# industrie WASSER

01/20

AUSZUG

PRODUKTION • TECHNIK • ENTSORGUNG



**Markt**
Umgang mit Wasser in der Corona-Krise 10

**Markt**
Wasser und Klimawandel 12

**Markt**
Preisindex: Pumpen im Aufwärtstrend 32

**Abwasser**
Energieeffiziente Trenntechnik 14

**Messtechnik**
Füllstandsensoren für Abwassertechnik 26

**Analytik**
Produktfokus Flüssigkeitsanalytik 22

**Abwasser**
Instandhaltung von Wärmeübertragern 42

**Abwasser**
Zero Liquid Discharge in der Produktion 45

DIGITALES INFORMATIONSSYSTEM VON ENDRESS+HAUSER

## Wasserwirtschaft 4.0 im Chemiepark


Hüthig
erfolgsmedien für experten

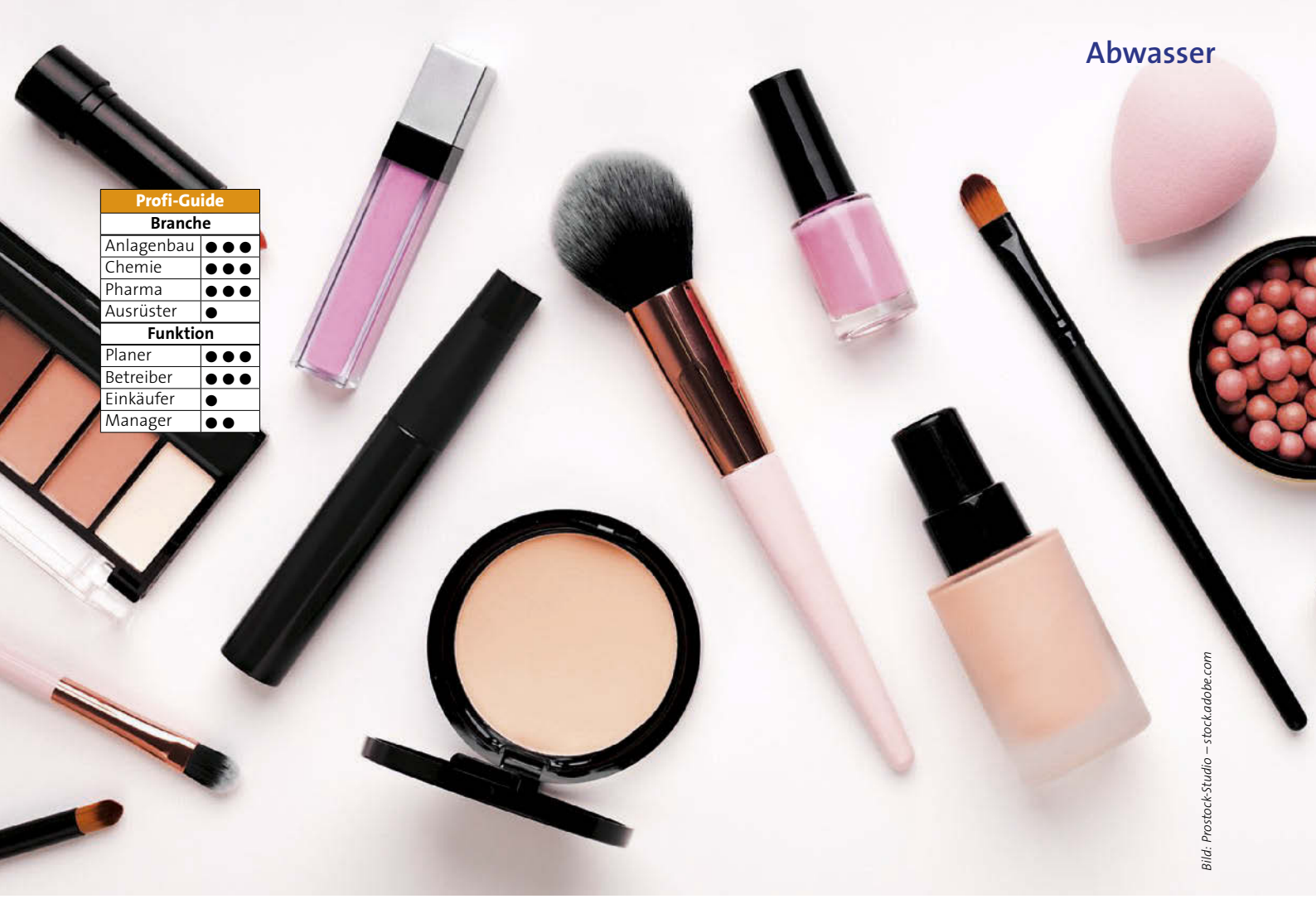


Bild: Prostock-Studio – stock.adobe.com

| Profi-Guide | |
|---|---|
| **Branche** | |
| Anlagenbau | ●●● |
| Chemie | ●●● |
| Pharma | ●●● |
| Ausrüster | ● |
| **Funktion** | |
| Planer | ●●● |
| Betreiber | ●●● |
| Einkäufer | ● |
| Manager | ●● |

