

# Einsatz von Membranverfahren zur Kreislaufschließung

## Am Beispiel des Schlachthofes COOPERL Lamballe

Martin Brockmann

### Abwasserbehandlung, MBR, Kreislaufschließung, Umkehrosmose, Schlachthof

Der Schlachthof der COOPERL-Gruppe am Standort Lamballe, Nord-West-Frankreich, besitzt eine der größten Industrieabwasser-Behandlungsanlagen zur internen Wiederverwertung Europas. Die weiterführende biologische Abwasserbehandlung in einem Membran-Bio-Reaktor mit getauchten Membranen sowie die anschließende Weiterbehandlung durch Umkehrosmose erzeugen die gewünschte Wasserqualität. Die vollbiologische Reinigung des Abwassers erlaubt es, die Konzentrate der UO, die nur wenige Nährstoffe enthalten, zusammen mit einem unbehandelten Roh-Abwasser-Teilstrom indirekt abzuleiten. Entsprechend dem Wachstum des Schlachthofs ist die gesamte Anlage in mehreren Stufen erweitert worden und etabliert somit die Technik der Wiedernutzung im sensiblen Umfeld eines Lebensmittel erzeugenden Betriebes.

The slaughterhouse of the COOPERL group in Lamballe, North West France, has one of the largest industrial wastewater treatment facilities for recycling and internal re-use in Europe. Advanced biological wastewater treatment in a membrane bioreactor with submerged membranes, followed by further treatment in a Reverse Osmosis step, produces a high-quality effluent. The fully biological wastewater treatment allows an indirect discharge of the RO concentrate, which only has a low content of nutrients, together with an untreated partial stream of the raw wastewater. Along with the extension of the slaughterhouse facility the wastewater treatment system has been expanded in several stages, establishing the re-use technology within the sensitive field of the food industry business.

### 1. Einführung

Europa steht vor zunehmenden Herausforderungen im Bereich des Wasser-Managements. Die Ressourcen werden durch längere Trockenperioden knapper; kurzfristig fallen sehr ergiebige Regenfälle, die eher Überschwemmungen verursachen, als den Grundwasserspeicher zu füllen. Die Notwendigkeit für ein nachhaltiges Wasser-Management gewinnt mehr und mehr an Bedeutung.

Es gibt verschiedene Lösungsansätze zu einer verbesserten Nutzung der knappen Ressource: Senkung des Wasserverbrauchs, Verbesserung des Wasser-Netzwerks, Entwicklung neuer Frischwasser-Quellen sowie Erschließung alternativer Ressourcen aus Meerwasser, Regenwasser und insgesamt zunehmend, aus der Wiederverwendung. Es hat definitiv ein Umdenken auf europäischer Ebene eingesetzt, was durch eine Vielfalt neuer Projekte belegt wird.

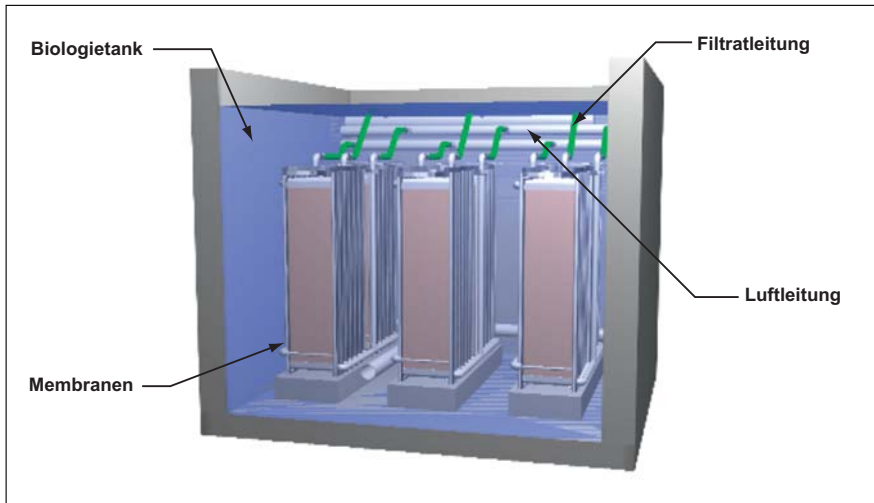
Die besondere Rolle der Wiederverwendung von Abwasser ist seinem überreichen Angebot geschuldet, vor allem, da die Akzeptanz dieses Ansatzes auf breiter Basis wächst: Studien belegen, dass der Zustimmungsgrad zur Wiederver-

wendung, z. B. zu Bewässerungszwecken, bei 70–88% liegt. Der Einsatz von aufbereitetem Abwasser ist eine besonders wirtschaftliche Lösung, die vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bietet: Bewässerung von Gartenanlagen, Beregnung landwirtschaftlicher Flächen, Grundwasseranreicherung und auch die industrielle Nutzung als Prozesswasser.

