

[Home](#) ■ [HUBER Report](#) ■ [Industry](#) ■[Depurazione delle acque di scarico nel settore lattiero caseario – Elaborazione di soluzioni su misura per il cliente per l'adduzione diretta e indiretta](#)

Depurazione delle acque di scarico nel settore lattiero caseario – Elaborazione di soluzioni su misura per il cliente per l'adduzione diretta e indiretta

- sull'esempio del caseificio tedesco Milchwerk Jäger -

1. Descrizione del problema

Il Milchwerk Jäger GmbH è il più antico caseificio tedesco e gestisce un'attività di lavorazione del latte ad Haag, nell'Alta Baviera (a sud-est di Monaco). Il bacino di utenza del latte si estende fino all'Austria e vengono prodotti soprattutto tipi di formaggio e burro italiani per l'esportazione.

I processi produttivi generano acque reflue, provenienti soprattutto dalla lavorazione classica del latte (ad alto contenuto di grassi) nonché condensati e permeati, provenienti dall'essiccazione del latte in polvere. Queste acque reflue sono state finora scaricate nel sistema fognario pubblico in modo completamente indiretto e trattate insieme alle acque reflue del mercato di Haag presso l'impianto comunale di depurazione locale. A causa della costante crescita della produzione e del già elevato utilizzo dell'impianto di depurazione, alla fine il sistema non è stato più in grado di rispettare i valori limite dell'effluente in termini di dimensioni in modo permanente e affidabile. Pertanto, temi come l'espansione dell'impianto di depurazione comunale – mediante un'elevata partecipazione finanziaria del caseificio Milchwerk Jäger GmbH – o la realizzazione di un sistema di depurazione completa o parziale delle acque reflue sono stati oggetto di dibattito. Sulla base di queste considerazioni, l'ufficio di progettazione, che già lavora per il comune, è stato incaricato di effettuare uno studio delle varianti e una pianificazione preliminare. A causa delle particolari caratteristiche delle acque reflue dei condensati e dei permeati del latte (valori di azoto piuttosto alti), si è deciso inizialmente di implementare un progetto pilota. A causa dello spazio limitato disponibile, si è optato per la tecnologia MBR (Membrane Biological Reactor).

2. Progetto pilota con tecnologia MBR

Utilizzando un impianto pilota HUBER BioMem®, sono state testate le acque reflue, le proprietà di degradazione e l'idoneità generale del processo a membrana per queste acque reflue. Il componente centrale di questo sistema è il bioreattore a membrana, un bacino combinato in cui la degradazione del contaminante biologico e la filtrazione a membrana con moduli ultrafiltranti avvengono quasi simultaneamente. A queste camere vengono associati delle soffianti, delle pompe nonché il sistema di controllo per permettere all'intero impianto di funzionare in modo completamente automatico. Grazie a modalità operative intelligenti di alimentazione, è possibile testare diverse varianti di denitrificazione mediante la tecnica dell'impianto. Tutti i parametri operativi vengono registrati dal sistema di controllo mentre i parametri chimici sono stati analizzati dal laboratorio analitico dell'azienda.

L'impianto pilota è stato realizzato alla fine del 2015 e messo in funzione dopo una breve fase di adattamento ad aprile 2016. Insieme al gestore e al progettista, sono state organizzate riunioni periodiche per esaminare i risultati intermedi nonché discutere dei relativi adeguamenti risultanti dalla fase di prova.

Le acque reflue sono state inizialmente raccolte in un piccolo serbatoio di accumulo poiché lì è stato possibile simulare meglio la successiva composizione effettiva delle acque reflue. Inoltre, tutti i componenti dell'impianto sono stati isolati e riscaldati per evitarne il congelamento in inverno. Per ottenere campioni medi di qualità dal serbatoio di riserva e dall'effluente, sono stati installati campionatori automatici. A causa dei valori di COD (richiesta chimica di ossigeno) inferiori rispetto all'azoto, nell'affluente è stato aggiunto del siero di latte residuo per consentire la completa degradazione dell'azoto nella fase di denitrificazione. Inoltre, è stato effettuato un dosaggio regolare di una certa quantità di soda caustica per mantenere i valori di pH nell'intervallo neutro, un prerequisito per la degradazione biologica dei contaminanti e per una struttura stabile dei fanghi in un bioreattore a membrana.

