

# FARBE UND LACK

12.2021 // 127. Jahrgang // [www.farbeundlack.de](http://www.farbeundlack.de)



Quelle: by-studio- stock.adobe.com

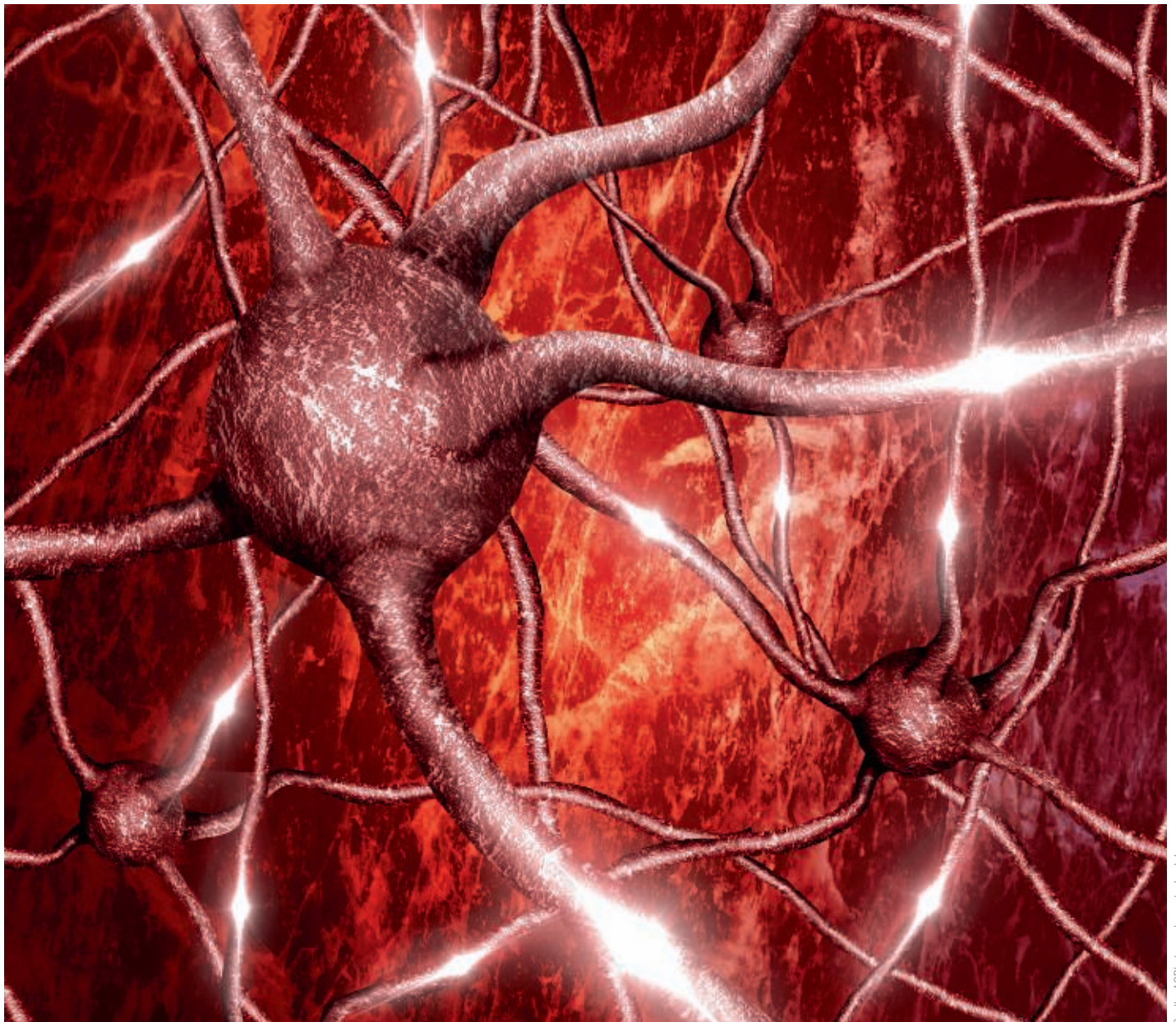
## Neue Impulse für die Anlagenreinigung

SEBASTIAN IMMEL UND NORBERT KLEIN,  
HAMMANN & HAMMANN ENGINEERING

JAN WALTHER,  
SYCOTECH



# Neue Impulse für die Anlagenreinigung



Quelle: AGPhotography – stock.adobe.com

**REINIGUNG** // DAS IMPULSSPÜLVERFAHREN STELLT HYGIENISCH EINWANDFREIE PRODUKTIONSANLAGEN AUCH BEI KONSERVIERUNGSMITTELFREIER PRODUKTION WASSERBASIERTER BESCHICHTUNGSSTOFFE SICHER. ALS PROZESSINTEGRIERTE STATIONÄRE AUSFÜHRUNG ARBEITEN SIE AUTOMATISIERT UND RESSOURCENSPPAREND.