**Erweiterung einer Industriekläranlage zum Zero Liquid Discharge**

# Abwasserfreie Kosmetikproduktion

Komplett abwasserfrei zu produzieren, scheitert meist an der sinkenden Qualität des recycelten Wassers. Für einen Kosmetikhersteller wurde eine herkömmliche Abwasseranlage so weiterentwickelt, dass die Vision „Zero Liquid Discharge“ Realität wurde.


## Autor

Dr. Miriam Weissroth, Research & Product Development, Wehrle Umwelt


Frischwasser wird nicht nur in ariden Zonen, sondern auch in Regionen mit ausreichenden Niederschlägen zunehmend knapper. Deswegen wird seit Jahren an Konzepten zum Wasserrecycling im Industrieabwasser gearbeitet. Eine Schwierigkeit dabei ist, dass zur Erreichung einer Qualität, die eine Wiedernutzung erlaubt, in den allermeisten Fällen eine Umkehrosmose zum Einsatz kommen muss. Diese erzeugt ein stark mit Salz angereichertes Konzentrat als Abfallstrom – und dieses zu entsorgen, ist teuer und wird immer schwieriger, je mehr Wasser recycelt und je mehr Konzentrate erzeugt werden. Um das Wasserrecycling einerseits zu optimieren und die Konzentratmenge andererseits zu minimieren, wurden weiterführende Konzepte erarbeitet mit dem Ziel, dass an einem Industriestandort kein Abwasser mehr abgeleitet, sondern quasi alles Abwasser gereinigt wiederverwendet wird, während die Inhaltsstoffe in eine Festphase überführt und entsorgt werden (ZLD oder „Zero Liquid Discharge“).

Obwohl ZLD seit Jahren viel beschrieben und diskutiert wird, finden sich weltweit nur wenige Industriestandorte, bei denen das Konzept in aller Konsequenz umgesetzt wurde. Das hat mehrere Gründe, unter anderem den, dass ZLD prozess- und betriebstechnisch einen Spagat erfordert: Das Wasser zur Wiederverwendung muss in der Regel hohe Qualitätsanforderungen erfüllen, gleichzeitig bedingt ZLD die immer höhere Aufkonzentrierung der Inhaltsstoffe. Mit steigenden Konzentrationen wird der Betrieb immer schwieriger und die abgetrennte Wasserphase immer „schmutziger“. Es gilt also den Spagat zwischen bestmöglicher Wasserqualität und weitestgehender Aufkonzentrierung im Dauerbetrieb zu meistern.

## Abwasserbehandlungsanlage für Wasserrecycling weiterentwickelt

Vor diesem Hintergrund wurde für einen internationalen Konzern aus der Kosmetikbranche zunächst ein

1: Fertiggestellte Zero Liquid Discharge (ZLD)-Anlage mit Bioreaktor im Hintergrund und den Containern für die Ultrafiltration bzw. Umkehrosmose im Vordergrund.