Degradazione COD

Le concentrazioni in afflusso di COD, tra 20 e 200 mg/l, erano da un lato molto variabili, ma anche generalmente abbastanza basse per garantire sia il metabolismo basale dei microrganismi nonché la denitrificazione. Pertanto, si è aggiunto il siero di latte residuo disponibile come fonte di carbonio esterna con un COD compreso tra circa 30.000 e 40.000 mg/l oppure un semiconcentrato di siero di latte con ca. 60.000-80.000 mg/l. Con poche eccezioni, la concentrazione di COD nell'effluente era stabile al di sotto di 10 mg/l, per cui è stato possibile rimanere di gran lunga al di sotto dei valori limite dell'effluente per l'immissione diretta o per un'infiltrazione.

Degradazione del fosfato

Le concentrazioni di fosfato totale erano comprese tra 5 e 20 mg/l nell'afflusso, mentre le concentrazioni nell'effluente erano in parte superiori alle concentrazioni nell'afflusso, il che era probabilmente dovuto all'aggiunta di fosfato per mezzo del siero di latte. Inoltre, nel corso dell'operazione di prova, si è sviluppata la biocenosi corrispondente, che si è adattata poi alle acque reflue. Alla fine dello studio di prova, i valori nell'effluente di fosfato totali erano costantemente inferiori a 1 mg/l. Ciononostante, in un'installazione permanente, occorre predisporre una precipitazione simultanea ed essere in grado di soddisfare i requisiti validi relativi ai valori dell'effluente in modo



Figura 1: Impianto pilota HUBER per la filtrazione a membrana BioMem® finalizzata alla determinazione dei parametri di progetto (la figura non rappresenta quello del caseificio Milchwerk Jäger)

sicuro.

Trasformazione e degradazione dell'azoto

Già dopo una breve fase di funzionamento, si è verificata una trasformazione sicura dell'azoto ammoniacale in azoto nitrico, ovvero l'azoto ammoniacale tossico si è completamente decomposto trasformandosi in nitrato (la cosiddetta nitrificazione). Per la degradazione dell'azoto nitrico (la cosiddetta denitrificazione) sono necessarie condizioni anossiche sufficienti e la presenza di carbonio. Questa degradazione si è verificata solo dopo l'adattamento dell'intero sistema e dopo un certo tempo di funzionamento. I valori totali di azoto rimanevano attendibilmente al di sotto di 10 mg/l e quindi al di sotto dei tradizionali requisiti dell'afflusso. Dopo circa due mesi di fase di test, si è riscontrato un deterioramento della degradazione dell'azoto e la contemporanea assenza di azoto nitrico, presumibilmente riconducibile a tempi di aerazione non sufficienti e alla tecnologia generalmente instabile.

Conclusione del progetto pilota

I compiti consistevano nel verificare il funzionamento di un bioreattore a membrana con il sistema HUBER BioMem® e nel testare le prestazioni di riduzione in termini di carichi di azoto derivanti dal trattamento del siero di latte nel caseificio Milchwerk Jäger. In questo caso, è stato possibile ottenere valori dell'effluente ottimali per tutti i parametri di controllo, talvolta di gran lunga al di sotto dei tradizionali requisiti per gli adduttori di questa categoria di dimensioni. Le diverse prestazioni di degradazione sono state da una parte correlate alle variazioni nella composizione delle acque reflue e dall'altra le anomalie operative hanno causato malfunzionamenti a breve termine (ad es., una scarsa fornitura di ossigeno). In un impianto su larga scala, sia le oscillazioni nelle concentrazioni in afflusso sia le oscillazioni operative dovrebbero essere significativamente inferiori, per cui - come al solito - a tale scopo occorre installare un bacino di miscelazione e compensazione sufficientemente grande. Ciò consente di ottenere un carico uniforme sul sistema di depurazione biologico nonché valori dell'effluente costanti ed un'elevata stabilità operativa.