**Sebastian Immel und Norbert Klein, Hammann & Hammann Engineering, Jan Walther, Sycotech**

**P**roduktqualität und Anwenderfreundlichkeit kommt in der Farben- und Lackbranche traditionell ein hoher Stellenwert zu. Bisher sorgten Konservierungsmittel bzw. Biozide für eine ausreichende Haltbarkeit und sichere Lagerung wasserbasierter Farben. Die seit Mai 2020 geltenden Grenzwerte für Biozide, wie Methylisothiazolinon (MIT) und Chlormethylisothiazolinon (CIT), schränken deren Einsatz als Konservierungsmittel ein. Das Ziel, konservierungsmittelfreie Produkte herzustellen, stellt enorme Anforderungen an die Rohstoffqualität und Betriebshygiene bei der Produktion. Das Impulsspülverfahren ist eine Möglichkeit, eine hygienisch einwandfreie Produktion zu gewährleisten. Mobile Reinigungsanlagen lassen sich standortunabhängig über mehrere Gebäude und Werke hinweg bei regelmäßig wiederkehrenden Reinigungsaufgaben einsetzen. Automatisierte, stationäre Reinigungsanlagen arbeiten dagegen prozessintegriert, benötigen relativ wenig Wasser und kommen insbesondere vor jedem Chargen- oder Produktwechsel zum Einsatz.

### Reinigung als Herausforderung

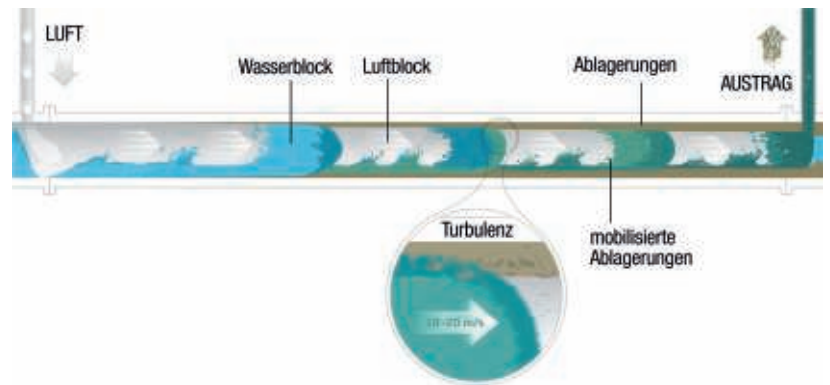
Bisher standen bei Reinigungsaufgaben in der Lack- und Farbenproduktion zwei Faktoren im Mittelpunkt: Produktkompatibilität bei Produktwechseln und Ablagerungen während der Betriebszeit. Zur Instandhaltung der Rohrleitungen kam vielfach die Molchtechnik zum Einsatz. Nicht molchbare Bereiche, wie Pumpen und Verzweigungen, wurden mit Wasser oder anderen wässrigen Medien gespült. Diese Verfahren sind jedoch nicht geeignet, um Produktreste vollständig aus den Systemen zu entfernen. Darüber hinaus fallen beim Spülen nicht unerhebliche Abwassermengen mit entsprechenden Entsorgungskosten an, und hohe Wasserentnahmen in heißen Sommermonaten sind zunehmend schwieriger zu rechtfertigen.

Produktreste in den Systemen verhärten mit der Zeit und bilden hartnäckige Ablagerungen. Der Reinigungsaufwand steigt dadurch enorm. Anlagenstillstände sind die Folge.

