  
nico.andritschke@dfv.de

**Bereichsleitung Finanzen und Medienservices:** Thomas Berner  
069 7595-1147

**Leitung Produktion:** Hans Dreier  
069 7595-2463

**Leitung Logistik:** Ilja Sauer  
069 7595-2201

**Anzeigenpreisliste vom 1.1.2021**

**Gesamtleitung Anzeigen und Marketing Technische Fachzeitschriften:**  
Heidrun Dangl  
069 7595-2563, heidrun.dangl@dfv.de

**Anzeigenfax:** 069 7595-1820

**Leserservice:** Petra Petrasch  
069 7595-1977, Petra.Petrasch@dfv.de  
Fax: 069 7595-1820

**Erscheinungsweise:** 10 x jährlich

**Bezugshinweise:**

Bezugspreis Inland: Jahresbezugspreis 210,60 Euro (einschl. Vertriebsgebühren und 7 % MwSt.) im Voraus zu zahlen

Bezugspreis Europa: jährlich und mit gültiger VAT-ID-Nr. ohne MwSt. 219,89 Euro

Bezugspreis Welt: jährlich 211,50 Euro (einschließlich Vertriebsgebühren)

Studentenabonnement: 105,30 Euro (einschl. Vertriebsgebühren und 7 % MwSt.)

Luftpost auf Anfrage.

Die Abonnementgebühren sind im Voraus zahlbar. Abbonnementskündigung jederzeit bis zum Ende des jeweiligen Bezugsjahres möglich.

Einzelpreis des Heftes: 24,00 Euro inkl. Versand, inkl. 7 % MwSt.

Bankverbindung: Frankfurter Sparkasse Frankfurt am Main  
IBAN: DE56 5005 0201 0000 0349 26  
BIC: HELADEF1822

**Druck:** Printec Offset  
Ochshäuser Straße 45  
34123 Kassel

**Nutzungsrechte:** Näheres hierzu unter www.dfv.de/nutzungsrechte

Für die Übernahme von Artikeln in Ihren internen elektronischen Pressespiegel erhalten Sie die erforderlichen Rechte unter www.pressemonitor.de oder telefonisch unter 030 284930 bei der PMG Presse-Monitor GmbH.

Für unverlangt eingesandte Beiträge wird keine Gewähr übernommen. Beiträge, die mit dem Namen des Verfassers gekennzeichnet sind, stellen nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion dar.

Mit der Annahme zur Veröffentlichung überträgt der Autor dem Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für die Zeit bis zum Ablauf des Urheberrechts. Diese Rechteübertragung bezieht sich insbesondere auf das Recht des Verlages, das Werk zu gewerblichen Zwecken per Kopie (Mikrofilm, Fotokopie, CD-Rom oder andere Verfahren) zu vervielfältigen und/oder in elektronische oder andere Datenbanken aufzunehmen.

Im Deutschen Fachverlag erscheinen außerdem folgende technische Fachzeitschriften:  
ENTSORGA-Magazin, PackReport, PACKaktuell, Packaging 360, C2 Magazine, OPE journal, Chemical Fibers International, Technische Textilien/Technical Textiles, nonwovensTRENDS, Melliland Textilberichte, Melliland International, Wochenblatt für Papierfabrikation, Professional Papermaking.