Inoltre, una regolazione automatica del valore di pH finalizzata all'impostazione di un valore di pH ottimale consentirà di migliorare la stabilità operativa complessiva. Il dosaggio del siero di latte come fonte di carbonio esterna è necessario per garantire un'adeguata fornitura dei microrganismi e soprattutto per garantire una denitrificazione sufficiente.

Tutto sommato, ad eccezione di alcuni valori anomali operativi, è stato possibile raggiungere valori dell'effluente ottimali. Pertanto, è stato dimostrato che i condensati e i permeati possono essere trattati senza problemi con un bioreattore a membrana, anche in condizioni di spazio ridotto necessario di una tale variante rispetto al trattamento convenzionale delle acque reflue.

3. Soluzione proposta

Dai risultati del progetto pilota preliminare e dall'esperienza dell'ufficio tecnico con le acque reflue dell'industria lattiero-casearia, è stata

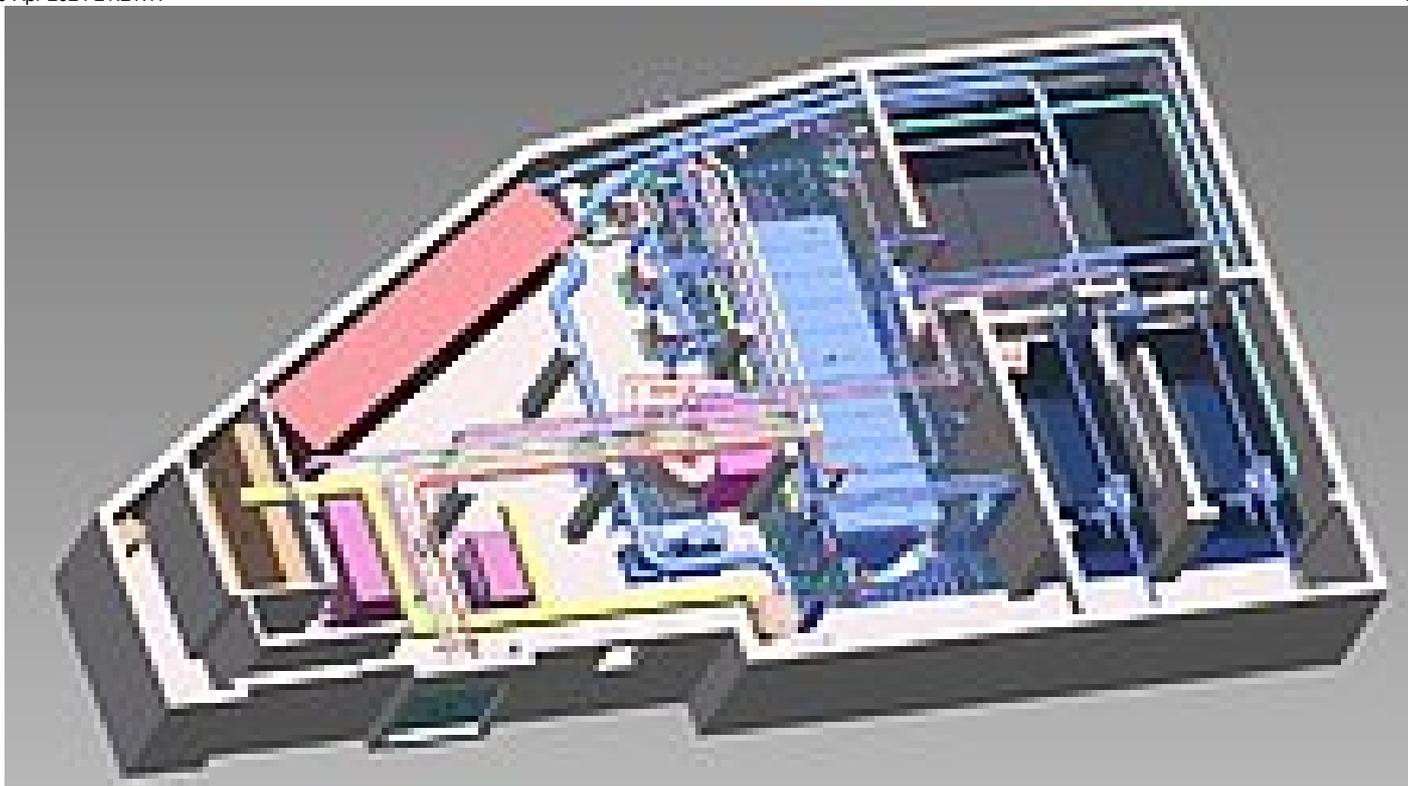


Figura 2: Panoramica grafica del sistema di depurazione delle acque reflue nel caseificio Milchwerk Jäger



