

Cero Agua

Wasser- Wiederverwendung in der Molkerei

H. Möslang¹, M. Brockmann¹, D. Schnüll¹

¹ Aquantis GmbH, DE

*** Kontaktperson: heribert.moeslang@veolia.com**

Kurzfassung

Molkereien zählen zu den großen industriellen Wasserverbrauchern. Wassereinsparung und Wasserwiederverwendung sind hier deshalb von besonderer Bedeutung. In diesem Artikel werden beispielhaft zwei innovative Projekte dieser Art aus Mexiko und Belgien dargestellt.

Der **Nestlé** Konzern, als weltweitgrößter Lebensmittelhersteller, hat für seinen Milch verarbeitenden Betrieb in Jalisco, Mexiko das Ziel: „Cero Agua“, d.h. kein Grund- bzw. Fremdwasserbezug, ausgegeben. Die Aquantis GmbH, als Membran-Business Center innerhalb des Veolia-Konzerns, hat wesentliche Anlagen-Komponenten geliefert, um dieses anspruchsvolle Ziel zu erreichen.

Die im Westen Mexikos gelegene Fabrik verarbeitet täglich 1.400.000 Liter Milch zu Milchpulver. Aus dieser Milchkonzentrierung und Trocknung werden durch verschiedene Aufbereitungsverfahren ca. 1.000.000 Liter Wasser pro Tag gewonnen, welches wiederum in der Produktion eingesetzt wird. Anschließend fällt es als Abwasser an und wird der firmeninternen Kläranlage zugeführt. Im Anschluss an diese Abwasserbehandlung wird deren Ablauf mit Hilfe des NEOSEP[®]-MBR-Verfahrens, einer Umkehrosmosestufe und einer UV-Behandlung soweit aufbereitet, dass es als Brauchwasser zur Verfügung steht und vielfältig eingesetzt werden kann.

Durch die Verbindung der verschiedenen Aufbereitungsverfahren ist es gelungen, die ursprüngliche Grundwasserentnahme von 1.600 m³/d auf null („cero agua“) zu reduzieren. Es ist die erste Molkerei weltweit, die ohne Fremdwasserbezug auskommt.

Für dieses wegweisende Projekt zur Wassereinsparung hat Nestlé im April 2015 während des Global Water Summit in Athen von Herrn Barroso den begehrten „Corporate Water Stewardship Award“ überreicht bekommen.

Ein weiteres innovatives Projekt zur Wassereinsparung wurde von Veolia in einer großen Molkerei in Belgien von **FrieslandCampina** realisiert.

Hier werden bis zu 1.500 m³/d Brüdenkondensate aus der Milcheindampfung soweit aufbereitet, dass sie als Trinkwasserersatz u.a. auch für CIP- Zwecke in der Molkerei wieder eingesetzt werden können. Zum Beispiel werden die organischen Bestandteile der Kondensate durch eine Verfahrenskombination aus Biologie und Membrantechnik auf einen TOC- Wert von 0,2 mg/l reduziert. Mit Umkehrosroseverfahren alleine sind derart niedrige TOC- Werte nicht erreichbar.

Wässer, die zur Reinigung von Produktionsanlagen in Molkereien verwendet werden, unterliegen in Deutschland der Trinkwasserverordnung¹. Die zuständigen Gesundheitsämter können bei Wässern für Lebensmittelbetriebe aber Ausnahmen (Beschaffenheitsabweichungen) zulassen, wenn sie davon überzeugt sind, dass die Qualität des verwendeten Wassers die Genusstauglichkeit des Enderzeugnisses nicht beeinträchtigt.

