

1/2010

ISSN 0934-934 X · K 30285 F  
VULKAN-VERLAG ESSEN

SONDERAUSGABE  
Anlagenbau und  
Kraftwerkstechnik

# 3R

Zeitschrift für die Rohrleitungspraxis

## **Impulsspülverfahren für Industrieanwendungen** The pulse-flushing method for industrial applications

Dr. N. Klein

Sonderdruck aus „3R international“, 49. Jahrgang · Sonderausgabe · 1/2010, Seiten 34–40

VULKAN-VERLAG · HUYSSENALLEE 52-56 · 45128 ESSEN

# Impulsspülverfahren für Industrieanwendungen

## The pulse-flushing method for industrial applications

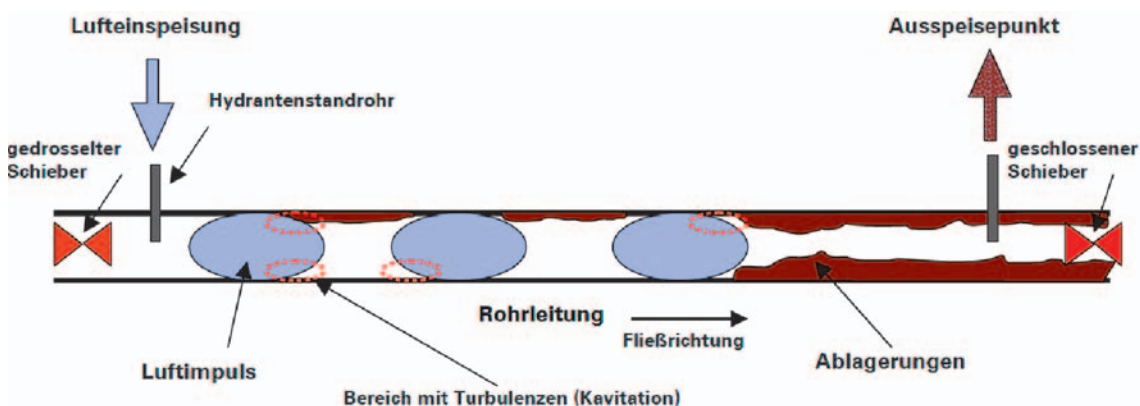
Von Dr. N. Klein

Das patentierte Impulsspülverfahren hat sich seit über zehn Jahren bei der Reinigung öffentlicher Trinkwasserverteilungsnetze bewährt. Fa. Hammann GmbH hat dieses Verfahren zum Comprex®-Verfahren für weitere Anwendungen weiterentwickelt. So lassen sich Rohwasserleitungen wirksam reinigen und ertüchtigen. Selbst große Rohrleitungen bis Nennweite DN 1200 werden mit Erfolg von Ablagerungen befreit. Ein anderes Anwendungsgebiet sind Abwasserdruckleitungen. Während des Betriebs entfernen Luftmolche störende Ablagerungen und geben den Leitungen den ursprünglichen Querschnitt zurück. Jüngste Entwicklungen sind kleine Comprex®-Anlagen. Diese können entweder mobil oder auch stationär zum Einsatz kommen und zum Reinigen von dünnen Endoskop-Schläuchen, Leitungen in medizinischen Geräten oder Leitungen und Anlagen in der Landwirtschaft, wie z. B. Tränkleitungen in der Viehzucht dienen. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind Rohrleitungen und Wärmeübertrager in Industrieanlagen. Hier sind die Aufgaben des Comprex®-Verfahrens vielfältig. Dieser Beitrag soll über die neuen Möglichkeiten, die dieses Verfahren im industriellen Bereich bietet, informieren.

The patented pulse-flushing method has now proven its capabilities in cleaning of public drinking-water systems across a period of more than ten years. To permit further applications, Hammann GmbH has refined this method into the Comprex® technique. Raw-water lines can, for example, also be effectively cleaned and rehabilitated; even large-diameter pipelines, up to DN 1200 nominal diameter, are successfully freed of depositions. A further field of application includes waste-water pressure lines. Pneumatic pigs remove disruptive depositions during operation, restoring the pipelines' original cross-section. Mini Comprex® systems are the latest development; these can be used either as mobile or as stationary units. Their applications include the cleaning of thin endoscope tubes, pipes and tubes in medical devices, and pipes and complete systems in agriculture, including liquid feed lines in cattle rearing. A further application covers pipelines and heat exchanger arrangements in industrial plants; the tasks involved here are many and diverse. This article provides information on the new potentials provided in industry by the Comprex® technique.