Figura 3: Sistema di flottazione HUBER HDF S 20 a rilascio di pressione



Figura 4: Bioreattore a membrana, una camera di filtrazione con il sistema di filtrazione a membrana HUBER VRM® 30/18 RF



Figura 5: Addensamento fango flottato e in eccesso con l'ispessitore a coclea HUBER S-DISC

avviata l'implementazione della nuova concezione di trattamento delle acque reflue. Particolare attenzione è stata data alle condizioni di spazio disponibile estremamente ristrette presso il caseificio Milchwerk Jäger nonché ai requisiti dell'effluente concordati con il

L'abbandono totale del sistema d'immissione nel sistema fognario non era in primo piano e nemmeno il trattamento indipendente e completo di tutte le acque reflue; ciò a cui si è data priorità è stato lo sviluppo di un concetto di soluzione totale, in accordo con il comune e tenendo conto dei requisiti dell'impianto di depurazione comunale. Pertanto, ci si è limitati a trattare in modo completo e a immettere direttamente le sopra citate acque reflue provenienti dalla condensa e dai permeati del siero di latte, mentre le acque reflue di produzione rimanenti sono state depurate in via preliminare tramite un trattamento chimico-fisico e si è continuato a farle convogliare nel sistema fognario pubblico.

Questo concetto ha il vantaggio che le acque reflue ricche di azoto, particolarmente problematiche per il depuratore comunale, vengono trattate interamente sul posto, mentre le acque reflue di produzione necessarie per utilizzare al massimo l'impianto di depurazione continueranno ad essere trasportate come prima. Inoltre, in caso di emergenza, è possibile convogliare tutte le acque di scarico nel sistema fognario

4. Concetto generale e implementazione

Il caseificio Milchwerk Jäger GmbH dispone di due diversi tipi di acque reflue, per le quali sono stati pianificati diversi concetti di trattamento. Da un lato, si tratta delle classiche acque reflue di produzione tradizionali derivanti dalla produzione del formaggio, ricco di grassi, di sostanze solide e COD, che vengono inizialmente raccolte in una vasca con capacità di 165 m³. Un agitatore installato garantisce una buona miscelazione e omogeneizzazione e quindi un carico uniforme nel seguente impianto di trattamento, equipaggiato con un sistema di flottazione HUBER HDF S 20 a rilascio di pressione. A monte del sistema di flottazione è installato l'impianto di condizionamento delle acque reflue con flocculatore tubolare e relativo sistema di dosaggio e miscelazione dell'agente precipitante e coagulante nonché dell'acido, della soluzione alcalina e dell'antischiama, a seconda della qualità delle acque reflue. La miscela di acque reflue/fanghi così pretrattata viene miscelata nel sistema di flottazione con l'acqua pulita di ritorno satura con aria e non soggetta a pressione, in cui le risultanti bollicine d'aria con i solidi fluiscono verso l'alto garantendo un manto di fanghi pre-addensato sulla superficie del contenitore. Le acque reflue quasi prive di solidi scorrono attraverso deflettori di flusso verso lo scarico. Lo strato di fanghi viene rimosso per mezzo di un sistema di raschiatura della superficie e convogliato nel sistema di scarico dei fanghi dell'impianto di flottazione. Il fango flottato viene convogliato nel sistema di accumulo del fango umido.

Il secondo flusso di acque reflue proviene dalla condensazione dei vapori di essiccazione nonché dall'addensamento e dalla concentrazione del siero di latte (i cosiddetti permeati del siero di latte). Queste acque reflue sono relativamente povere di solidi e COD, ma presentano un contenuto di azoto relativamente alto. Questo azoto, così come il COD contenuto in esso, viene trattato attraverso un bioreattore a membrana a due vie, in cui viene fatto convogliare il siero di latte residuo per una denitrificazione efficace e a causa del basso contenuto in COD. Un massimo di 80 m³/h di acque reflue depurate vengono prelevate tramite due sistemi di filtrazione a membrana HUBER VRM® 30/18 RF e convogliato in un piccolo canale ricettore. Per ridurre la formazione di depositi sulle membrane ultrafiltranti, tali membrane vengono regolarmente sottoposte ad un contro-lavaggio con permeato proveniente dalla seconda via, talvolta con l'aggiunta di detergenti chimici.