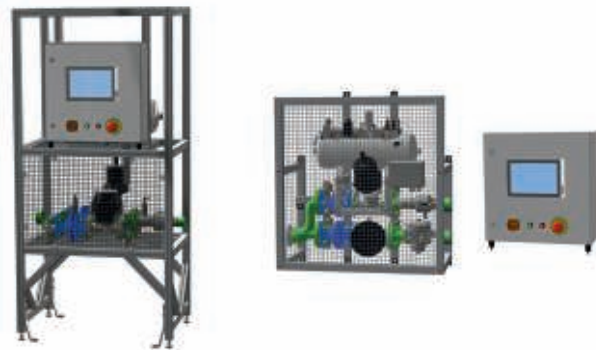
Die neuen Grenzwerte für Biozide und Konservierungsmittel stellen Anlagenbetreiber vor weitere Herausforderungen an die Betriebshygiene. Neue Konzepte für die Produktion sind unvermeidbar zumal die bisherigen Spül- und Molchverfahren an ihre Grenzen stoßen.

### Impulsspülverfahren als Problemlöser

Das Impulsspülverfahren stammt ursprünglich aus der Trinkwasserverteilung. Es sorgt



**Abb. 1 //** Schema des Impulsspülverfahrens.



**Abb. 2 //** Unterschiedliche, modulare Bauformen der SCU, links mit integrierter Steuerung, rechts Steuerung räumlich getrennt.

## Ergebnisse auf einen Blick

Gegenüber konventionellen Spül- und Reinigungsverfahren bietet das Impulsspülverfahren

- eine geometrieunabhängige Reinigung von Rohrleitungen, Verteilern, Pumpen, Filtern und Armaturen,
- verringerten Wasserbedarf und Abwassermengen sowie die Möglichkeit der Wasseraufbereitung und Ersatz von Frischwasser
- eine mobile oder stationäre Ausführung mit Prozessintegration und Automatisierung

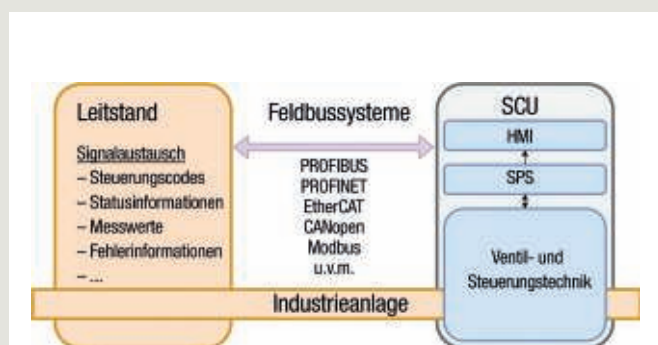


Abb. 3 // Prinzipielle Kommunikationsstruktur der SCU.



Abb. 4 // Molchstation vor und nach der Reinigung mit dem Impulsspülverfahren.

dafür, dass Rohrleitungen für das Lebensmittel Nummer Eins in einen hygienisch einwandfreien Zustand kommen und auch so bleiben. Das Impulsspülverfahren ist deshalb in entsprechenden Regelwerken verankert. Es basiert auf der gesteuerten impulsartigen Druckluftzugabe in einen gedrosselten Wasserstrom (Abb. 1). Gegenüber der Wasserspülung ergibt sich eine wesentlich verbesserte Wirksamkeit auf Grund erhöhter Wandschubspannungen. Sie liegt im Mittel 10fach bis 1000fach höher als bei einer Wasserspülung mit 3 m/s [1]. Gleichzeitig sinken der Wasserbedarf und damit das Abwasservolumen um mehr als 80 %, prozessintegriert um bis zu 95 % [2].

In der Industrie findet das Impulsspülverfahren zunehmend Anwendung in den unterschiedlichsten Bereichen. Es bietet grundsätzlich folgende Vorteile:

- geeignet für gesamte Systeme, nicht nur für Rohrleitungen
- unabhängig von Geometrie, Nennweiten und Verzweigungen
- auch geeignet für Pumpen, Armaturen und Apparate im eingebauten Zustand

Grundsätzlich ist zwischen Grundreinigung (kurativ) und Routinereinigung (präventiv) zu unterscheiden. Bei der Grundreinigung sind u.a. hartnäckige Ablagerungen zu entfernen. Während geplanter Anlagenstillstände kann die Grundreinigung als Dienstleistung erfolgen. Routinereinigungen sind dagegen Teil der Instandhaltung. Produktreste lassen sich zuverlässig entfernen, solange sie mobilisierbar und noch nicht fest sind. Dies gelingt am besten mit einer angepassten Reinigungstechnik. Je nach Anforderung eignen sich mobile oder stationäre Anlagen.