### 2. Randbedingungen

COOPERL ist eine landwirtschaftliche Kooperative von 1200 Züchtern, die in Lamballe/Frankreich einen der größten Schlachthöfe für Schweine betreibt. Jede Woche werden 60000 Tiere mit einem Durchschnittsgewicht von 115 kg geschlachtet und verarbeitet. Der wachsende industrielle Prozess und die strengen Hygieneauflagen bedingen im Zeitraum von 2002 bis 2004 mit ca. 14000 m<sup>3</sup> pro Woche einen sehr hohen Wasserverbrauch mit entsprechend hohen Anforderungen an die Abwasserbehandlung. Das Abwasser wird mit einer Flotation als physikalisch-chemisches Verfahren vorbehandelt, um den CSB-Gehalt von 5 auf 2 g/l zu reduzieren. 7000 m<sup>3</sup> dieses behandelten Abwassers werden an das kommunale Abwassersystem abgegeben, der Rest wird intern bis zur Direkteinleiterqualität aufbereitet.

Dr. Martin Brockmann, Aquantis GmbH, Lise-Meitner-Straße 4a, D-40878 Ratingen, E-Mail: aquantis@veoliawater.com



**Bild 1.** Schema zum BioSep® Verfahren mit getauchten UF-Membranen.

Die COOPERL-Gruppe hat die Produktion seither bedeutend gesteigert; somit stieg auch der Wasserbedarf. Die vorhandene kommunale Abwasseraufbereitungsanlage hatte jedoch nicht die notwendige Kapazität zur Behandlung dieser Abwassermenge; zudem legte die örtliche Behörde DRIRE, zuständig für Industrie, Forschung und Umwelt, sehr strenge Richtlinien zur Einleitung von Abwasser fest. Da der COOPERL-Gruppe die Umweltproblematik bewusst war, entschloss man sich, für die zusätzlich anfallende Abwassermenge eine weitergehende Reinigungstechnologie einzusetzen. Obwohl für eine Wiedernutzung sehr strenge Kriterien gelten, sollte ein möglichst sparsamer Umgang mit der Ressource Wasser angestrebt werden.

Das BIOSEP® Verfahren von VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES eignet sich besonders gut für die optimale Reinigung von Abwasser, das wiederverwendet werden soll oder direkt eingeleitet werden kann. Durch die innovative Kombination eines Belebungsverfahrens mit einer getauch-

ten UF-Membranfiltration erreicht man:

- den Abbau des CSB bis < 30 mgO<sub>2</sub>/l,
- die vollständige Nitrifikation, weitgehende Denitrifikation bei
- Rückhalt von belebtem Schlamm und Bakterien.

Um einen Teil des behandelten Abwassers wiederzuwerten, ist eine Umkehrosmosebehandlung nachgeschaltet, die dazu dient:

- den Restbestand an CSB bis auf < 5 mgO<sub>2</sub>/l zu reduzieren und
- den Salzgehalt zu senken.