Die Qualität des aufbereiteten Wassers in der belgischen Molkerei wurde vom IWW in Mühlheim untersucht und bewertet. Das IWW kommt zu dem Ergebnis², dass das aufbereitete Wasser *„keinen Anlass zur Besorgnis gibt, dass die Qualität des verwendeten Wassers die Genusstauglichkeit des Enderzeugnisses beeinträchtigen könnte. Die Verfahrenstechnik und –führung ist zweckmäßig und nachhaltig sicher. Die Genehmigungsfähigkeit einer Abweichung gemäß §18, Abs. 1 TrinkwV ist damit uneingeschränkt gegeben“*.

1 Wasseraufbereitung und Wiederverwendung bei Nestle in Mexiko

1.1 Verfahrensbeschreibung

Die vor Ort neu installierte Verfahrenstechnik besteht aus zwei Stufen:

In einer ersten Stufe wird das bei der Herstellung von Milchpulver anfallende Kondensat (ca. 1.000 m³/d) in einer hygienischen Umkehrosroseanlage mit nachgeschalteter Aktivkohle und Desinfektion aufbereitet. Das aufbereitete Kondensat mit einer TOC- Konzentration < 5 mg/l ist letztendlich eine wässrige

Milchfraktion und kann als solches unter Berücksichtigung entsprechender hygienischer Erfordernisse (z.B. tägliche Membranreinigung) in der Molkerei für besondere Zwecke (z.B. Diafiltration) genutzt werden (nicht für Reinigung) und so eine gewisse Menge von Trinkwasser einsparen.

Im zweiten Aufbereitungsschritt wird das anfallende Molkereiabwasser der bestehenden, konventionellen Kläranlage zugeführt und anschließend mittels des von Veolia entwickelten NEOSEP[®]-MBR-Verfahrens soweit aufbereitet, dass dieses im Anschluss an eine Umkehrosmose und nachfolgender UV-Anlage wieder als Brauchwasser eingesetzt werden kann.

Nachfolgend ist das NEOSEP[®]-MBR-Verfahren kurz dargestellt:

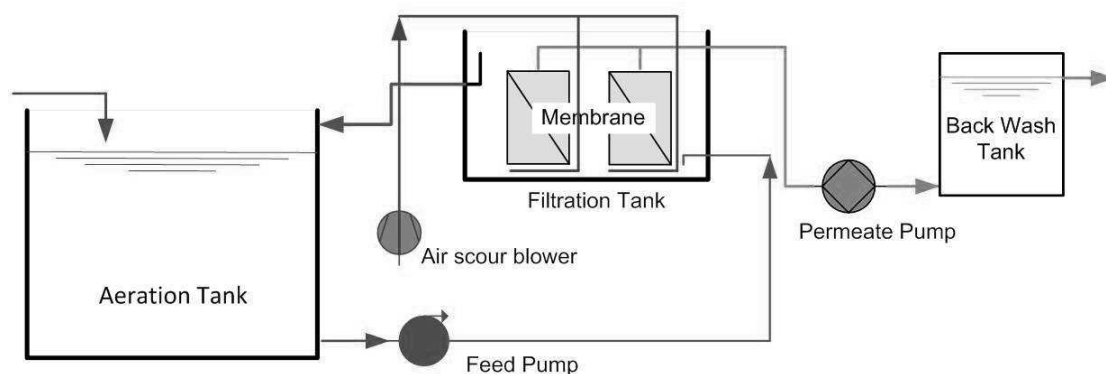


Abbildung 1 Darstellung des NEOSEP[®]-MBR-Verfahrens

1.2 Zahlen + Fakten NEOSEP[®]-MBR-Verfahrens

Zufluss	870 m ³ /d
Flux	16 l/m ² h
Biomassekonzentration	3 – 8 g/l
BSB ₅ -Zulauf	60 - 100 mg/l
BSB ₅ -Ablauf	< 3 mg/l (Nachweisgrenze)
Trübung Ablauf	< 0,2 NTU

Ca. 600 m³ des aufbereiteten Abwassers werden pro Tag als Brauchwasser genutzt.

