

Dynamische Vernetzung von Wasseraufbereitung und industrieller Produktion

E. Bitter et al., EnviroChemie GmbH, Roßdorf/Deutschland; Jeannine Kieferle



Zwischen Produktion und industrieller Abwasserbehandlung besteht bislang in aller Regel keine informationstechnische Verknüpfung. Die Abwasserbehandlung wird als untergeordneter Nebenprozess angesehen, der mit allen anfallenden Abwassermengen und Zusammensetzungen und deren Schwankungen zurechtkommen muss.



Abbildung 1: Bilder von Abwasserproben aus einer Produktionsstätte von Körperpflegeprodukten, die alle innerhalb eines Probenahmezeitraums von zwei Tagen genommen wurden. Die Abbildung verdeutlicht die Unterschiedlichkeit der verschiedenen Abwasserströme innerhalb einer Produktionsstätte.

Konsequenterweise sind industrielle Abwasseranlagen daher mit einer Vielzahl an Sicherheiten dimensioniert. Der Einsatz von Betriebsmitteln richtet sich in aller Regel nach einem „worst case“, weiterhin müssen freie Kapazitäten aufgrund der üblichen Schwankungen der Abwasserströme und -eigenschaften berücksichtigt werden (Dereli et al. 2012; Cervantes et al., 2006; Dvorak et al., 2015).

Entwicklung von Produktionsstätten durch Digitalisierung und Vernetzung zu „smart factories“

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Fertigung von einer arbeitsintensiven Aneinanderreihung mechanischer Prozesse (traditionelle Fertigung) zu einem auf Informationstechnologie basierenden Prozess gewandelt (Shipp et al., 2012). Vor dem Hintergrund der weiter zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung werden sogenannte „Smart Factories“ Maschinen, Lager, Logistik und die für die Produktion benötigten Ressourcen weiter miteinander vernetzen (Shipp et al., 2012; Kagermann et al., 2013). Folglich erstellen und nutzen intelligente Fabriken Daten und Informationen während des gesamten Produktlebenszyklus mit dem Ziel flexibler Fertigungsprozesse, die schnell auf Veränderungen der Nachfrage, der Kosten und der Verfügbarkeit von Ressourcen reagieren (Shipp et al., 2012).

Auch für die industriellen Abwassertechnik ist eine Einbindung in die vernetzten Prozesse der *smart factories* unabdingbar für eine hohe Energieeffizienz und Prozessstabilität.

Automatisierte Anpassung der Abwasserprozesse an Produktionsänderungen

Eine Automatisierung der Abwasserprozesse zur Anpassung an Produktionsänderungen bedarf das Verständnis des Abwasserprozesses bis hin zur Modellierung, des Aufbaus von digitalen Zwillingen zur Ableitung von Handlungsempfehlungen, der Einbindung entsprechender Messtechnik und Regelstrategie sowie sicherer IT-Verbindungen zwischen Prozessen der Produktion und der Wasseraufbereitung.

Ziel des Forschungsprojekts DynaWater4.0 ist es, industrielles Wassermanagement und industrielle Produktion exemplarisch an drei Standorten miteinander zu verbinden, Potenziale der Digitalisierung in der industriellen Wasserwirtschaft zu demonstrieren und zu bewerten.

Ziel des Teilprojekts der EnviroChemie war die erfolgreiche Demonstration der Umsetzung einer Verknüpfung der Produktionsdaten mit der Abwasseranlage an einem Standort eines Kosmetikherstellers, um automatisiert den erforderlichen Einsatz von Betriebsmitteln für die Abwasserbehandlung auf Änderungen in der Produktion anzupassen.

Praxisbeispiel Kosmetikproduktion

In der untersuchten Produktionsstätte werden Gesundheits- und Körperpflegeprodukte für Bad und Dusche, sowie Körperlotionen und -öle chargenweise hergestellt. Durch dieses breite Produktportfolio ist auch die Bandbreite der Abwassereigenschaften sehr groß. Abbildung 1 verdeutlicht die Variation der Abwasserfärbung, die innerhalb eines Tages auftreten kann.

Neben den offensichtlichen Schwankungen der Abwasserfärbung variiert auch die chemische Zusammensetzung des Abwassers erheblich. Je nach Produkt können die anfallenden Abwässer ölige Substanzen oder Tenside sowie Alkohole, Essenzen und Salze enthalten. Die effiziente Behandlung der verschiedenen Abwasserströme bedarf unterschiedlicher Behandlungskonzepte (abweichende Chemikalien zur Wasserbehandlung).