### Mobile Anlagen zur gezielten und manuellen Reinigung

Für regelmäßige Reinigungsaufgaben, die in längeren zeitlichen Abständen fällig sind, eignen sich mobile Reinigungsanlagen (Mobile „Comprex“ Unit, MCU). Ein Beispiel hierfür ist die „MCU-300“ [2], die bereits bei Herstellern für Farben und Lacke erfolgreich im Einsatz ist. Die mobile Bauart ermöglicht das Reinigen von Produktionsanlagen in mehreren Ebenen und räumlich getrennten Gebäuden. Kompakte Abmessungen und geringes Gewicht erlauben einen einfachen Transport. Die intuitiv bedienbare Touchscreen-Oberfläche erfordert geringen Schulungsaufwand für das Personal.

### Stationäre Anlagen zur vollintegrierten und automatisierten Reinigung

Im Gegensatz zur mobilen Variante bieten stationäre Reinigungsanlagen (Stationary „Comprex“ Unit, SCU) neue Möglichkeiten bei kurzen Reinigungsintervallen. Die Anlagen werden dazu in neue oder bestehende Produktionsumgebungen integriert, sodass eine automatisierte Reinigung ohne manuelle Benutzereingaben ablaufen kann. Die in die vorhandene Anlagensteuerung eingebundene SCU ermöglicht somit die prozessintegrierte Reinigung ausgehend von der übergeordneten Anlagensteuerung.

Typischerweise ist die Produktionsanlage für die Reinigung mit dem Impulsspülverfahren in geeignete Reinigungsabschnitte aufgeteilt, denen jeweils optimierte Reinigungsprogramme zugeordnet sind. Die Kommunikation zwischen SCU und Leitwarte erfolgt bidirektional: Reinigungsbefehle werden von der Leitwarte zur SCU gesendet und Messwerte von Sensoren oder Zustandsmeldungen von der SCU zur Leitwarte. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine zustandsorientierte Instandhaltung.

Je nach Aufstellungsort stehen stationäre Reinigungsanlagen in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung (Abb. 2), die sich in der Anordnung ihrer Baugruppen unterscheiden. Beispielsweise lässt sich die Baugruppe mit der Ventil- und Messtechnik von der Steuerungsbaugruppe trennen.