### Ein modernes und effizientes Reinigungsverfahren

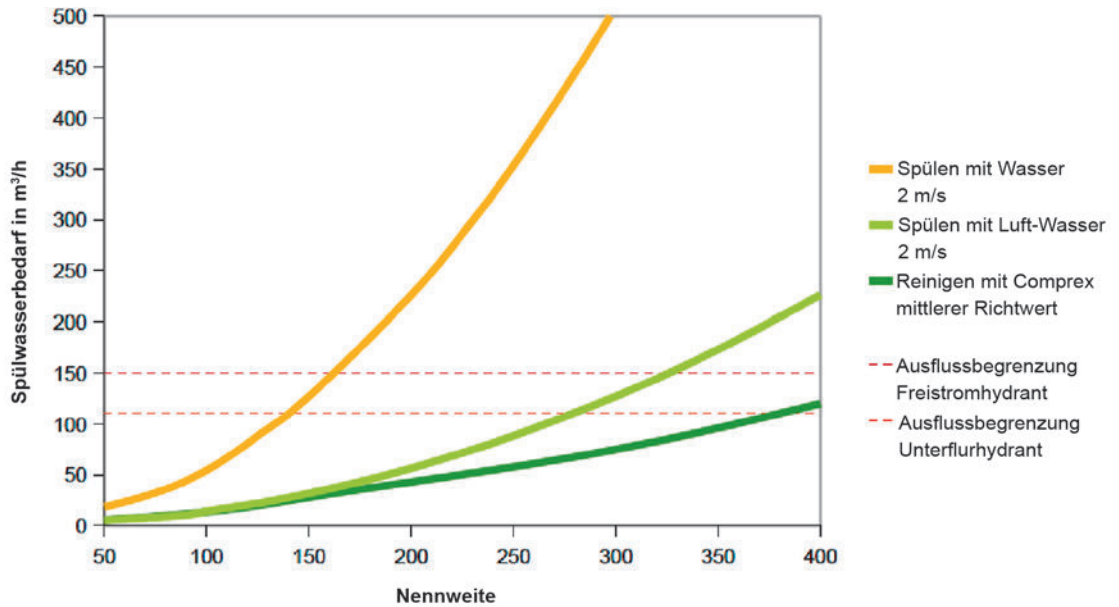
Das Comprex-Verfahren [1] basiert auf einer kontrollierten, impulsartigen Zugabe komprimierter, reiner Luft innerhalb eines definierten, druckreduzierten Spülabschnitts. **Bild 1** stellt schematisch die Comprex®-Reinigung an einem Rohrleitungsabschnitt dar. Gemäß Spülprogramm bilden sich Luftblasen definierter Größe. Sie füllen den gesamten Rohrquerschnitt aus und bewegen sich als Luftblöcke im Wechsel mit Wasser durch den Spülabschnitt. Die Reinigung findet an den Grenzflächen der Luftblasen zu Wasser und Rohrwand statt. Dort kommt es zu turbulenten Verwirbelungen bei Fließgeschwindigkeiten von über 10 m/s. Lokale Kavitationserscheinungen bewirken das Ablösen aller mobilisierbaren Ablagerungen von den Rohrwänden. Die Luftblöcke im Wasserstrom stellen den Austrag der abgelösten Stoffe sicher. Das Comprex®-Verfahren hält den Impulsdruck unterhalb des Rohrnetzruhedrucks, um das Rohrsystem keinen höheren Druckbelastungen als im normalen Betrieb auszusetzen. Beschädigungen sind dadurch praktisch ausgeschlossen.



**Bild 1:** Schematische Darstellung des Impulsspülverfahrens Comprex®  
**Fig. 1:** Schematic view of the pulse-flushing method

**Bild 2:** Spülwasserbedarf beim Spülen und Ausflussbegrenzung durch Unterflurhydrant

**Fig. 2:** Flushing-water requirement for flushing and outflow limitation by means of underground hydrant



Luftmolche passen sich jeder Geometrie an und bleiben nicht stecken, so dass sich auch komplexe Netze mit unterschiedlichen Nennweiten und Verzweigungen reinigen lassen. Vorhandene Zu- und Ausgänge lassen sich für die Reinigungsmaßnahme nutzen. Zum Einspeisen der Luft genügen Adapter auf standardmäßige Anschlüsse.

Gereinigt wird häufig mit dem Wasser, das die Anlage durchfließt. Im Falle von Trinkwasserleitungen dient immer hygienisch einwandfreies Trinkwasser zum Spülen. Bei Verwendung von Nicht-Trinkwasser – beispielsweise bei der Reinigung von Brauchwasser-führenden Leitungen oder Brunnenleitungen mit Kühlkreisläufen – verhindern Hygieneschleusen den Kontakt mit den hochwertigen Complex-Einheiten.

Der Vorteil gegenüber der Wasserspülung ist hohe Effizienz bei geringem Wasserbedarf, **Bild 2**. Basierend auf dem niedrigen Wasserbedarf werden Nebeneffekte wie Trübungen oder Druckabfall im benachbarten Netz ver-

mieden. Durch Kombination mehrerer Com-  
plex-Einheiten lassen sich Rohrleitungen bis  
DN 1200 reinigen, **Bild 3**. In Rohrleitungen  
großer Nennweiten ist wegen des Wasserbedarfs  
die Reinigung oft nur mit dem Com-  
plex-Verfahren möglich. Die Reinigung ist aber so  
wirkungsvoll, dass Desinfektionsmaßnahmen  
häufig entbehrlich sind.

Complex lässt sich mit weiteren Verfahren  
kombinieren. So ist es möglich, die Reini-  
gungsleistung bei hartnäckigen Verunrei-

gungen durch Zudosieren von Feststoffen,  
z. B. Eisstücken, zu erhöhen.

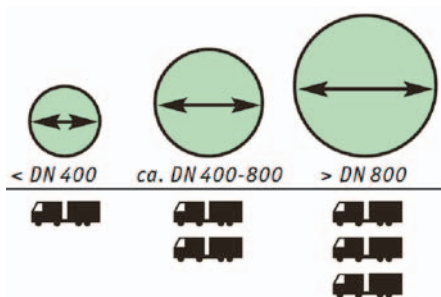
### Standardanwendungen

Die Hauptanwendung des Complex®-  
Verfahrens ist die Rohrnetzspülung [2]. Sie  
dient der Wartung der Rohrleitungen und  
sorgt für saubere Verteilungsnetze. Mit mög-  
lichst wenig Wasser lassen sich so nicht nur  
die Rohrleitungen gründlich reinigen, sondern  
auch nach der Inspektion von Schiebern und