Il fango in eccesso viene prelevato dal bioreattore e fatto convogliare nel sistema di addensamento dei fanghi automatizzato. A tal scopo, il fango viene mescolato con sostanze flocculanti, trasportato nell'ispessitore a coclea HUBER S-DISC, addensato gravitazionalmente e temporaneamente stoccato nel recipiente di accumulo del fango umido per il prelievo regolare.

Per ragioni di spazio, l'intero sistema è completamente sotterraneo e nel frattempo è stato completamente chiuso. Un parcheggio per i dipendenti è stato eretto sul soffitto dell'impianto. Tutta l'aria di scarico viene fatta passare attraverso un biofiltro per minimizzare i cattivi odori nei confronti delle persone residenti nelle immediate vicinanze.

Il caseificio Milchwerk Jäger ha implementato e automatizzato in modo indipendente e secondo i propri standard l'intera tecnica di comando e il sistema di controllo del processo. Per una regolazione ottimale dell'aggiunta di sostanze chimiche nel sistema di flottazione a rilascio di pressione, per la prima volta è stato installato un'unità di comando legata alla torbidità del dosaggio chimico. In questo modo, il consumo di sostanze chimiche, invece che con un sistema di controllo del solo volume, dovrebbe essere adattato alla situazione reale all'ingresso, in base alle esigenze.

Nella tecnologia MBR, viene utilizzata una sonda combinata per ammonio/nitrato per controllare in modo ottimale i tempi di nitrificazione e denitrificazione. A causa delle grandi variazioni di composizione all'ingresso, le fasi sono regolate secondo le necessità.

L'intera tecnica di sistema è stata messa in funzione nell'autunno del 2017 e, dopo il relativo rodaggio e le operazioni di ottimizzazione, l'impianto è in funzione in modo regolare dalla metà del 2018.

5. Risultati operativi finora ottenuti

Il sistema di flottazione a rilascio di pressione HUBER HDF S è stato messo in funzione a ottobre 2017 e da allora depura le acque reflue di produzione prima che vengano scaricate indirettamente nel sistema fognario locale. I campioni medi giornalieri valutati dal personale di laboratorio del caseificio hanno testato e confermato la riduzione richiesta del valore di COD del 50%.

Al fine di evitare inutili sovradosaggi dell'agente precipitante, è stato installato per la prima volta il nuovo [sistema HUBER DigitDose](#), un sistema di dosaggio di sostanze chimiche dipendente dal carico, che è stato calibrato sulla base delle caratteristiche delle acque reflue tramite una procedura di adattamento iniziale di tre settimane. Ciò è necessario perché le acque reflue provenienti da diversi settori presentano sempre diverse caratteristiche di colorazione, torbidità e conduttività e pertanto è sempre necessario effettuare una calibrazione sulla base dell'installazione e dell'applicazione.

Nel caso del caseificio Milchwerk Jäger, la concentrazione in afflusso di COD varia tra 1.500 mg/l e 8.000 mg/l. Soprattutto i valori elevati sono diventati per la prima volta chiari grazie a queste misurazioni e hanno anche portato ad adeguamenti nel processo di