Ausgehend von Betriebsbegehungen und umfassender Analytik wurden Abwasseranfallstellen lokalisiert und Ströme sowie Schmutzstofffrachten bezogen auf

die Herstellung eines jeweiligen Produkts zugeordnet. Ausgehend davon ließen sich neun zu behandelnde Spülgruppen zuordnen.

Dabei sind übliche online-messtechnisch erfassbare Parameter wie pH-Wert, CSB und el. Leitfähigkeit nur unzureichend geeignet, um das Abwasser entsprechend der Spülgruppen zu differenzieren.

Dies wäre für eine vollautomatisierte Abwasseranlage jedoch Voraussetzung, um ohne Kopplung zu Produktionsdaten, über die installierte Messtechnik eine effiziente Behandlung zu gewährleisten. Die Kopplung mit Produktionsdaten ermöglicht diese Differenzierung in Spülgruppen. Für die unterschiedlichen Spülgruppen wurden optimale Behandlungsstrategien (Kombinationen aus Wasserchemikalien) entwickelt.

Anhand der aus der Produktion via Barcodescan vom hergestellten Produkt übermittelten Daten konnte der digitale Zwilling eine Mischungsrechnung zur Zusammensetzung des anfallenden Wassers prognostizieren, dann den Behandlungserfolg auf Basis der Matrix für jedes der fünf Konzepte simulieren und eine Handlungsempfehlung für den Betrieb der Abwasseranlage erarbeiten.

Anschließend wurde das Vernetzungskonzepts von industrieller Wasserbehandlung und Produktion entwickelt und technisch umgesetzt (durch Projektpartner Fraunhofer FOKUS und ifak e.V.). Die Software SIMBA# realisiert hierbei durch fortlaufende Online-Simulation den digitalen Zwilling der Abwasserbehandlungsanlage.

Die Funktionalität, Potenziale und Leistungsfähigkeit der Vernetzung wurden abschließend in einer Demonstrationsphase am Standort erarbeitet.

Die Kopplung von Produktionsbetrieb und Abwasserbehandlungsanlage ermöglicht somit eine effiziente Behandlung des Abwassers, die in dieser Form sonst nicht möglich wäre. Im Demonstrationsbetrieb konnten durch Anwendung des optimalen Behandlungskonzepts anstelle des bisherig genutzten Standardkonzepts der Reinigungserfolg um 10% gesteigert werden. Nach aktuellem Stand würden bei gleichen Reinigungsleistung Einsparungen an Betriebsmitteln in der Größenordnung von 10 – 20% erreicht werden.

Damit zeigt das Projekt, dass die Kopplung von Produktion und Abwassertechnik Prozesssicherheit und Behandlungseffizienz steigern kann.

Typische Umsetzungsbarrieren für digitale Lösungen seitens eines Anlagenbauers, wie Datensicherheit bei insbesondere cloudbasierten Lösungen und Aufwand für Pflege von Messtechnik, konnte bei dieser Implementierung im Rahmen des Projekts

DynaWater4.0 umgangen werden, da alle Daten lokal verblieben und keine aufwändige Messtechnik erforderlich war.

Referenzen:

Cervantes, J., Pavlostathis, S., van Haandel, A. (2006) Advanced Biological Treatment Process for Industrial Wastewaters: Principles and Applications. IWA Publishing, London.

Dereli, R., Ersahin, M., Ozgun, H., Ozturk, I., Jeison, D., van der Zee, F., van Lier, J. (2012) Potentials of anaerobic membrane bioreactors to overcome treatment limitations induced by industrial wastewaters. Bioresour. Technol. 122, 160–170.

Dvorak, L., Gomez, M., Dolina, J., Cernin, A. (2016) Anaerobic membrane bioreactors – a mini review with emphasis on industrial wastewater treatment: Applications, limitations and perspectives. Desalination Water Treat. 57(41), 19062–19076.

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. <https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/> (zuletzt aufgerufen am 30.11.2022)

Shipp, S., Gupta, N., Lal, B., Scott, J., Weber, C., Finnin, M., Blake, M. Newsome, S., Thomas, S. (2012) Emerging global trends in advanced manufacturing. IDA Paper, USA.