**Tab. 1:** Überwiegend vorhandene Ablagerungen und Beeinträchtigungen bei Rohrleitungen und Wärmeübertra-  
gern

**Table 1:** Depositions and impairments primarily present in pipelines and heat exchange systems

Anwendungen	Ablagerungen	Beeinträchtigung
Trinkwasserleitungen	Biofilme Korrosionsprodukte	Verkeimung, Hygiene, Hydraulik, Pump-Energie, Wasserbeschaffenheit
Rohrleitungen für Brunnenwasser oder Rohwasser	Reaktionsprodukte wie Eisen- und Manganschlamm	Hydraulik, Pump-Energie
Rohrleitungen für Flusswasser oder Brauchwasser	Biofilme Absetzen von Partikeln	Hydraulik, Pump-Energie
Rohrleitungen und Wärmeübertrager in geschlossenen Kühlkreisläufen	Korrosionsprodukte	Hydraulik, Pump-Energie Wärmeübergang
Rohrleitungen und Wärmeübertrager in offenen Kühlkreisläufen zu Kühltürmen	Absetzen von Partikeln Korrosionsprodukte Biofilme	Hydraulik, Wärmeübergang, Immission von Mikroorganismen
Abwasserdruckleitungen	Absetzen von Partikeln Sielhaut	Hydraulik, Pump-Energie
Feuerlöschleitungen	Verstopfungen durch abgelöste Partikel / Korrosionsprodukte	Brandschutz, Sicherheit
Produkt- oder Prozesswasserlei- tungen	Reaktionsprodukte Kristallisationsprodukte Korrosionsprodukte Absetzen von Partikeln	Hydraulik, Pump-Energie Wärmeübergang



**Bild 3:** Benötigte Technischeinheiten zum Reinigen von Rohrleitungen mittlerer und großer Nennweiten mit dem Compress®-Verfahren

**Fig. 3:** Examples of the use of the Compress® technique for cleaning of industrial pipelines

**Tab. 2:** Beispiele zum Einsatz des Comprex®-Verfahrens zur Reinigung von Rohrleitungen im industriellen Bereich

**Table 2:** Examples of the use of the Comprex® procedure for cleaning of industrial pipelines

Rohrleitungen für	Problemstellung Beeinträchtigung durch	Auswirkungen Beeinträchtigung von	Problemlösung Austrag von
Brunnenwasser	Querschnittsverengung, Trübung bei erhöhtem Durchfluss	Durchfluss, Pumpenleistung, Energiebedarf	Eisen- und Manganschlamm
Kühlwasser im geschlossenen Kreislauf	Korrosionsprodukte	Durchfluss, Wärmeübergang an Wärmeüberträgern	Korrosionsprodukten
Kühlwasser im offenen Kreislauf	Querschnittsverengung, Immission von Mikroorganismen	Durchfluss, Funktion des Kühlturms	Schlamm Biofilmen
Flusswasser	Querschnittsverengung, zeitweises Mobilisieren von Ablagerungen	Durchfluss, Funktion nachgeschalteter Aggregate	Schlamm Biofilmen Schalentieren
Prozesswasser	Querschnittsverengung, zeitweises Mobilisieren von Ablagerungen	Durchfluss, Produktqualität	Schlamm Biofilmen
Feuerlöschwasser	Korrosionsprodukte, zeitweises Mobilisieren von Ablagerungen	Durchfluss, Funktion der Armaturen, Sicherheit im Brandfall	Korrosionsprodukten

Hydranten schwer gängige Armaturen wie auch nicht funktionierende Schieber rehabilitieren.

In den letzten Jahren gewinnt die Reinigung von Trinkwasserleitungen in Gebäuden mittels Comprex®-Verfahren [3] immer mehr an Bedeutung, weil besonders im Zusammenhang mit der Legionellen-Problematik ein wirksames Verfahren notwendig ist, um Ablagerungen und Biofilm auszutragen. Bei der systematischen Reinigung werden Kalt- und Warmwasserstränge einzeln gespült. Das Comprex®-Verfahren hat sich bewährt. Es erweitert vor einer Sanierung das Zeitfenster zwischen den Reinigungsmaßnahmen und

schafft nach der Sanierung der Trinkwasserinstallation nachhaltig hygienisch einwandfreie Verhältnisse.

### Anwendungen im industriellen Bereich

Die Standardanwendungen des Comprex®-Verfahrens kommen auch bei der Wasserversorgung und -verteilung im industriellen Bereich zum Einsatz. Darüber hinaus eröffnen sich neue interessante Möglichkeiten im Industriebereich [4], wobei das Verfahren entscheidende Vorteile bietet. Luftmolche passen sich auch komplexen Geometrien an. Im Gegensatz zu anderen Verfahren lassen sich

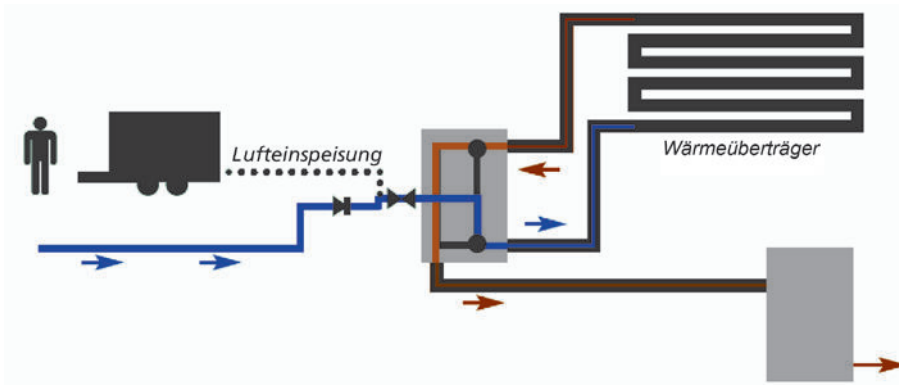
Anlagen ohne zeitaufwändige Demontage- und Montagearbeiten reinigen und dadurch Arbeitsaufwand sowie Stillstandszeiten reduzieren. Die Reinigung erfolgt mechanisch und normalerweise ohne Chemikalien. Dadurch lassen sich die ausgetragenen Ablagerungen bei Bedarf einfach – beispielsweise durch Dekantation – abtrennen und entsorgen. **Table 1** informiert über die meist vorkommenden Ablagerungen und Beeinträchtigungen bei Rohrleitungen und Wärmeüberträgern. **Table 2** gibt Beispiele für Problemlösungen durch das Comprex®-Verfahren im industriellen Bereich.