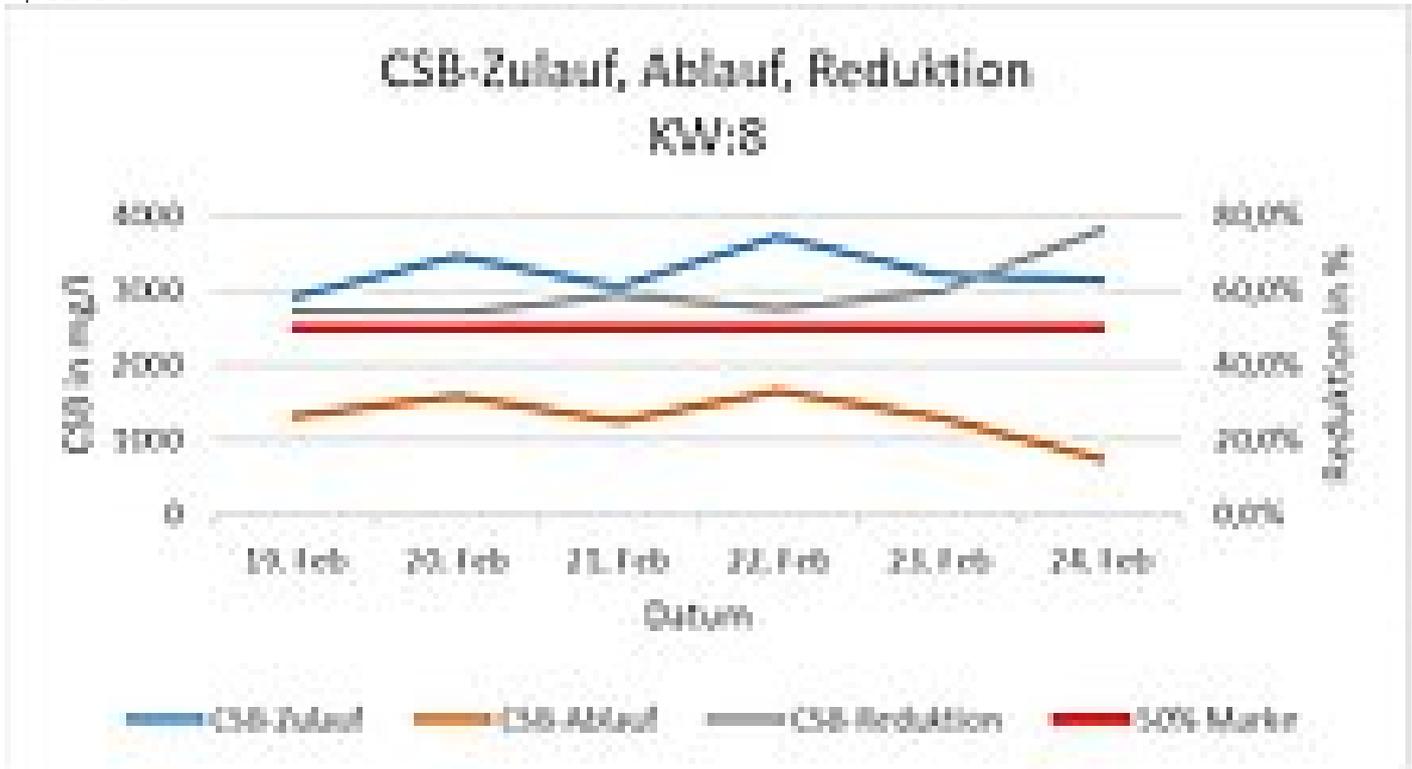


Figura 6: Valori in afflusso ed efflusso di COD delle acque reflue di produzione, ad esempio nell'ottava settimana 2018