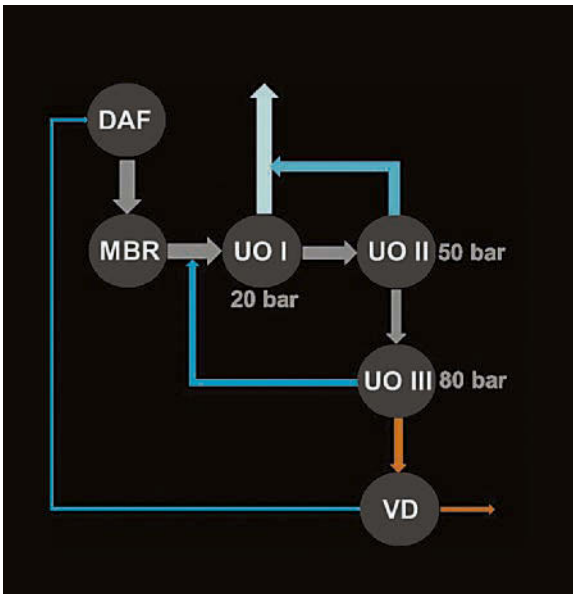
Konzept zum Wasserrecycling entwickelt, das dann durch Änderungen der äußeren Randbedingungen am Standort zu einem ZLD-Konzept weiterentwickelt wurde: Am Standort war eine herkömmliche Abwasserbehandlungsanlage für das gesamte Mischabwasser aus der Produktion in Betrieb (Durchsatz ca. 7 $m^3$/h). Weil diese die Ablaufanforderungen des örtlichen Industrieparks nicht erfüllte, wurde Wehrle beauftragt, die Anlage zu einem Membran-Bio-Reaktor (MBR) umzurüsten und, um den Produktionsstandort fit für die Zukunft zu machen, die Anlagenkapazität auf 14,6 $m^3$/h zu verdoppeln. Des Weiteren wurde eine 1-stufige Umkehrosmoseanlage (UO I) für ein Wasserrecycling installiert, auf Wunsch des Kunden jedoch zunächst nur für einen Durchsatz von 8 $m^3$/h mit der Option, zu erweitern. Weil das Konzept den Kunden überzeugte, entschloss er sich, aus der Anlage eine ZLD-Anlage und sich damit unabhängig von der örtlichen Kläranlage zu machen. Deswegen wurden zwei weitere Umkehrosmosestufen vorgesehen (Bild 2), die es erlauben, möglichst viel sauberes Permeat zu erzeugen und das Konzentrat möglichst stark vorzukonzentrieren, bevor es im Verdampfer eingedickt wird. Die Membraneinheiten (Ultrafiltration als Teil des MBRs und die Umkehrosmosestufen) wurden in kompakter Containerbauweise hergestellt und betriebsbereit an den Kunden ausgeliefert (Bild 1).

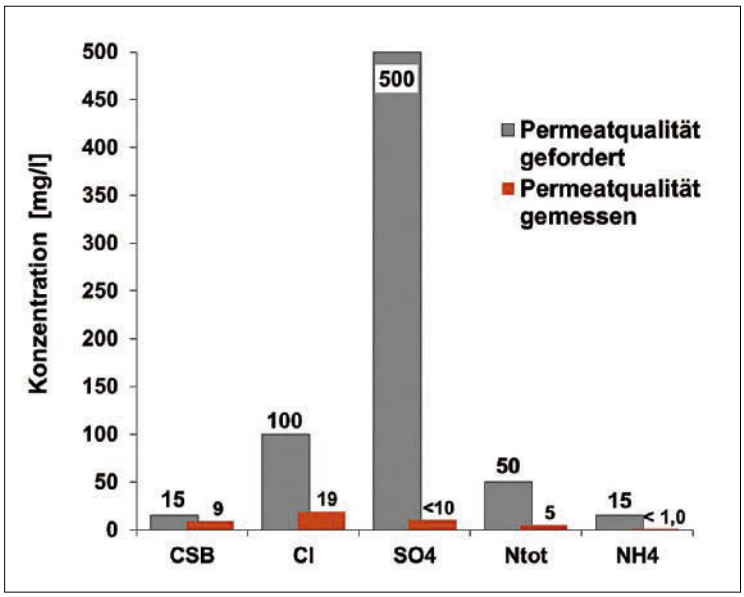
Wehrle begleitete nach dem Bau und der Inbetriebnahmephase den Anlagenbetrieb über ein weiteres halbes Jahr. Es zeigte sich, dass der Prozess stabil und überaus erfolgreich läuft. Einzig die hydraulische Fahrweise bedarf genauer Beobachtung, denn die Anlage wurde im Beobachtungszeitraum nur mit im Mittel 4 bis 6 $m^3$/h beschickt, ist aber für deutlich mehr Abwasser ausgelegt (MBR: 14,6 $m^3$/h und UO 8 $m^3$/h, s. o.). Das führt dazu, dass Teile der Anlage regelmäßig ab- und wieder angefahren werden müssen, was technisch machbar, aus prozesstechnischen Standpunkten aber unschön ist und zu einer höheren mechanischen Beanspruchung der Komponenten führt.