Während Rohrleitungen für mehrere bar Druck ausgelegt sind, liegen die Belastungsgrenzen von Wärmeüberträgern wegen der großen Oberfläche zum Wärmeübergang häufig nur bei wenigen bar Druck. Deshalb müssen Reinigungsverfahren auch bei diesen geringen Druckverhältnissen wirksam sein.

Jüngste Untersuchungen zeigen, dass sich durch neue Komponenten und Steuerungen ein Druckverlauf mit Spitzen im Unterdruckbereich realisieren lässt. Wellen von Impulsen im Druckbereich über und unter dem Spüldruck, aber immer unterhalb des für die Anlage zulässigen Maximaldrucks, mobilisieren Ablagerungen auch aus schlecht durchströmten Bereichen. Diese Erkenntnisse münden in neue Entwicklungen zum Reinigen komplexer Anlagen, beispielsweise von Wärmeüberträgern mit dazugehörigen Rohrleitungen.

Im Gegensatz zu Rohrleitungen lassen sich Wärmeübertrager nicht kalibrieren. Deshalb war es notwendig, spezielle Spülprogramme zu entwickeln. Abgestimmt auf die jeweilige Anlage ist so möglich, Wärmeübertrager sowohl auf der Seite des Mediums als auch auf der Seite des Wärmeträgers effizient zu reinigen. Dazu sind lediglich Adapteranschlüsse am Ein- und Ausgang notwendig (**Bild 4**). Andere kosten- und zeitaufwändige Trennstellen können entfallen, ebenso die anschließenden Dichtheitsprüfungen des Systems. Ein- und Ausgang liegen bei Wärmeüberträgern nicht weit auseinander. Deshalb hat es sich als vorteilhaft erwiesen, über eine Umschaltstation (**Bild 4**) abwechselnd in und gegen die Fließrichtung zu spülen.

Zum Verdeutlichen der neuen Anwendungsbereiche des Comprex®-Verfahrens dienen folgende Beispiele. Nach der Schilderung konkreter Problemstellungen zeigen Maßnahmen, wie das Verfahren wirkungsvoll zum Reinigen von Wärmeüberträgern einsetzbar ist. Dabei ergeben sich immer neue Anwendungsfelder des Comprex®-Verfahrens im industriellen Bereich. Die hier geschilderten Beispiele zeigen den derzeitigen Stand und sollen Anregungen für weitere Einsatzmöglichkeiten sein.



**Bild 4:** Schema zum Reinigen eines Wärmeüberträgers mittels Comprex®-Verfahren über eine Umschaltstation  
**Fig. 4:**

## Beispiel 1: Rohrleitungen für Brunnenwasser

### Problemstellung

Brunnenwasser lässt sich mit Rohwasser, das zu Trinkwasser aufbereitet wird, vergleichen. Beide Wasserarten enthalten häufig erhöhte Gehalte an Eisen und Mangan. Diese Elemente liegen im Wasser in der reduzierten Form gelöst als zweiwertige Ionen vor [5].

Bei der Wasseraufbereitung von Rohwasser werden diese Ionen mit Luftsauerstoff oxidiert, als unlösliche Hydroxide ausgefällt und über Filter entfernt. Sind die Filter beladen und der Durchfluss nicht mehr ausreichend, ist es notwendig, die Filter rückzuspülen und zu regenerieren.

Je nach Betriebsweise und Art des Rohwassers kann es vorkommen, dass bei der Wassergewinnung Spuren von Sauerstoff eingetragen werden. Somit finden die Oxidation der zweiwertigen Ionen und die Ausfällung der entstandenen schwerlöslichen Eisen- oder Manganverbindungen schon vor der Wasseraufbereitung statt. Bekannt sind Verkürzungen von Brunnen, die in regelmäßigen Zeitabständen zu regenerieren sind. Weniger beachtet sind diese Ablagerungen in den Rohrleitungen. Die Ablagerungen entstehen unabhängig vom Rohrwerkstoff (**Bild 5** und **Bild 6**) und wirken sich vorwiegend auf zwei Arten nachteilig aus:

- Querschnittsverengung: Ablagerungen vermindern den Querschnitt der Rohrleitung; die Rohrleitung wächst zu.
- Trübung bei erhöhtem Durchfluss: Ablagerungen beeinträchtigen die Wasserbeschaffenheit bei großem Wasserbedarf und erhöhten Fließgeschwindigkeiten durch Trübung.

### Maßnahmen

Gegenüber der konventionellen Molch-Technik [5] besticht das Complex®-Verfahren durch seine Einfachheit. Basierend auf Rohrleitungsparametern lässt sich gereinigte Luft leicht über Anschlüsse beispielsweise an vorhandenen Be- und Entlüftungsöffnungen zugeben. Die Computer-unterstützt hergestellten Luftmolche passen sich dem Rohrleitungsquerschnitt an – auch bei Nennweitenänderungen – und bleiben nicht stecken. Bei geringem Spülwasserbedarf erhält die Rohrleitung nach kurzer Reinigungsdauer ihre geplante Kapazität zurück (**Bild 7**). Das Verfahren arbeitet dabei wirtschaftlich, effektiv und nachhaltig.

## Beispiel 2: Kühlwasserleitung in geschlossenem Kreislauf

### Problemstellung

Kühlkreisläufe enthalten häufig Bauteile aus verschiedenen Werkstoffen. Während die Hauptleitungen in größeren Nennweiten vor-

wiegend aus geschweißten Stahlrohren bestehen, sind in den Verteilungsleitungen Bauteile aus anderen Werkstoffen zu finden beispielsweise Rohre aus nichtrostendem Stahl oder Kupfer, Armaturen aus Messing oder Rotguss. Die Wärmeübertrager bestehen normalerweise aus nichtrostendem Stahl.

Das Kühlwasser in industriellen Kühlkreisläufen ist oft aufbereitetes Brunnenwasser und enthält Korrosionsinhibitoren. Die Temperaturen sind je nach Anwendung unterschiedlich, liegen häufig jedoch zwischen 10 und 30 °C. Der Druck lässt sich über Ausgleichsgefäße konstant halten. Bei Bedarf wird aufbereitetes Wasser nachgespeist. Zur Kontrolle dient vielerorts die Überwachung wichtiger Parameter wie Temperatur, Druck und Durchfluss an Maschinen und anderen wichtigen Stellen.

