

## ***4. Diskontinuierliche Verfahren (Offline-Reinigung)***

### ***4.7 Spülverfahren (Offline/Online)***

## **Wärmeübertrager mit dem Complex-Verfahren reinigen**

*Autor: Dr. Norbert Klein <sup>1)</sup>*

### **1. Einleitung**

Das vorliegende Buch unterscheidet zwischen Off-line- und On-line Reinigung. Das im nachfolgenden Beitrag beschriebene Verfahren lässt sich sowohl für die Off-line Reinigung als auch für die On-line Reinigung von Wärmeübertragern mitsamt Vor- und Rücklaufleitungen einsetzen. Entscheidend ist vor allem die Frage, wie das mit Ablagerungsprodukten belastete Spülwasser entsorgt werden kann. Zwischen beiden Reinigungsarten existieren weitere Varianten. So kann in manchen Anlagen ggf. kurzzeitig im gedrosselten Betrieb weiter produziert werden, wenn während der Reinigung reduzierter Wärmeübergang vorliegt oder Teilbereiche zum Reinigen außer Betrieb genommen sind. Beispiele verdeutlichen die Vorgehensweise der Reinigung. Sie können aber auch für Planung neuer Anlagen hilfreich sein, um schon rechtzeitig wirtschaftliche Reinigungsmöglichkeiten vorzusehen.

### **2. Das Complex-Verfahren: vom Off-line- zum On-line-Verfahren**

Das Impuls-Spül-Verfahren stammt aus der Rohrnetzspülung. Dabei wird ein Rohrleitungsabschnitt außer Betrieb genommen, gereinigt und nach mikrobiologischer Prüfung wieder in Betrieb genommen. Die Aufgabenstellung lautet hier, die Rohrleitungen in einen hygienisch einwandfreien Zustand zu bringen. Dabei sind alle mobilisierbaren Ablagerungen auszutragen. Die Trübung des Spülwassers dient als Kriterium für die Reinigung. Am Schauglas (Abbildung 1) lässt sich der Trübungsverlauf während der Reinigung überprüfen (Abbildung 2). Diese Anwendung geschieht off-line.



Abb. 1:  
Trübes Spülwasser im Schauglas während der Complex-Reinigung

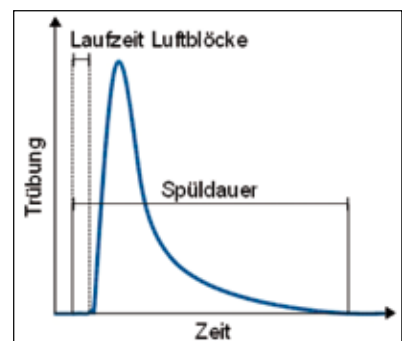


Abb. 2:  
Prinzipieller Trübungsverlauf während der Complex-Reinigung

1) Hammann GmbH, D- Annweiler

In den letzten Jahren wurden immer mehr Abwasserdruckleitungen mittels des nachfolgend beschriebenen Verfahrens erfolgreich gereinigt. Zum Reinigen dient vorwiegend Abwasser, das in Becken oder Behältern vor dem Pumpwerk vorgehalten wird. Nach der zu reinigenden Strecke entspannt das Spülwasser beispielsweise im Freispiegelkanal oder im Becken des Klärwerks, so dass sich das Spülwasser wie gewöhnliches Abwasser entsorgen lässt. Die Trübung kann hier über Vergleichsproben als Kriterium dienen. Diese Anwendung ist ein Beispiel für die On-line-Reinigung.

Beim Reinigen von Wärmeübertragern kommen ebenfalls beide Anwendungen vor. In der chemischen Industrie werden Reaktoren während Stillstandszeiten off-line gereinigt. Complex ist hier häufig das einzige Verfahren, um ohne sehr aufwändige Demontage das System wirtschaftlich zu reinigen.

Ein Beispiel zum On-line-Verfahren ist die Reinigung von Plattenwärmeübertragern, die in der Papierindustrie zum Abkühlen von Abwässern vor der Abwasseraufbereitung im Einsatz sind. Im Gegensatz zu Abwasserdruckleitungen liegen bei manchen Anlagen in der Steuerwarte ständig Messwerte für Temperatur, Druck und Durchfluss an, so dass sich die Reinigung und deren Wirkung sogar on-line verfolgen lassen.

Manche Anlagen, vor allem in der chemischen Industrie, können zwischen den geplanten Stillstandszeiten zum Reinigen belegter Wärmeübertrager nicht außer Betrieb genommen werden. Das hier beschriebene Verfahren kann hier weiterhelfen. Folgende Beispiele dienen der Erläuterung. Diese Anwendungen sind Varianten zwischen Off-line- und On-line-Reinigung.

- Ansetzbehälter

Zur Temperaturkontrolle dienen Wärmeübertrager, die redundant ausgelegt sind. Ein Teil der Wärmeübertrager lässt sich also kurzzeitig außer Betrieb nehmen und mit dem Complex-Verfahren reinigen. Das Spülwasser kann in ein Absetzbecken zur Dekantation der Ablagerungen gepumpt oder über die Kläranlage entsorgt werden. Da während der Reinigung ebenfalls Wasser – zwar in vermindertem Ausmaß – durch den Wärmeübertrager fließt, ist die erforderliche Kühlleistung vorhanden.