1.3 Betriebserfahrungen

Die Anlage ist im Oktober 2014 in Betrieb gegangen und wird seither intensiv genutzt. Die Transmembrandrücke verlaufen sehr stabil im Bereich 50 – 100 mbar; die vorbeugende Membranreinigung (ca 30 Minuten / Woche) läuft vollautomatisch ab und die Bediener vor Ort loben den einfachen und bequemen Betrieb der Anlage.

Die Neosep®- MBR Anlage schützt die nachgeschaltete RO zuverlässig vor Biofouling und ermöglicht auch hier einen störungsfreien Betrieb.

Das RO Permeat findet als Prozesswasser überall dort Anwendung, wo nicht explizit „Trinkwasser“ gefordert ist, also z.B. für die Produktion von Kesselspeisewasser oder als Kühlturm- Zusatzwasser.

1.4 Zusammenfassung Nestle in Mexiko

Die Nestlé Molkerei in Mexico ist die weltweit erste Molkerei, die ohne Fremdbezug von Frischwasser auskommt. Der gesamte Wasserbedarf (das sind 1.600 m³/d) wird aus der verarbeiteten Milch selbst gedeckt.

2 Brüdenwasseraufbereitung bei FrieslandCampina in Belgien

2.1 Hintergrundinformation

Diese Molkerei, in der u.a. auch Milchpulver produziert wird, stand 2012 vor der Herausforderung, die Verarbeitungskapazitäten wesentlich erweitern zu müssen, ohne die dafür notwendige zusätzliche Trinkwassermenge aus dem Netz beziehen zu können. Es mussten also andere Wege gefunden werden.

Die im Werk anfallenden Brüdenkondensate wurden früher über eine hygienische RO aufbereitet. Das RO- Permeat enthielt jedoch noch zu viele organische Spurenstoffe (TOC um 5 mg/l), verkeimte schnell und konnte nur bedingt genutzt werden. Diese Anlage ist heute nicht mehr in Betrieb.

Brüdenkondensate aus der Eindampfung von Milch- und Molkeprodukten enthalten niedermolekulare Kohlenwasserstoffe, Spuren von Milchsäure, Alkohole, Acetoine, Nicht-Protein-Stickstoff, etc. Diese Komponenten fördern mikrobielles Wachstum (oft zusammen mit schleimigen Nebenprodukten), welches zudem Geruch verursacht und können durch RO-Membranfiltration allein nicht vollständig entfernt werden. Diese äußerst kleinen organischen

Moleküle werden durch die innovative **BiopROtector®**- Technologie biologisch abgebaut und in andere Bestandteile umgewandelt, die dann durch die nachgeschalteten Systeme abgeschieden werden können.

So lässt sich eine sehr hohe Wasserqualität erzeugen, die auch in Deutschland als Trinkwasserersatz für Molkereien genehmigungsfähig ist (siehe unten).

2.2 Verfahrensübersicht

Für die Aufbereitung des Brüdenkondensates bei FC in Belgien wurde folgende Anlagenkonzeption realisiert:

BiopROtector®: biologischer Schwebebett- + Festbett- Reaktor

Ultrafiltration (UF)

Umkehrosmose (RO)

2.2.1 BiopROtector®

Der BiopROtector® minimiert nicht nur das Wachstum von Mikroorganismen und verhindert so Biofouling an den nachgeschalteten UF- und RO-Membranen; er ist vielmehr die Kerntechnologie zur Erzeugung von hochwertigem Prozesswasser aus organisch belasteten Brüdenkondensaten.

Der BiopROtector® bei FC in Belgien ist zweistufig konzipiert:

Schwebebett- BiopROtector® (Vorstufe) zur Entfernung eines Großteils der Nährstoffe (>75%)

Festbett-BiopROtector® (Polisher) zur Entfernung der restlichen Nährstoffe und zur Minimierung biologischer Aktivität im Wasser.