Hinsichtlich des Verhaltens der Werkstoffe gegenüber dem Kühlwasser sind geschlossene Kühlkreisläufe mit dem Heizungskreislauf in Gebäuden vergleichbar. Während der Betriebszeit bilden sich Korrosionsprodukte. Das Wasser in Stahlleitungen ist oft grünlich oder enthält schwarze Trübstoffe bedingt durch zweiwertige Eisenionen. Nach der Entnahme von Wasserproben ändert sich die Farbe bei Kontakt mit der Luft. Die zweiwertigen Eisenionen oxidieren zu braunen dreiwertigen und schwerlöslichen Eisenverbindungen.

In den Kühlkreisläufen können Korrosionsprodukte die Funktion beeinträchtigen. Als Ablagerungen auf den Wärmeübertragern schränken sie den Wärmeübergang ein und als Pfropfen verstopfen sie kritische Zuleitungen. Filter helfen wenig weiter. Sie erniedrigen mit der Beladung den Volumenstrom und sind in geschlossenen Kreisläufen schwierig zu reinigen.

### Maßnahmen

Korrosion lässt sich in geschlossenen Kühlkreisläufen nicht vollständig vermeiden, die Vorgänge aber durch Maßnahmen bedeutend reduzieren. So vermindern bestimmte Aufbereitungsstoffe mit biozider Wirkung die mikrobiologische Korrosion. Verwenden von gasdichten Werkstoffen in Bauteilen und Verbindungen erniedrigt die Korrosionsrate infolge von Sauerstoffpermeation. Kritisch zu betrachten sind bestimmte Kunststoffteile, Gummidichtungen oder Gummischläuche.

Da in der Praxis die Beeinträchtigung durch Korrosionsprodukte nicht auszuschließen ist, dienen Reinigungsmaßnahmen der Wartung und ggf. der Ertüchtigung der Kühlwasserleitungen. Das Complex®-Verfahren hat sich bei dieser Anwendung bewährt und ermöglicht die Reinigung in festgelegten Zeitabständen beispielsweise während Wartungsarbeiten an den Aggregaten oder auch bei Bedarf, wobei durch Kontrolle von Temperatur, Druck und Durchfluss die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Reinigungsmaßnahme erkennbar sind.



**Bild 5:** Eisenschlamm in Kunststoffrohrleitung  
**Fig. 5:** Iron sludge in a plastic pipeline



**Bild 6:** Manganschlamm in Rohrleitung aus nichtrostendem Stahl  
**Fig. 6:** Manganese sludge in a stainless steel pipeline



**Bild 7:** Eisenschlamm, Austrag aus Brunnenleitung während der Complex-Reinigung  
**Fig. 7:** Iron sludge, carried over from a well line, and following separation of flushing water



**Bild 8:** Mittels Complex®-Verfahren aus Flusswasserleitungen entfernte Muschelschalen

**Fig. 8:** Mussel shells removed from river-water lines using the Complex® method

Mittels Complex®-Verfahren lassen sich zunächst die Hauptleitungen und anschließend die Verteilungsleitungen schnell und wirkungsvoll reinigen. Schließlich ist auch möglich, die Wärmeübertrager zu reinigen. Für diese Anwendungen dienen abgestimmte Spülprogramme. Bei Bedarf werden Arbeitsanweisungen erstellt.

Probenahmen während der Spülung geben Aufschluss über die Art und Menge der Trübstoffe und Ablagerungen. Weitergehende Untersuchungen der Proben haben das Ziel, ihre Zusammensetzung zu ermitteln und Hinweise auf erforderliche Wasserbehandlungs- oder Sanierungsmaßnahmen zu erhalten.

### Beispiel 3: Kühlwasserleitung in offenem Kreislauf

#### Problemstellung

Im Gegensatz zu geschlossenen Kühlkreisläufen ermöglichen Kühltürme in offenen Kreisläufen den Eintrag von Luftsauerstoff, Staub und anderen Partikeln. Die Folgen sind Korrosion und Vermehrung von Mikroorganismen. Schließlich beeinträchtigen Ablagerungen und Biofilme die Funktion der Anlagen sowie die Immission von Mikroorganismen in die Umgebung.

#### Maßnahmen

Wie bei den geschlossenen Kühlkreisläufen lassen sich auch hier die Vorgänge nicht vollständig vermeiden. Sie lassen sich zwar durch Behandlungsmaßnahmen bedeutend reduzieren und durch moderne Analyseverfahren z. B. auf Basis der Biolumineszenz kontrollieren [6], die Reinigungsmaßnahmen sind zu gegebener Zeit aber notwendig. Während bei diesen Maßnahmen die Kühltürme zugänglich sind, erfordern die Rohrleitungen andere Reinigungsstrategien. Das Complex®-Verfahren bietet hier entscheidende Vorteile. So lassen sich neben dem Mobilisieren und Austragen der Ablagerungen und Biofilme

aus den Zu- und Rückleitungen zum Kühlturm auch schlecht durchströmte Bereiche beispielsweise an Absperrarmaturen reinigen. Die Luftmolche bleiben in den Rohrleitungen nicht stecken. Die mitgerissenen Feststoffe lassen sich auffangen, die Mikroorganismen aus der Abluft durch Filtern zurückhalten und sachgerecht entsorgen.

### Beispiel 4: Flusswasserleitung

#### Problemstellung

Flusswasser dient verschiedenen industriellen Zwecken. Zur Anwendung wird es in Rohrleitungen aus unterschiedlichen Werkstoffen transportiert. Dabei lagern sich mit der Zeit Inhaltsstoffe des Flusswassers in den Rohrleitungen ab. Dazu gehören nicht nur Trübstoffe sondern auch Mikroorganismen und Schalentiere. Die Ablagerungen bestehen also nicht nur aus Sedimenten und Biofilm, sondern können beispielsweise auch mehr oder weniger fest an der Innenwand der Rohrleitung haftende Muschelschalen enthalten. Da vielfach die Besiedlung nicht zu unterbinden ist, müssen Reinigungsmaßnahmen den ursprünglichen Rohrleitungsquerschnitt wieder herstellen.