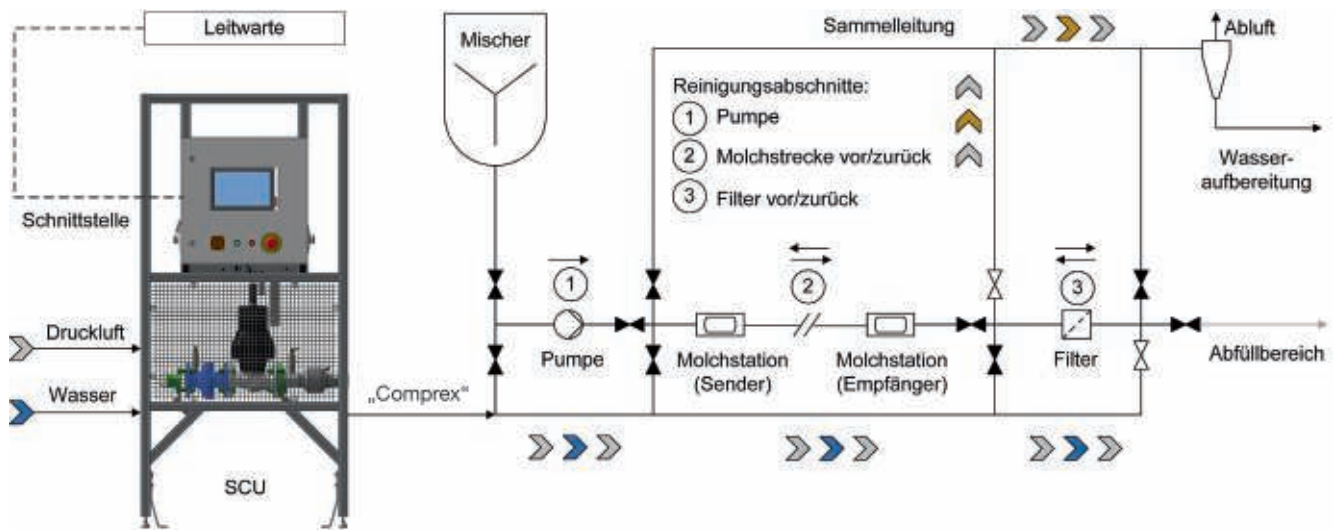
### Automatisierte Steuerung der SCU

Im Gegensatz zur mobilen Technik arbeitet die SCU vollintegriert und automatisiert. Das Verfahren ist an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst und erfordert zum Durchführen der Reinigung keine manuellen Benutzereingaben an der SCU. Für die jeweilige Produktionsanlage optimierte Reinigungsprogramme sind in einer Datenbank der Software hinterlegt und sorgen für ein reproduzierbares Reinigungsergebnis. Die SCU liefert relevante Messwerte und Statusinformationen. Das Display der SCU zeigt eine Auswahl wichtiger Parameter.

Zur Kommunikation mit der Leitwarte oder dem Leitstand kommen standardisierte Industrieschnittstellen zum Einsatz, beispielsweise Profinet, EtherCat, Profibus oder CAN-Bus (Abb. 3). Alle Parameter sowie Fehlercodes werden in Echtzeit an die Leitwarte übertragen. So ist ein Monitoring des Anlagenzustands sichergestellt. Definierte Fehlercodes dienen der schnellen Identifikation bei Unregelmäßigkeiten und Störungen, beispielsweise bei unzureichender Druckluftversorgung. Zum Beheben von Störungen ist zum schnellen Zugriff auf die SCU eine Fernwartungsmöglichkeit vom Hersteller eingerichtet. Auf diesem Weg lassen sich auch Updates der Software oder Reinigungsdatenbank vornehmen. Die Datenbank ist so ausgelegt, dass sie vom Hersteller jederzeit anpassbar und erweiterbar ist. Zum Beispiel lassen sich zusätzliche Reinigungsprogramme für neue oder geänderte Anlagenteile ergänzen.

### Anwendungsfall: Produktion von Dispersionsfarben

In Produktionsanlagen für Dispersionsfarben ist es üblich, bei einem Produktwechsel die Chargen in den Rohrleitungen durch Molche zu



**Abb. 5 //** Schematischer Aufbau der prozessintegrierten Technik durch SCU am Beispiel Filtrerrückreinigung, Schaltung der Reinigungsabschnitte und Freigabe der Reinigungsprogramme durch Leitwarte.

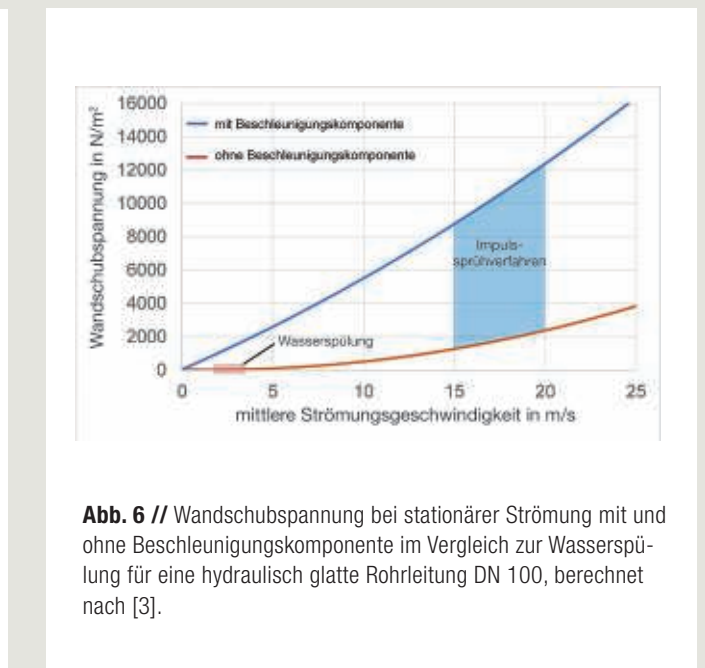
trennen. Diese bewährte Vorgehensweise hat die bereits erwähnten Nachteile.