- Gaskühler

In Destillationsanlagen der chemischen Industrie trennen Gaskühler Kondensate von Gasen. Kühlwasserseitig lagern sich in den Gaskühlern Stoffe ab und behindern den Wärmeübergang. Die Reinigung ist während des Betriebs möglich, wenn die Produktionsleistung gedrosselt werden kann. Aus Sicherheitsgründen wird statt Druckluft ein Inertgas wie Stickstoff verwendet. Während des Reinigungsvorgangs kühlt das Spülwasser. Die Kühlleistung ist reduziert, aber immer noch ausreichend, um die Produktion bei gedrosselter Leistung aufrecht zu erhalten.

- Kühlkreisläufe

In Kühl- oder Kaltwasserkreisläufen sind viele Verbraucher eingebunden. Häufig sind Verbraucher mit ihren Wärmeübertragern und Zuleitungen in Gruppen unterteilt. Dies lässt sich zur Reinigung in der Art nutzen, dass diese Gruppen zur Reinigung kurzzeitig außer Betrieb genommen werden, während die restliche Produktion weiterläuft. Über Spüleinlässe an Vorlaufleitungen kann Wasser und Luft eingespeist und über Spülauslässe an Rücklaufleitungen Spülwasser ausgespeist werden. Abbildung 3 zeigt ein prinzipielle Skizze.

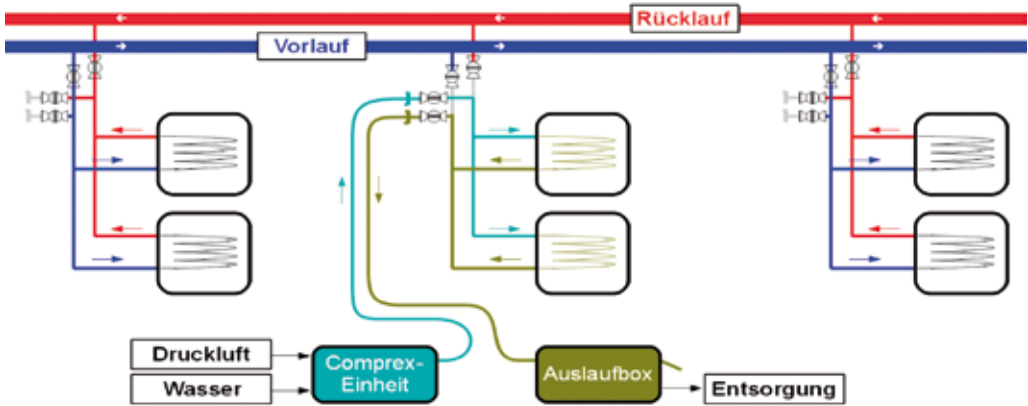


Abb. 3: Reinigung einer Gruppe im Kühlkreislauf mittels Comprex-Verfahren

**3. Funktionsweise**

Dieses Impuls-Spül-Verfahren basiert auf einer kontrollierten, impulsartigen Zugabe komprimierter, gefilterter Luft aus einer Comprex-Einheit in einen definierten Spülabschnitt einer Anlage, in Abbildung 4 als Rohrleitung dargestellt.

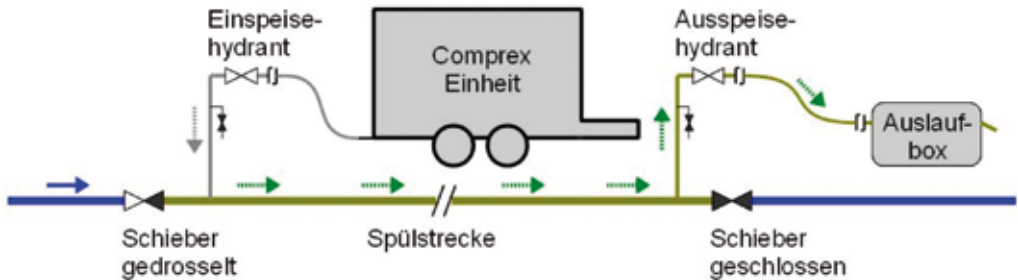



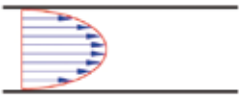

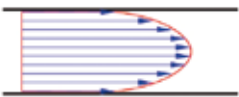

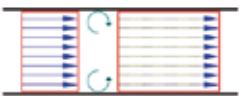
Abb. 4: Prinzip des Impuls-Spül-Verfahrens Comprex

Basierend auf den Parametern Nennweite der Rohrleitung, Länge und Verlauf des Spülabschnittes, Rohrnetzruhedruck wird der Rohrnetzdruck abgesenkt und der Impulsdruck der Luft unterhalb des Rohrnetzruhedrucks eingestellt. Die sich bei der Einspeisestelle bildenden Luftblöcke bewegen sich im Wechsel mit Wasserblöcken durch den Spülabschnitt. Mobilisierbare Ablagerungen werden von den Rohrwänden abgelöst und mit dem Spülwasser ausgetragen (Abbildung 5).