#### Maßnahmen

Die Reinigung von Flusswasserleitungen ist ein interessanter Anwendungsfall für das Complex®-Verfahren. Typischerweise werden schlammartige Ablagerungen, in bestimmten Fällen aber auch Muschelschalen ausgetragen. **Bild 8** zeigt Muschelschalen, die mittels Complex® aus Flusswasserleitungen entfernt wurden.

Je nach Wasserbedarf können Flusswasserleitungen mittlere bis große Nennweiten aufweisen. Zur Reinigung mittels Impulsspültechnik sind große Luftmengen erforderlich. Die Kombination von zwei oder drei Technischeinheiten ist notwendig, um diese Luftmengen bereit zu stellen, worüber Bild 3 schematisch infor-

miert. Das Synchronisieren der Technischeinheiten ermöglicht, große Luftblasen in der Rohrleitung zu erzeugen, so dass sich große Rohrleitungen auch über längere Strecken reinigen lassen.

Gegenüber anderen Reinigungsverfahren ist auch hier die Einfachheit des Complex®-Verfahrens vorteilhaft. Es sind keine Öffnungen für Reinigungsgeräte notwendig. Be- oder Entlüftungseinrichtungen, Hydranten oder andere vorhandene Armaturen beispielsweise an Abzweigen genügen, um die Druckluft einzuspeisen. Die bei Rohwasserleitungen erprobte Spültechnik lässt sich auch auf Flusswasserleitungen übertragen.

### Beispiel 5: Prozesswasserleitung

#### Problemstellung

Im industriellen Bereich sind vielfach Rohrleitungen anzutreffen, die wässrige Lösungen oder Suspensionen transportieren. Die Betriebsweise ist häufig intermittierend, so dass sich während der Stagnationsphasen Stoffe absetzen können. Diese Situation ist vergleichbar mit derjenigen bei Abwasserdruckleitungen. Beispielsweise seien hier Schlammleitungen oder Rohrleitungen für belastetes Prozesswasser genannt. Vielfach transportieren diese Rohrleitungen das Prozesswasser zur Aufbereitung. Ablagerungen führen zur Querschnittsverengung, deren Auswirkungen beim oben genannten Beispiel 1 ausgeführt sind.

Ein weiteres Beispiel für Prozesswasserleitungen sind Rohrleitungen in Lackierstraßen. Dort kommen immer häufiger Wasser-basierend Beschichtungsstoffe zum Einsatz. Als Lösemittel dient vollentsalztes Wasser (VE-Wasser). Nachteilig ist das Verkeimungspotenzial bei dieser Verfahrensweise. Die Verkeimung lässt sich zwar durch Biozide bedeutend reduzieren und durch moderne Analyseverfahren z. B. auf Basis der Biolumineszenz kontrollieren [6], aber nicht vollständig ausschließen. Es bilden sich auf den Rohrleitungsinnenflächen Biofilme. Erreichen sie ein bestimmtes Ausmaß, so können sich Teile davon ablösen und auf die lackierten Oberflächen gelangen. Die Folgen sind Reklamationen wegen nicht einwandfreier Oberflächenbeschaffenheit.

#### Maßnahmen

Bei Prozesswasserleitungen lässt sich das Complex®-Verfahren sowohl zur Grundreinigung als auch neuerdings stationär zur Prophylaxe einsetzen. In vielen Fällen kommt das Prozesswasser anstatt des teuren Trinkwassers zum Einsatz analog der Complex®-Reinigung von Abwasserdruckleitungen mit Abwasser. Ist eine Wasseraufbereitungs- oder Kläranlage vorhanden, so lässt sich die Reinigung häufig während des Betriebs durchführen.

## Beispiel 6: Feuerlöschleitungen und Sprinkleranlagen

### Problemstellung

Viele Feuerlöschleitungen bestehen aus Stahlrohren und sind ständig mit Wasser gefüllt. Bedingt durch die Betriebsweise stagniert das Wasser lange Zeit in den Leitungen. Dabei bilden sich Ablagerungen. Sie können sich im Brandfall mobilisieren und die Auslaufarmaturen und Düsen beeinträchtigen. Vor allem Sprinkleranlagen oder Notduschen in Laborgebäuden können dadurch ihre Funktion einbüßen oder im schlimmsten Fall versagen. Deshalb ist es erforderlich, Feuerlöschleitungen und -anlagen regelmäßig zu warten. Die übliche Wasserspülung mobilisiert zwar Partikel, die im Brandfall zu Störungen führen können, dies aber nicht nur in der Feuerlöschleitung sondern auch im vorgeschalteten Netz. Das Wasser bleibt über einen längeren Zeitraum trüb. Dieser Effekt ist auch in Trinkwassernetzen bekannt, wenn bei Bedarf große Wassermengen entnommen werden.

### Maßnahmen

Das Comprex®-Verfahren bietet wesentliche Vorteile bei der schonenden, aber nachhaltigen Reinigung der Feuerlöschleitung und -anlagen. Zunächst ist nur ein geringer Wasserbedarf zur Impulsspülung notwendig (Bild 2). Verwirbelungen und kurzzeitig auch Kavitation mobilisieren Ablagerungen lediglich im zu spülenden Rohrleitungsabschnitt und nicht im vorgeschalteten Netz. Die Verhältnisse entsprechen Fließgeschwindigkeiten von etwa 15 m/s. Sie sind also wesentlich effektiver als Wasserspülungen von 2 m/s bis 3 m/s, begrenzt durch den Ausfluss über den Spülhydranten (Bild 2).