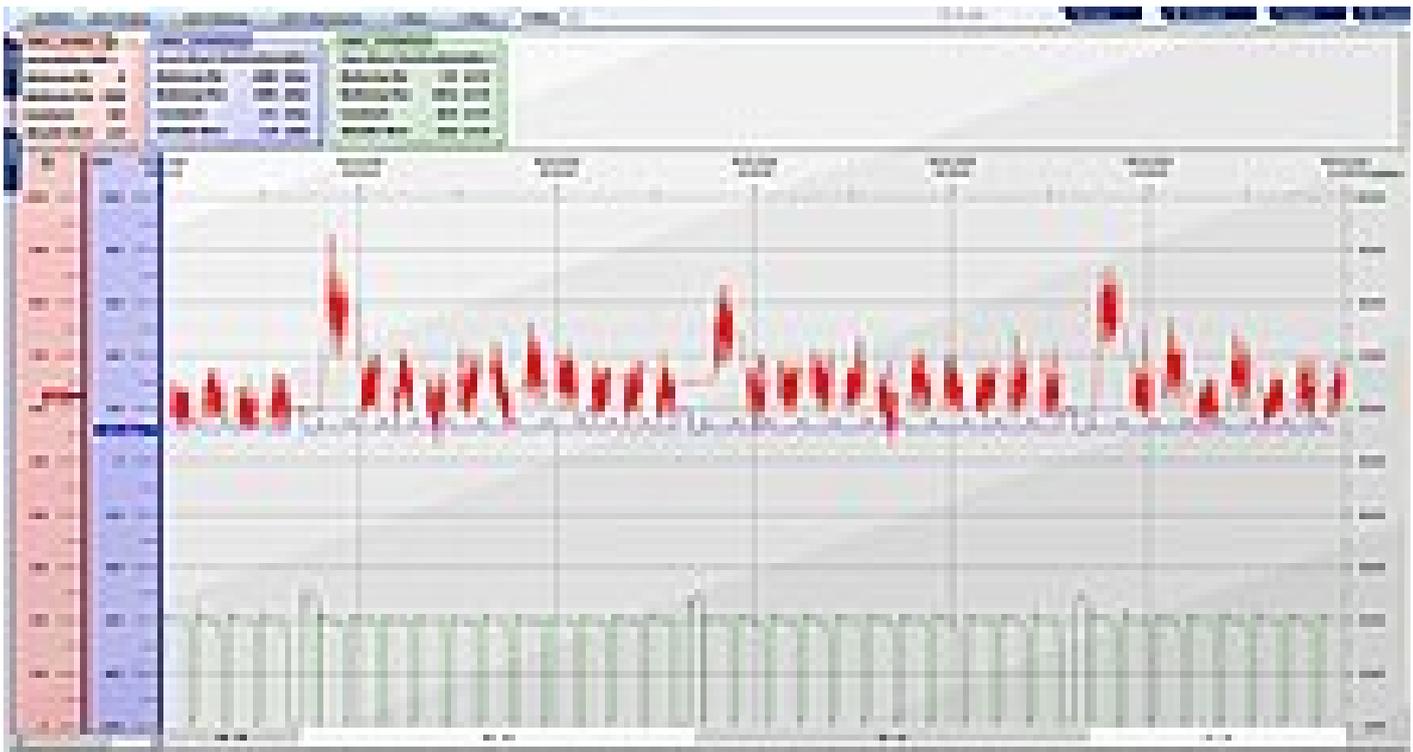


Figura 7: Estratto dal sistema di controllo del processo, visualizzazione della filtrazione a membrana. (in rosso: andamento della permeabilità)

produzione. Grazie al sistema di controllo dell'agente precipitante, i tradizionali valori di consumo erano già più bassi del 10% circa durante la prima fase di funzionamento. Oltre all'ottimizzazione del consumo di agente precipitante, vengono apportate ulteriori migliorie al sistema di flottazione. Pertanto, ad esempio, l'intervallo d'uso del raschiatore di fango flottato aumenta poiché il fango flottato è già addensato nella macchina al 15% circa di SS (Sostanza Secca), il che è problematico per un ulteriore trasporto nel sistema di accumulo del fango flottato.

Alla fine del 2017, il bioreattore a membrana è stata messo in funzione per il trattamento dei condensati e dei permeati del siero di latte. Per controllare la nitrificazione, anche in questo caso l'enfasi è stata posta sugli alti livelli di automazione: tra le altre cose, infatti, è stata utilizzata una sonda per ammonio-nitrato per controllare la nitrificazione e la denitrificazione. Anche in questo caso, sono state effettuate per diversi mesi procedure di ottimizzazione e adattamento delle modalità operative alle effettive caratteristiche delle acque reflue. La Figura 7 mostra un piccolo estratto dal sistema di controllo del processo.

Related solutions:

- [Soluzioni HUBER per caseifici e industria del latte](#)

Related products:

- [HUBER Impianto a Flottazione HDF](#)
- [HUBER Ispessitore a disco S-DISC](#)

Winkelstrasse 12
CH-6048 Horw

Telefon +41 (0)41 349 68 68
Telefax +41 (0)41 349 68 78

E-mail: info@picatech.ch
www.picatech.ch

MWST Nr. 156 391