Bei wenig belasteten Brüdenkondensaten mit einem CSB-Gehalt von <10mg/l und einem NH₄-N-Gehalt von <1,2mg/l wird der Festbett-BiopROtector® ohne Vorstufe eingesetzt. Dieser reduziert die Konzentration von CSB und NH₄-N soweit, dass das Wachsen eines Biofilms an den RO- Membranen minimiert und eine hervorragende Ablaufqualität sichergestellt wird.

Der Festbett-BiopROtector® wird typischerweise einmal pro Monat rückgespült, um abgelöste Biomasse zu entfernen und die Leistungsfähigkeit des BiopROtector® aufrecht zu erhalten.

Bei höherbelasteten Brüdenkondensaten (das ist hier der Fall) , bei der die Menge an Sauerstoff im Festbettreaktor nicht ausreicht, um CSB und Ammonium zu oxidieren, ist ein zwei-stufiger BiopROtector® erforderlich, bestehend aus einem Schwebebett- mit grobblasigem Belüftungssystem und einem nachgeschalteten Festbett-BiopROtector®.

Bei höherem Nährstoffgehalt im Brüdenkondensat wird ein Großteil des CSB und des Ammoniums im Schwebebett-BiopROtector® oxidiert. Die Trägerkörper werden mit Hilfe des grobblasigen Belüftungssystems konstant in Schwebelage gehalten.

Beide Szenarien sind in Abbildung 2 dargestellt.

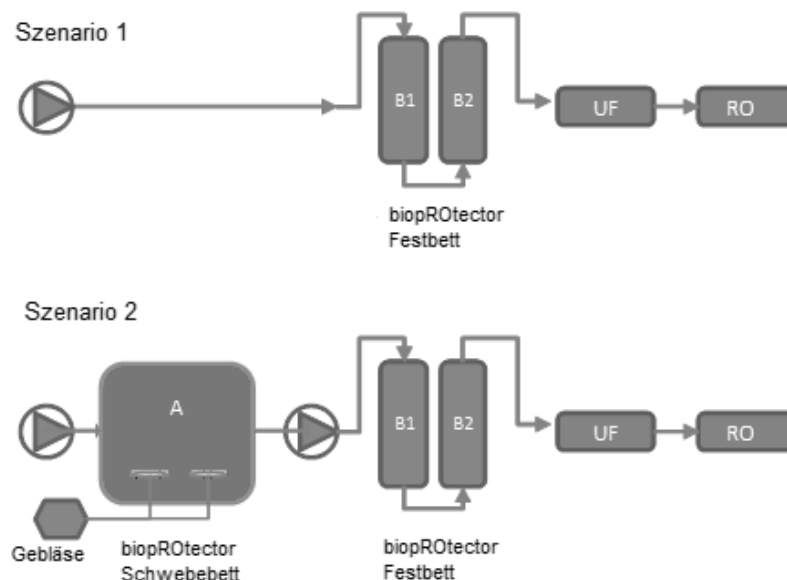


Abbildung 2: Prozessablauf für wenig (Szenario 1) und stärker (Szenario 2) belastete Brüdenkondensate

2.2.2 Ultrafiltration

Der BiopROtector® verwandelt äußerst kleine organische Moleküle in Gase und in Mikroorganismen, die durch die nachgeschalteten Ultrafiltrationsmembranen leicht abgeschieden werden können. Durch die Ultrafiltration werden Mikroorganismen und Partikel $>0,05\mu\text{m}$ sicher aus dem Wasser entfernt. Es werden Hohlfasermembranmodule für Ultrafiltration eingesetzt, wie sie auch in der Trinkwasseraufbereitung Verwendung finden.

Um eine hohe Verfügbarkeit des UF-Systems sicherzustellen, wird üblicherweise täglich eine chemisch unterstützte Rückspülung (CEB) mit geringer Konzentration an Chemikalien durchgeführt.

Zusätzlich zum CEB wird in längeren Abständen eine chemische Intensivreinigung realisiert, um die vollständige Permeabilität der Membranen wiederherzustellen.