## Beispiel 7: Rohrwärmeübertrager

### Problemstellung

Rohrwärmeübertrager dienen in der chemischen Industrie als Reaktoren. Bestimmte Reaktionen laufen erst bei einigen hundert Grad ab. Zur Wärmezufuhr dient Dampf, der über das Mantelrohr des Rohrwärmeübertragers geleitet die Reaktion der Reaktionsmischung im Innenrohr in Gang setzt und kontrolliert ablaufen lässt. Mit der Zeit wachsen auf der Trennwand zwischen Innen- und Mantelrohr Ablagerungen, so dass sich der Wärmeübergangswiderstand und damit der Energiebedarf erhöht. Während der regelmäßigen Wartungsarbeiten müssen die Ablagerungen zuverlässig entfernt werden. Dies war in der Vergangenheit nur nach Demontage der Anlagenteile möglich. Nach der Reinigung mussten die Teile mit Hilfe teurer Spezialdichtungen wieder zusammengebaut werden.

### Problemlösung

Die Reinigung mittels Comprex®-Verfahren benötigt lediglich Adapteranschlüsse an Ein- und Ausgabe des Wärmeübertragers. Wie in Bild 4 dargestellt ist es vorteilhaft, in und gegen die Fließrichtung mit abgestimmten Spülprogrammen zu spülen. Nacheinander geschaltete Wärmeübertrager lassen sich in manchen Fällen gemeinsam reinigen. Sind die Wärmeübertrager für hohe Drücke ausgelegt, ist es möglich, den durch das vorhandene Netz vorgegebenen Wasserdruck einzusetzen, um die Reinigung mit entsprechend erhöhter Druckluft zu intensivieren. Inzwischen liegen auch Erfahrungen vor, um mit Feststoffinjektion die Reinigungsarbeit zu erhöhen.

## Beispiel 8: Spiralwärmeübertrager

### Problemstellung

Spiralwärmeübertrager finden in der Industrie häufig als Kühler Verwendung. Zur Wärmeableitung dient beispielsweise Brunnen- oder Flusswasser. Diese Kühlwässer scheiden Ablagerungen auf der Oberfläche des Wärmeübertragers ab. Bei Brunnenwasser sind dies Eisen- oder Manganschlämme. Bei Flusswasser bilden sich Schichten aus Trübstoffen und Biofilm. Bisher wurden die Ablagerungen vorwiegend durch chemische Reinigungsmittel entfernt. Die belasteten Spülwässer waren sachgerecht zu entsorgen.

### Problemlösung

Die Reinigung mittels Comprex®-Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass sie in kurzer Zeit die Ablagerungen ohne weitere Hilfsmittel entfernt. Die Spülwässer lassen sich nach dem Absetzen der ausgetragenen Feststoffe in Dekantierbecken oder -behälter über den Abwasserkanal entsorgen. Die abgesetzten Feststoffe sind natürlichen Ursprungs und dadurch einfach zu entsorgen.

In vielen Fällen ist es möglich, die Spiralwärmeübertrager zusammen mit den Zu- und Rückleitungen zu reinigen (vgl. Beispiel 2). Dies ist ein weiterer Vorteil der Comprex®-Reinigung. Da sich Luftmolche der Nennweite der Rohre und Wärmeübertrager anpassen, lassen sich sogar in komplexen Systemen durch Steuern der Absperrarmaturen mehrere Spiralwärmeübertrager nacheinander spülen, ohne die Verbindungen zu lösen.

## Beispiel 9: Plattenwärmeübertrager

### Problemstellung

Plattenwärmeübertrager werden in der Industrie vielfach entweder in geschweißter oder in geschraubter Form eingesetzt. Sie sind meistens für geringe Drücke ausgelegt. Zur Reinigung wurden bisher verschiedene Ver-

fahren verwendet. Normalerweise kommen chemische Reinigungsmittel zum Einsatz. Bei der geschraubten Form lassen sich die Trennwände demontieren und manchmal mit Hochdruck reinigen. Werden in Plattenkühlern Kältemittel wie Ammoniak verwendet, müssen nach der Reinigung die entsprechenden Kammern trocken sein, was wiederum einen Aufwand bedeutet.

### Problemlösung

Das Comprex®-Verfahren kann auch bei geringen Drücken arbeiten [7]. Wichtig sind Vorkehrungen, dass der im Wärmeübertrager zugelassene Druck nicht überschritten wird. Das Spülprogramm ist darauf anzupassen. Es zeigte sich vielfach, dass sich Ablagerungen aus Brunnen- und Flusswasser wirksam entfernen lassen.

### Fazit

Das Comprex®-Verfahren hat sich bereits in vielen Industriebereichen bewährt. Die Vorteile des Verfahrens zeigen sich in der Einfachheit, in der Ausführung und in der hohen Effizienz der Reinigung. Mit dem Verfahren lassen sich druckbeaufschlagte Anlagen in praktisch allen Nennweiten reinigen. Dabei werden Fremdstoffe, die die Funktion der Rohrleitungen beeinträchtigen, mobilisiert und ausgetragen. Die Rohrleitungen erhalten wieder die ursprünglich geplante Hydraulik. Verlängerte Pumpzeiten oder erhöhter Energiebedarf infolge von Querschnittsverengungen entfallen. Damit rechnet sich auch die Reinigung.

Mit der Comprex®-Reinigung lassen sich weitere Arbeiten wie Wartungsarbeiten an Absperrarmaturen und Hydranten kombinieren. Das Reinigen von Feuerlöschleitungen erhöht die Sicherheit im Brandfall. Gereinigte Kühlwasserleitungen zu Kühltürmen sind ein Beitrag zu geringeren Immissionen. Diese Beispiele zeigen den sicherheitsrelevanten Aspekt einer regelmäßigen Reinigung, die mit dem Verfahren einfach und wirkungsvoll erreichbar ist.