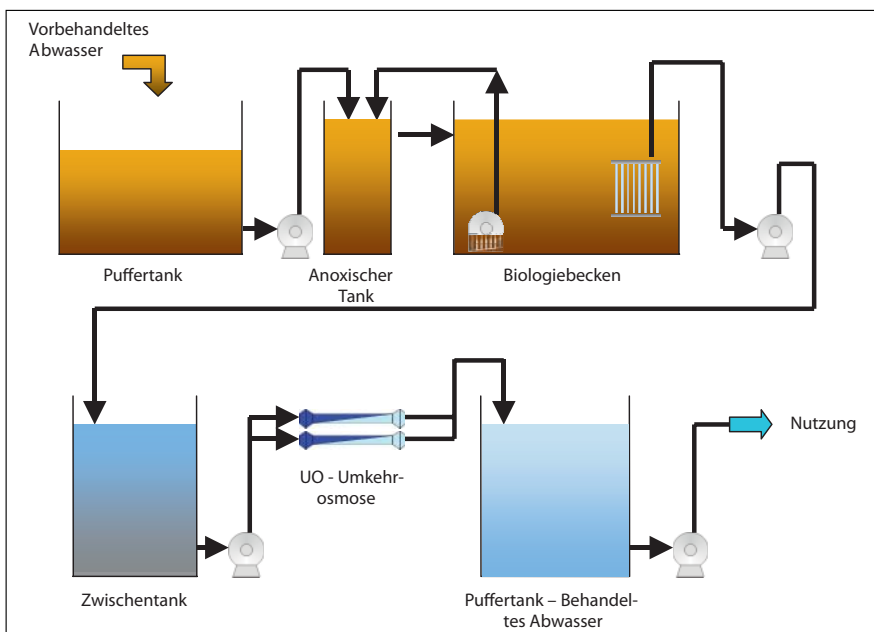
### 3. Membrantechnologie, ein logischer Entwicklungsschritt

BIOSEP® ist ein patentiertes Filtrationsverfahren mit getauchten Membranen (*Bild 1*) zur Erlangung eines qualitativ hochwertigen Ablaufs, das sich bereits seit Jahren bewährt, da die zunehmend strikteren Umweltrichtlinien direkt und ohne weiteren Aufwand erfüllt werden. Nach dem vollständigen biologischen Reinigungsprozess kann das aufbereitete Wasser sofort wiederverwendet oder in einem nachfolgenden Schritt mit physikalischen Verfahren weiterbehandelt werden.

Beginnend mit den Auslegungsdaten von 2002 mit einer Kapazität von 7300 m<sup>3</sup>/Woche und einer Fracht von 14 t CSB/Woche wurde ein Anlagenkonzept entwickelt, welches nach wie vor Bestand hat, obwohl es in seiner Kapazität deutlich erhöht wurde (*Bild 2*). Nach der physikalisch-chemischen Vorbehandlung wird das Abwasser dem anoxischen Tank zugeleitet, um das Nitrat zu reduzieren. Danach erfolgt die Weiterleitung in die belüftete Zone, die bei einem Volumen von 1000 m<sup>3</sup> den vollständigen Abbau von BSB<sub>5</sub> und Ammonium sicherstellt.

Die Trennung von Schlamm und behandeltem Abwasser erfolgt nicht durch eine Nachklärung, sondern durch Filtration mittels getauchten Membranen. Das vollgereinigte Abwasser wird dabei durch die Membrane gesaugt (0,1–0,3 bar Vakuum). Der Ansaugprozess wird alle 10 Minuten unterbrochen und das gewonnene Wasser in einer Rückspülung durch die Membranen geleitet, um äußerlich anwachsende Feststoffe abzustößen.

Der Durchsatz der Membranen beträgt zwischen 12 und 18 L/(m<sup>2</sup> · h). Die durchschnittliche Lebensdauer der



**Bild 2.** Blockschema der Anlage.



**Bild 3.** Rohabwasser, Belebung, UF-Permeat, UO-Permeat.

Membrane beträgt ca. 5 Jahre. 12 Kassetten ergeben eine Filtrationsoberfläche von 5000 m<sup>2</sup>.

Das BIOSEP<sup>®</sup> Verfahren erlaubt mit 12 g/l eine deutlich höhere Schlammkonzentration verglichen mit den 4 g/l bei einem konventionellen Verfahren. Damit kann die Größe des Biologiebeckens deutlich verringert werden. Bei gleichzeitigem Verzicht auf die Nachklärung ist eine erhebliche Flächenersparnis zu erreichen, was dieses Verfahren gerade auch für räumlich begrenzte Standorte sehr interessant macht. Basierend auf den Erfahrungen der vergangenen Jahre wurde eine standardisierte Anlagenreihe, BIOSEP<sup>®</sup> Pack, entwickelt, mit Kapazitäten von 5 bis 50 m<sup>3</sup>/h.