Moderne, von Kunden zunehmend nachgefragte Produkte mit geringen Biozidgehalten erfordern äußerste Sauberkeit bei allen produktberührten Oberflächen. Das aus dem hygienisch anspruchsvollen Trinkwasserbereich stammende Impulsspülverfahren kam in den vergangenen Jahren immer häufiger in hochsensiblen Bereichen der Chemie- und Pharmaindustrie zum Einsatz. Hygiene hat also einen hohen Stellenwert. Dies gilt auch beim Einsatz in Produktionsanlagen für moderne wasserbasierte Dispersionsfarben. Sie stellen hohe Anforderungen an die Produktqualität der Rohstoffe und die Wasserbeschaffenheit sowie die Hygiene der Produktionsanlagen.

Die hochwirksame Impuls-Reinigung arbeitet mit sauberer Druckluft und benötigt bedeutend weniger Wasser als eine Wasserspülung. Dies spielt besonders dann eine Rolle, wenn das durch die Reinigung produktbelastete Wasser beispielsweise für neue Produkte wiederverwendet werden soll. Das Verfahren reinigt Systeme unabhängig von der Geometrie, denn Luft- und Wasserblöcke passen sich dieser an. Sie gelangen so auch in Verzweigungen, Verengungen und Spalten sowie in Bereiche, in denen Molche nicht wirken können, wie Pumpen oder Molchschleusen (Abb. 4).

### Grundreinigung von Bestandsanlagen

Bestandsanlagen enthalten häufig alte, verhärtete Ablagerungen. Um diese hartnäckigen Ablagerungen vollständig zu entfernen, reicht das Impulsspülverfahren allein meist nicht aus. Für diesen Anwendungsfall bietet sich eine vorgeschaltete chemische Reinigung mit speziellen Produkten an, um die Ablagerungen mobilisierbar zu machen. Temperatur und Einwirkdauer müssen auf den Einzelfall abgestimmt sein. Nach diesem Schritt entfernen die Druckluftimpulse die vorbehandelten Rückstände. Die Grundreinigung ist nur während Stillstandszeiten der Produktionsanlagen möglich. Der Aufwand, um die Anlage wieder in den Soll-



**Abb. 6 //** Wandschubspannung bei stationärer Strömung mit und ohne Beschleunigungskomponente im Vergleich zur Wasserspülung für eine hydraulisch glatte Rohrleitung DN 100, berechnet nach [3].

Zustand zu versetzen, ist vergleichsweise groß. Die Grundreinigung von Bestandsanlagen ist Voraussetzung für die prozessintegrierte Instandhaltungsreinigung.

### Prozessintegrierte Instandhaltungsreinigung

Im Gegensatz zur aufwendigen Grundreinigung benötigt die prozessintegrierte Instandhaltungsreinigung keine chemische Behandlung, wenn sie in kurzen Intervallen, beispielsweise mehrmals täglich bei



**Abb. 7 //** Teststrecke an der Versuchsanlage. Das Video hinter dem QR-Code vermittelt einen Eindruck von der Reinigungswirkung des Impulsspülverfahrens.



**Abb. 8 //** a) Molchstation, geöffnet zum Entnehmen des Molches, b) Molch nach Applikation der Dispersionsfarbe, c) Molch nach Reinigung.



**Abb. 9 //** Pumpe mit durchsichtigem Kunststoffdeckel für die Versuche nach Applikation der Dispersionsfarbe (links) und nach Reinigung (rechts). Der QR-Code führt zum entsprechenden Video der Pumpenreinigung in Echtzeit.

Produktwechsel stattfindet. Sie erfordert wenig Zeit und zieht geringen Entsorgungsaufwand für Abwasser nach sich. *Tab. 1* stellt die wesentlichen Merkmale von Grund- und Instandhaltungsreinigung gegenüber.

### Praxisbeispiele für stationäre Technik

Ein Hersteller für Dispersionsfarben betreibt mehrere Werke mit unterschiedlichen Produktionslinien von der Anlieferung der Rohstoffe bis zur Abfüllung der Endprodukte. Eine typische Produktionsanlage besteht u.a. aus Rohrleitungen, Armaturen, Filtern, Pumpen, Sieben, Verteilern in unterschiedlichen Produktionsbereichen wie Rohstofflager, Dissolver, Bindemittelager, Mischstationen oder Fertigwarenbe- reich.