Das Verfahren hat sich auch beim Reinigen von Wärmeübertragern bewährt. Gegenüber anderen Verfahren zeichnet es sich vor allem durch seine einfache Handhabung und die wirksame Reinigung aus. Zur Spülung werden lediglich Ein- und Ausgänge benötigt. Diese lassen sich vorteilhaft mit einer Verteilerstation verbinden, um die Spülung in und gegen die Fließrichtung ausführen zu können. Das aufwändige Lösen und die Wiederherstellung weiterer Verbindungen entfallen. Idealerweise sind am Wärmeübertrager z. B. über T-Stücke Möglichkeiten gegeben, die Spülluft einzuspeisen und das Spülwasser zur Entsorgung abzulassen. Damit sind Stillstandszeiten der Anlagen kurz. In manchen Fällen lässt sich

die Reinigung sogar während des Betriebs durchführen.

Die Complex®-Reinigung erfolgt normalerweise als Dienstleistung. Der Anlagenbetreiber braucht lediglich die Reinigungsarbeiten einzuplanen, z. B. Einspeise- und Ausspeiseöffnungen zugänglich machen, Versorgung von Frischwasser und Entsorgungsmöglichkeiten für Spülwässer schaffen, Sicherheitsanweisungen bereitstellen. Der Dienstleister übernimmt außer der Reinigung weitere Aufgaben. Er erstellt bei Bedarf spezielle Arbeitsanweisungen, dokumentiert die Arbeiten und weist auf Besonderheiten hin. Der Dienstleister stellt ausgebildetes Personal und gewartete Geräte zur Verfügung und entlastet damit den Anlagenbetreiber.

Bei der Reinigung kommen nur Wasser und Luft zum Einsatz. Bedarfsweise kann der Einsatz von Feststoffen z. B. Eisstücken die mechanische Reinigungsarbeit verstärken. Dies ermöglicht eine einfache Spülwasseraufbereitung durch Dekantation. Fallweise lassen sich die Absetzstoffe wiederverwenden.

Die Complex®-Reinigung lässt sich zur Anlagenwartung einplanen. Sie kann zyklisch, d. h. nach bestimmten festgelegten Zeitabständen oder bedarfsorientiert, d. h. über Kontrolle von Parametern erfolgen. Kontrollparameter sind z. B. Druck, Temperatur oder Energiebedarf. Während bei Rohrleitungen die Rohrleitungskennlinie (Druck/Volumenstrom) interessiert, spielt bei Wärmeübertragern der Wärmeübergang die entscheidende Rolle. Steigender Energiebedarf weist in allen

Fällen auf Ablagerungen hin, verursacht bei Rohrleitungen durch verlängerte Pumpzeiten und verringerten Wirkungsgrad der Pumpe, bei Wärmeübertragern durch erhöhte Wärmeübergangswiderstände.

Neuerdings wird die Complex®-Technik auch stationär in Anlagen eingebaut. Dies ermöglicht die regelmäßige Reinigung in gewünschten Zeitabständen. Die Einheiten lassen sowohl manuell als auch automatisch betreiben. Beim automatischen Betrieb wird durch die oben genannten Kontrollparameter der Reinigungsschritt ausgelöst.

Die Vorteile der Complex®-Reinigung sind:

- Kurze Reinigungsdauer, geringe Stillstandszeiten der Anlage
- Austrag von mobilisierbaren Stoffen verschiedener Größe auch bei geringem Druck
- Effiziente Reinigung ohne Chemikalien bei geringem Wasserbedarf
- Optimale Vorbereitung vor chemischen Behandlungsmaßnahmen wie Desinfektion
- Leichte Aufbereitung der Ablagerungstoffe und ggf. Wiederverwendung
- Dienstleistung durch geschultes Personal und gewartete Geräte
- Stationäre Anlagen in bestimmten Fällen möglich
- Kostengünstiger Beitrag zum sicheren Betrieb der Anlagen

## Literatur

- [1] Information zum Complex®-Verfahrens: [www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de) Unterordner: Complex
- [2] Information zur Reinigung von kommunalen Netzen [www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de) Unterordner: kommunale Netze
- [3] Information zur Reinigung von Trinkwasserleitungen in Gebäuden [www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de) Unterordner: Hausinstallation
- [4] Information zu Complex®-Anwendungen im industriellen Bereich [www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de) Unterordner: Industrie
- [5] Reinigen der Rohwasserleitungen sichert die Trinkwasserversorgung; Klein N. und Hammann H.-G., energie, wasser-praxis (2008) Nr. 6, S. 24 – 30
- [6] Information über Analyseverfahren auf Basis Biolumineszenz: [www.aqua-tools.com](http://www.aqua-tools.com)
- [7] Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung; Harting K., Bericht IKT 2006, Institut für unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen

## Autor:

**Dr. rer. nat. Norbert Klein**  
Grosbiederstroff, Frankreich



Tel. 0033-387 09 18 05  
E-Mail: [n.klein@hammann-gmbh.de](mailto:n.klein@hammann-gmbh.de)

## Auch für Kühlkreisläufe und Wärmeübertrager: Die Complex®-Reinigung von Hammann.

[www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de)



**Wir übernehmen die Leitung** auch für guten Wärmeübergang. Mit unserem Complex®-Verfahren reinigen wir Kühlkreisläufe und Wärmeübertrager, mit Wasser und Luft, ohne Demontage und ohne lange Stillstandszeiten. Ob Wärmeübertrager in offenen, mit Brunnenwasser betriebenen Anlagen, in geschlossenen Kühlkreisläufen oder in Abwasserdruckleitungen zur Kläranlage: Anschließen – Reinigen – Abbauen – Fertig. Fordern Sie Infomaterial an oder besuchen Sie uns im Internet.

■ **Hammann GmbH**  
Zweibrücker Straße 13  
D-76855 Annweiler am Trifels  
Tel. +49 (0) 63 46/30 04-0  
[info@hammann-gmbh.de](mailto:info@hammann-gmbh.de)

 **HAMMANN**  
COMPLEX® IMPULSE FÜR SAUBERE ROHRNETZE