#### 4. Ergebnisse in 2004

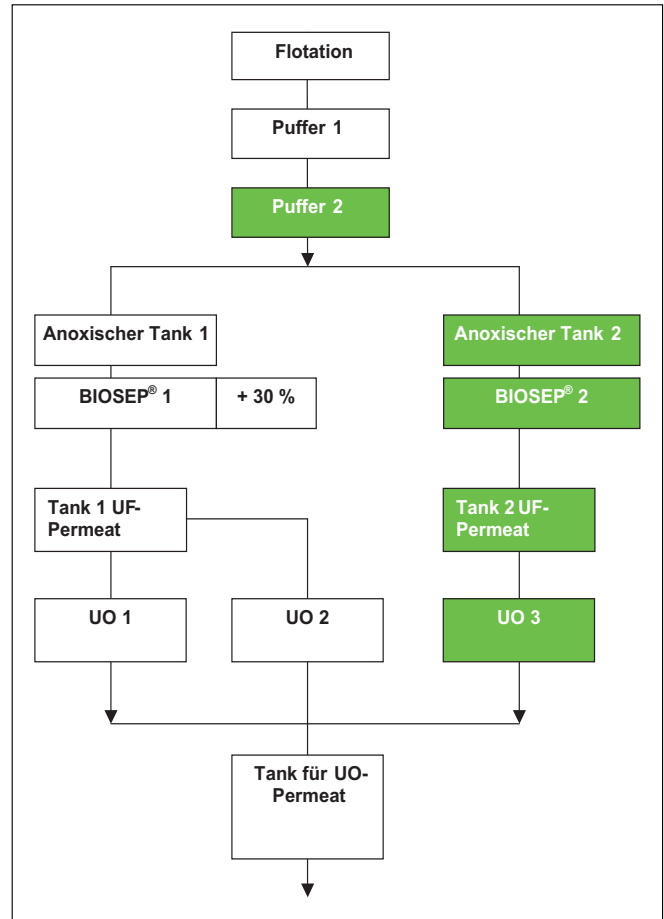
Das Abwasser, das nach Aufbereitung die Anlage von COOPERL verlässt, entspricht den Anforderungen der Umweltbehörde und kann direkt eingeleitet werden. Nach einer Umkehrosmose zur Entsalzung wird ein bedeutender Teil des behandelten Abwassers zu Waschzwecken (Schlachtvieh, LKWs sowie Lagerhallen) als auch als Kesselspeisewasser wiederverwendet.

Das gereinigte Abwasser wird nach der BIOSEP<sup>®</sup> Stufe in zwei Umkehrosmose-Einheiten mit einer Kapazität von jeweils 50 m<sup>3</sup>/h weiterbehandelt. Nach der UO enthält das behandelte Abwasser kaum noch Salze und Chloride. Die gesamte Anlage kann von nur einem Techniker bedient werden.

Schon in 2004 wurden monatlich in der biologischen Abwasseraufbereitungsanlage Lamballe 48496 m<sup>3</sup> behandelt. Davon wurden intern 25770 m<sup>3</sup> wiederverwendet, dies

**Tabelle 1.** Übersicht über die maßgeblichen Parameter in 2004.

	Einheit	Abwasserzufuhr		Behandeltes Wasser	
		Zufuhr DAF	Ablauf DAF	Ablauf BIOSEP <sup>®</sup>	Ablauf Umkehrosmose
Durchsatz	m <sup>3</sup> /w.	16513	16020	5908	2263
CSB	mgO <sub>2</sub> /l	9573	1253	< 30	< 5
BSB	mgO <sub>2</sub> /l	4819	830	< 5	–
SS	mg/l	3757	158	< 1	–
N	mg/l	385	193	< 3	–
P	mg/l	61,3	2	0,1	–



**Bild 4.** Ausbaustufen der Abwasserbehandlungsanlage.

entspricht ca. einem Drittel des Verbrauches von 74266 m<sup>3</sup> monatlich. *Bild 3* zeigt die Aufbereitungsqualität vom Rohwasser bis zum UO-Permeat, die zugehörigen Werte sind in *Tabelle 1* dargestellt.

#### 5. Ausbau der Anlage

Im Jahr 2004 wurde VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES vom Kunden beauftragt, die Kapazität der Abwasseraufbereitungsanlage um 30% zu erhöhen, wobei wiederum die Kombination BIOSEP<sup>®</sup> und Umkehrosmose zum Einsatz kommen sollte. Die neuen Ausgangsdaten waren 9500 m<sup>3</sup>/Woche, bei einer Fracht von 18 t CSB/Woche. Dazu wurde die hydraulische Kapazität der Belebung um 30% erweitert und die Umkehrosmose 2 in Betrieb genommen.