Die Rohrleitungssysteme besitzen typischerweise Nennweiten im Bereich DN 50 bis DN 150. Verteiler und Armaturen sorgen dafür, dass die benötigten Rohstoffe in die vorgesehenen Mischsysteme gelangen. Die Zusammenarbeit mit dem Betreiber der Anlage ergab die optimale Positionierung der SCU sowie die sinnvolle Gestaltung der Reinigungsabschnitte. Die Stellung der Armaturen wird von der Leitwarte gesteuert und gibt die jeweiligen Reinigungsabschnitte vor (*Abb. 5*). Zur Reinigung stehen je nach Anforderung oder Zustand verschiedene Reinigungsprogramme zur Verfügung. Die Standardreinigung eines gesamten Produktionsbereiches dauert je nach Bereich zwischen 30 und 45 min. Hingegen benötigt die Eco-Reinigung in kurzen Intervallen lediglich 15 bis 20 min und stellt einen Kompromiss aus Zeit- und Wasserbedarf sowie gefordertem Reinigungsergebnis dar. Daher erfolgt nach einer festgelegten Anzahl an Eco-Reinigungszyklen jeweils die intensivere Standardreinigung. Außerdem ist die Standardreinigung bei einem Produktwechsel vorgesehen, um Produktvermischungen auszuschließen.

### Wirksamkeit und Betriebskosten

*Abb. 6* zeigt die nach [3] berechnete Wandschubspannung beim Impulsspülverfahren im Vergleich zur Wasserspülung. Dieses Verfahren beschleunigt Wasserblöcke (*Abb. 1*) in weniger als 0,1 s auf eine maximale Fließgeschwindigkeit von bis zu 20 m/s. Die daraus resultierende Beschleunigungskomponente erhöht die Wandschubspannung im Vergleich zur rein stationären Strömung enorm.

Die Betriebskosten für die Wasserspülung und das prozessintegrierte Impulsspülverfahren lassen sich am Beispiel einer 200 m langen Produktleitung DN 100 exemplarisch gegenüberstellen [3]. Für eine Wasserspülung sind drei- bis fünffache Rohrleitungsvolumina notwendig. Dies bedeutet zwischen 23.565 m<sup>3</sup>/a bis 39.275 m<sup>3</sup>/a. Bei einem Wasserpreis von 1,75 EUR/m<sup>3</sup> und einem Abwasserpreis von 2,60 EUR/m<sup>3</sup> belaufen sich die Gesamtkosten damit auf 102.508 EUR/a bis 170.846 EUR/a. Bei der prozessintegrierten Reinigung mit einer SCU reduziert sich der Wasserbedarf auf lediglich 1.224 m<sup>3</sup>/a und die Gesamtkosten entsprechend auf 9.074 EUR/a. Dies entspricht einer Ersparnis von bis zu 95 %. Der geringere Wasserbedarf und die kürzere Reinigungsdauer verringern den Ressourcenbedarf und damit die Gesamtkosten erheblich. Die Anschaffungskosten für die SCU amortisieren sich nach kurzer Zeit.

### Vorversuche im Technikum

Hammann betreibt im betriebseigenen Technikum eine Versuchsanlage, um neue Anwendungen zu erproben und das Impulsspülverfahren anzupassen, beispielsweise die Kombination mit der Molchtechnik. Dazu lassen sich an der Teststrecke entsprechende Baugruppen integrieren oder anschließen (*Abb. 7*).

*Abb. 8* demonstriert eine in die Versuchsanlage eingebaute Molchschleuse in Situationen, die an Produktrohrleitungen für Dispersionsfarben üblich sind. In *Abb. 8a* ist die Molchstation während des

Tab. 1 // Vergleich Grundreinigung und Instandhaltungsreinigung.

Parameter	Grundreinigung	Instandhaltungsreinigung
Impulsspülverfahren	Mobil	Stationär
Art der Reinigung	Durch Fachpersonal, Kombination mit Feststoffinjektion und chemischer Vorbehandlung möglich	Automatisiert und prozessintegriert
Anlagenstillstand	Unbedingt erforderlich	Nicht erforderlich
Zeit- und Personalbedarf	Anlagenspezifisch, abhängig von Anlagengeometrie und Ausmaß der Ablagerungen	Gering, wegen kurzer Reinigungsintervalle und geringer Ablagerungsbildung
Beschaffenheit der Ablagerungen	Während der Betriebszeit angesammelt, teils verhärtet	Frische Ablagerungen, nicht verhärtet
Art des Abwassers	Mit Feststoffanteil durch verhärtete Ablagerungen	Ohne verhärtete Partikel
Abwassermanagement	Abwasserentsorgung über Kläranlage	Wasserrecycling möglich