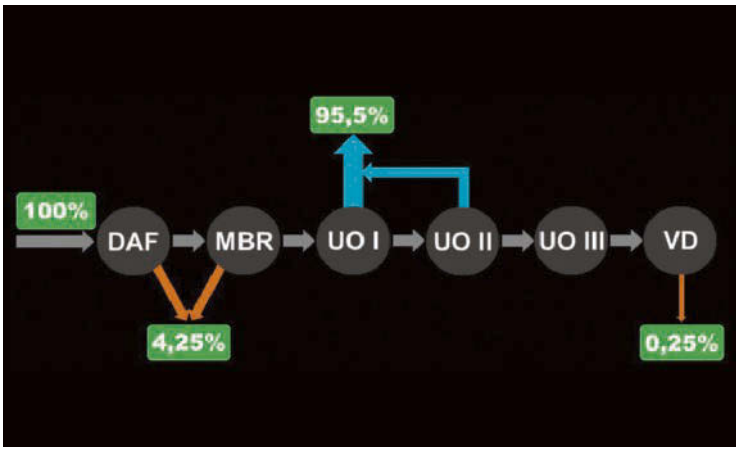
Der Zulauf zur Umkehrosmose, d. h. der Ablauf aus dem MBR (= UF Permeat), war im Mittel deutlich salziger, als bei der Planung und Dimensionierung der ZLD-Anlage angenommen. Dennoch waren sowohl die Menge als auch die Qualität des erzeugten Recyclingwassers im Betrachtungszeitraum höher als erwartet: Die Ausbeute der UO I lag bei 80 % anstelle der geplanten 70 %. Die Qualität des Permeats, das sich aus dem Permeat der Umkehrosmosestufen I und II zusammensetzt, ist deut-

2 (li., u.): Schema des ZLD-Prozesses.

3 (re., u.): Anforderungen des Kunden an das Recyclingwasser (grau) und im Recyclingwasser gemessene Konzentrationen (orange).






4 (li.): Die Konzentrate aus den jeweiligen Prozessstufen, beginnend beim UF-Permeat (links) bis hin zum Konzentrat aus dem Verdampfer (rechts)

5 (re.): Prozesskette der ZLD-Anlage sowie die Anteile an Endprodukten, die den Prozess verlassen. *Bilder: Wehrle*

lich besser als das, was der Kunde gefordert hat (Bild 3). Solche Befunde stärken Recycling- und ZLD-Konzepte, weil sich dadurch mehr Möglichkeiten zum Einsatz, also zur Wiedernutzung, des Prozessabwassers eröffnen.

## Umkehrosmose-Stufen optimiert

Wenn, wie voranstehend beschrieben, das Recyclingwasser weniger salzig als gefordert, sprich der Rückhalt durch die Umkehrosmosemembranen besser als erwartet war und der Zulauf salziger als angenommen war, bedeutet das im Umkehrschluss, dass sich die Salze im Konzentrat besonders stark angereichert wiederfanden, wodurch der osmotische Druck im System stieg. Diesem Druckanstieg wurde entgegengewirkt, indem die Ausbeute in den Stufen UO II und UO III etwas herabgesenkt wurde. Eine Maßnahme, die den Betrieb optimierte und doch an der Gesamt-Permeatausbeute wenig änderte, da die Stufe UO I, in der das meiste Permeat erzeugt wird, eine besonders hohe Ausbeute erreicht. Das Konzentrat aus der 3. Stufe der Umkehrosmose UO III schließlich wird ohne Schwierigkeiten im Verdampfer soweit eingeengt, dass nur ein Rest von 0,25 % der Rohabwassermenge zur Entsorgung verbleibt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Um- und Aufrüstung einer bestehenden konventionellen biologischen Abwasserreinigungsanlage zu einer ZLD-Anlage vollständig gelungen ist, sowohl hinsichtlich der erreichten Recyclingwasserqualität als auch im Hinblick auf die Minimierung der zu entsorgenden Reststoffmengen: Von 100 % Rohabwasser können 95,5 % des Wassers wiedergenutzt werden, 4,25 % fallen als Flotatschlamm und Überschussschlamm an, und nur 0,25 % müssen als Verdampferkonzentrat entsorgt werden (Bild 5). Derzeit werden neue ZLD-Konzepte getestet, bei denen zusätzlich Rohstoffe aus vergleichbaren Prozessabwässern zurückgewonnen werden können – ein wichtiger Schritt, der die Nachhaltigkeit von ZLD-Anlagen erhöht. ●

**Ifat, 7.-11.9.2020, Halle A2 – 246**

**Entscheider-Facts**

- *Für einen Kosmetikhersteller wurde ein abwasserfreies Konzept zum Wasserrecycling entwickelt.*
- *Dies gelang durch eine optimale Abstimmung der Umkehrosmose-Stufen.*
- *Von 100 % Rohabwasser werden 95,5 % wiedergenutzt, nur 0,25 % müssen als Verdampferkonzentrat entsorgt werden.*