2.2.3 Umkehrosmose

Zur doppelten Sicherheit und zur Elimination von gelösten, biologisch nicht abbaubaren Stoffen ist eine Umkehrosmose nachgeschaltet.

Das Filtrat der Ultrafiltration durchströmt zunächst einen Sicherheits-Kerzenfilter (5 µm), bevor es in der RO-Anlage weiter aufbereitet wird.

Bei den hier eingesetzten RO Membranen handelt es sich um qualitativ hochwertige Spiral-Wickelmodule mit „low fouling“ Charakteristik mit einem Salzurückhalt > 99%.

Das Permeat aus der RO-Anlage ist vergleichbar mit entmineralisiertem Wasser (Leitfähigkeit $\ll 50 \mu\text{S}/\text{cm}$). Es wird im Stapelbehälter mit sehr geringen Mengen an Desinfektionsmittel versetzt und vor der Wiederverwendung je nach Anwendung gegebenenfalls mit anderen Wässern verschnitten und standardisiert.

Das Konzentrat aus der RO-Anlage (ca. 10-15% des Zulaufs) wird direkt in die Kanalisation abgeleitet.

Für die regelmäßige Spülung und Reinigung beinhaltet die RO-Anlage ein integriertes „Cleaning-in Place (CIP-) System“.

Die zwei RO-Anlagen, die bei FC in Belgien installiert sind, wurden von Veolia Water Technologies in Celle gefertigt.

2.3 Wasserqualität

Das IWW in Mühlheim hat die Qualität der aufbereiteten Brüden bei FC in Belgien untersucht und die Ergebnisse bewertet im Hinblick auf eine Verwendung als Prozesswasser für CIP- Anlagen in deutschen Molkereien.

Solche Wässer fallen in Deutschland unter den Geltungsbereich der Trinkwasserverordnung (TrinkwV). Wenn also eine Molkerei anderes Wasser

als „Trinkwasser“ für die CIP- Reinigung einsetzen möchte, braucht sie eine Ausnahmegenehmigung des zuständigen Gesundheitsamtes. Eine solche kann nach §18, Absatz 1 TrinkwV erteilt werden, wenn das Gesundheitsamt davon überzeugt ist, dass die Qualität des verwendeten Wassers die Genusstauglichkeit des Enderzeugnisses nicht beeinträchtigt.

Das IWW fasste die Ergebnisse wie folgt zusammen:

- die Koloniezahl (direkt nach RO, vor der Desinfektion) lag leicht über dem Grenzwert der TrinkwV. Da jedoch das RO Permeat mit 0,3 ppm Chlor desinfiziert wird, besteht kein Zweifel daran, dass das Permeat in der Endanwendung keine messbare Koloniezahl mehr aufweist.
- das RO Permeat ist partikelfrei und enthält nur sehr wenig (0,21 mg/l) TOC. Es ist daher leicht zu desinfizieren.
- der pH- Wert und die Calcitlösekapazität lagen unter dem Grenzwert. Beide Werte waren aber typisch für entmineralisierte Wässer und bringen keine negativen Auswirkungen für die vorgesehene Anwendung mit sich.
- alle anderen Untersuchungsergebnisse (107 Parameter untersucht) stehen sämtlich im Einklang mit den Vorgaben der TrinkwV.

Die Genehmigungsfähigkeit einer Abweichung gemäß §18, Abs. 1 TrinkwV ist damit uneingeschränkt gegeben.

3 Literatur

[1] Anonymus: Bekanntmachung der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 02. August 2013. Bundesgesetzblatt, Teil I, 2013, ausgegeben zu Bonn am 07.08.2013 (46): S. 2977-3004

[2] IWW Prüfbericht „Untersuchung und Bewertung von aufbereitetem Brüdenkondensat für Lebensmittelzwecke in deutschen Molkereien gemäß Trinkwasserverordnung, Juli 2015