Öffnens zu sehen. Der Molch liegt auf einer Führungsschiene. Bei den Testläufen wurde Dispersionsfarbe sowohl auf den Molch als auch auf die Innenflächen der Molchkammer aufgebracht. Abb. 8b zeigt die entsprechenden Flächen nach der Applikation der Dispersionsfarbe und Abb. 8c nach der Reinigung. Diese Versuche wurden mit unterschiedlichen Dispersionsfarben des Kunden durchgeführt. Für Versuche an einer Drehkolbenpumpe

wurde eine transparente Gehäuseabdeckung angebracht. Dadurch war es möglich, den Reinigungsfortschritt und schließlich die Wirksamkeit der Reinigung zu verfolgen und zu beurteilen. Abb. 9 zeigt den Zustand des Pumpeninneren vor und nach der Reinigung. Die Untersuchungen im Technikum hatten insbesondere das Ziel, die Eignung der Impulstechnik zur Reinigung komplexer Geometrien an Komponenten von Produk-

tionsanlagen für unterschiedliche Dispersionsfarben nachzuweisen. Darüber hinaus lieferten die Versuche Einstellungsparameter für Testläufe vor Ort und schließlich für die prozessintegrierte SCU. Diese unterscheiden sich je nach Reinigungsabschnitt oder Anlagenkomponente.

**Literatur**

- [1] CFD Simulationen: Universität Duisburg-Essen (Lehrstuhl für Mechanik und Robotik – Prof. Dr.-Ing. Wojciech Kowalczyk), <https://comprex.de/wp-content/uploads/2014/02/Forschung-Comprex-Verfahren-CFD-Simulationen.pdf>
- [2] Website über mobile Comprex-Units, Beispiel MCU-300 <https://hammann-engineering.de/mcu-300/>
- [3] Betriebskostenrechnung für Wasserspülung und stationäre, prozessintegrierte Comprex-Reinigung – Fallbeispiel Produktleitung, [http://hammann-engineering.de/wp-content/uploads/2021/07/2021-07-26\\_Kostenrechnung\\_Fallbeispiel\\_Produktleitung\\_DN100\\_200m.pdf](http://hammann-engineering.de/wp-content/uploads/2021/07/2021-07-26_Kostenrechnung_Fallbeispiel_Produktleitung_DN100_200m.pdf)
- [4] Entwicklung von Methoden zur Selektion effizienter Spülregime für unterbelastete Sektoren in bestehenden Wasserversorgungsnetzen zur Vermeidung der Rostwasserbildung, Abschlussbericht DVGW – Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Außenstelle Dresden, Projektnummer 02 WT 0077, 29. März 2004

**Kontakt // s.immel@hammann-engineering.de**

**SEBASTIAN IMMEL**

studierte Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und beschäftigt sich seit 2013 mit der Weiterentwicklung und Anwendung der mechanischen Comprex-Reinigung von Hammann. Als Prokurist ist er bei Hammann Engineering für die Entwicklung, Konzeption und Fertigung mobiler und stationärer „Comprex“-Units verantwortlich.



**DR. NORBERT KLEIN**

ist Diplom-Chemiker und seit 2008 bei Hammann für den Bereich Forschung & Entwicklung sowie Innovation verantwortlich. Zum Tätigkeitsfeld gehören Leitung von Forschungsprojekten, Publikationen, Präsentationen, Gremienarbeit und Beratungen.



**JAN WALTHER**

wechselte schon während des Informatikstudiums in die freie Wirtschaft und beschäftigt sich seit 2006 mit der Automationstechnik. Als Geschäftsführer der 2019 gegründeten Sycotech bietet er mit seinem Team ganzheitliche Betreuung von Anlagen und Maschinen an: Software- und Hardware-Konzeption, Entwicklung, Fertigung, Implementieren in Produktionsanlagen sowie Wartungs- und Servicekonzepte.



Mehr zum Thema!



**112 Ergebnisse für Konservierung!**  
Jetzt testen: [www.farbeundlack.de/360](http://www.farbeundlack.de/360)