Im Jahr 2006 beauftragte COOPERL eine erneute Erweiterung der Anlage. Eine parallele Straße wurde geplant, um zusätzliche 6600 m<sup>3</sup>/Woche und 12,5 t CSB/Woche zu behandeln, was einer Erhöhung um weitere 70% entspricht (grün in *Bild 4*). Obwohl die Fläche auf der Anlage COOPERL mittlerweile so gut wie ausgereizt war, konnte eine effiziente Lösung erarbeitet werden. Der Energieverbrauch beträgt mit dieser Ausbaustufe 3,6 kWh/m<sup>3</sup> für das gesamte in *Bild 4* dargestellte Blockschema.

Eine Besonderheit dieses mehrstufigen Projektes ist die Möglichkeit, direkt auf die Leistungsfähigkeit des Marktes

einzugehen. VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES ist an keinen Membranhersteller gebunden und kann Anlagen daher mit Membranmodulen der neuesten Generation ausrüsten. So wird die jeweils beste technische, wirtschaftliche und umweltgerechte Leistung erzielt. Nachdem in der ersten und zweiten Ausbaustufe Membranen der Fa. GE-Zenon zur Anwendung kamen, wurde für die dritte Erweiterung der neue Membrantyp der Fa. Koch-Puron eingesetzt.

## 6. Ausblick

„Wasser sollte nach seiner Qualität, nicht nach seiner Herkunft beurteilt werden“. Dr. Lucas van Vuuren, Windhoek, 1970. Denn wenn wir uns über die Herkunft von wiedergewonnenem Wasser Gedanken machen, müssen wir auch über die Herkunft von Trinkwasser nachdenken. Eine präzise Benennung ist notwendig: wir sprechen von Trinkwasser und nicht von behandeltem Flusswasser, Grundwasser oder Meerwasser. Wir sollten genauer sagen: Wasser zur Bewässerung, Frischwasser, Prozesswasser, Wasser zur Grundwasseranreicherung etc., um das Augenmerk auf die entsprechende Qualität der sicheren Verwertung zu legen und nicht auf den Aspekt des wieder verwendeten aufbereiteten Abwassers.

In der Industrie wächst das Bewusstsein, dass die Wiederverwendung von Ressourcen ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz ist. In dem hier vorgestellten Projekt wird qualitativ hochwertiges aufbereitetes Wasser, welches einer

leistungsstarken Desinfektion unterworfen wurde, in einem Betrieb der Lebensmittelherstellung eingesetzt. Der geringe Platzbedarf der kompakten Anlage und ein Prozess mit vergleichsweise geringem Energiebedarf erlaubten die jeweilige Anpassung auf steigende Produktionswerte.

Allerdings gibt es in der Industrie nach wie vor psychologische und ökonomische Bedenken zum Einsatz weiterführender Technologien zur Abwasserbehandlung und zum Recycling, auch wenn diese Verfahren höchste Sicherheit bieten. Die klimatischen Bedingungen verändern sich kontinuierlich in eine noch unbekannt Richtung und wir stehen den daraus resultierenden Herausforderungen eher gegenüber als wir möchten, so dass konkrete Beispiele und kompetente Ansprechpartner in Sachen Abwasseraufbereitung und Wiederverwertung immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Das ursprüngliche Konzept zur Wiedernutzung, das bereits 2004 für die Anlage COOPERL-Lamballe aufgestellt wurde, hat sich in mehreren Ausbauphasen bewährt. Das UO-Permeat wird zur Wäsche der anliefernden LKWs sowie zur Reinigung der Pferche genutzt. Ein Großteil des warmen Permeats wird dazu genutzt, die Schweine während ihrer Standzeit in den Pferchen ganz sanft zu beruhigen. Dieser Regen beruhigt die Schweine und da kein Adrenalin ausgeschüttet wird, bleibt das Fleisch zarter. Das Konzentrat der UO wird zusammen mit dem Teilstrom des unbehandelten Abwassers in die kommunale Kläranlage abgeleitet.

Zum



## 23. Oldenburger Rohrleitungsforum

05.02.–06.02.2009, Oldenburg

erscheint unsere **Ausgabe 1/2009** am 23. Januar 2009

Anzeigenschluss ist am **19. Dezember 2008**

Ihre Mediaberaterin:  
Inge Matos Feliz

Tel. 0 89/4 50 51-2 28 · Fax 0 89/4 50 51-2 07

[matos.feliz@oldenbourg.de](mailto:matos.feliz@oldenbourg.de)