Abb. 5: Mobilisieren der Ablagerungen durch Luft- und Wasserblöcke

Im Gegensatz zum Spülen mit Wasser geht dieses Reinigungsverfahren sparsam mit Wasser um und erreicht durch die Luftmolche dennoch eine wirksamere Reinigungsleistung [1]. Diese Effekte sind in Abbildung 6 modellhaft dargestellt. Im Gegensatz zur Wasserspülung, wo kontinuierlich eine turbulente Strömung auf die Verunreinigungen und Ablagerungen wirkt, ändert sich bei dem hier beschriebenen die Fließgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Luftimpulsen [2].

Zustand	Strömung	Geschwindigkeitsprofil	Bemerkungen
In Betrieb $v < 1 \text{ m/s}$			<b>laminare Strömung</b> $v_{\min} = 0$
Wasserspülung $v = 2 \text{ m/s bis } 3 \text{ m/s}$			<b>turbulente Strömung</b> $v_{\min} = \frac{1}{2} v_{\max}$
Complex-Reinigung  in Spülabschnitt $v$ : abhängig von Druckverlauf  vor Spülabschnitt $v$ : $0,2 \text{ m/s bis } 0,8 \text{ m/s}$			<b>Wasserphase</b> <b>laminare / turbulente Strömung</b>  $v(\rightarrow)$ : variabel  <b>Phasengrenze</b> <b>turbulente Strömung</b> $v(\cup)$ : $10 \text{ m/s bis } 15 \text{ m/s}$

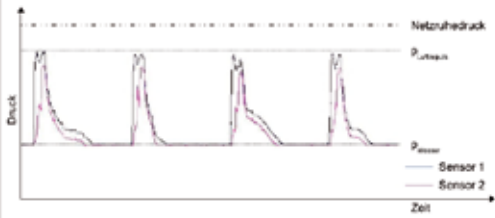


Abb. 6: Modellhafte Darstellung bei Betrieb, Wasserspülung und Complex-Reinigung einer Rohrleitung

In Abbildung 6 unten ist der Druckverlauf während eines Reinigungsvorgangs dargestellt [3]. Zum Messen der Drücke dienen zwei in unterschiedlichen Abständen positionierte Drucksensoren. Aufgrund der Pufferwirkung bereits in der Rohrleitung vorhandener Luftblöcke (Luftmolche) ändert sich die Fließgeschwindigkeit der Wasserblöcke. Das Wasser tritt mit Fließgeschwindigkeiten  $< 1 \text{ m/s}$  in die Spülstrecke ein und besitzt eine laminare Strömung. Durch Luftimpulse werden die Wasserblöcke beschleunigt. In den Grenzbereichen Wasser/Luft/Rohrwand bilden sich Verwirbelungen mit Fließgeschwindigkeiten von  $10 \text{ m/s}$  bis  $15 \text{ m/s}$  aus. Die intermittierenden Fließgeschwindigkeiten induzieren eine äußerst intensive Schleppspannung. Die Verwirbelungen an den Phasengrenzen zwischen Wasser- und Luftblöcken bewirken weiterhin kontrollierte Kavitation. Verunreinigungen und Ablagerungen werden mobilisiert. Tabelle 1 beschreibt die drei Phasen bei der Complex-Reinigung.

Phase	Arbeiten	Bemerkungen
<i>Einfahrphase</i>	Einbringen der ersten Luftblöcke	Erste Luftblöcke dienen als Puffer für nachfolgende hart dosierte Luftblöcke während der Reinigungsphase
<i>Reinigungsphase</i>	Reinigen durch impulsartiges Setzen von Luftblöcken	Empirisch ermittelte Reinigungsprogramme
<i>Konditionierphase</i>	Ausspülen der Restluft aus der Anlage oder Trocknen der Anlage	Konditionieren je nach Anwendung, z.B. mit Kühlwasser, Prozesswasser

Tabella 1: Phasen bei der Complex-Reinigung

Luftmolche passen sich jeder Geometrie an und bleiben nicht stecken, so dass sich auch komplexe Anlagen, wie Netze mit unterschiedlichen Nennweiten und Verzweigungen oder auch Plattenwärmeübertrager mit Vor- und Rücklaufleitungen reinigen lassen. Vorhandene Ein- und Ausgänge lassen sich für die Reinigungsmaßnahme nutzen. Zum Einspeisen der Luft genügen Adapter auf standardmäßige Anschlüsse. Während Rohrleitungen für mehrere bar Druck ausgelegt sind, liegen die Belastungsgrenzen von Wärmeübertragern wegen der großen Oberfläche zum Wärmeübergang häufig nur bei wenigen bar Druck. Deshalb müssen Reinigungsverfahren auch bei diesen geringen Druckverhältnissen wirksam sein.

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 sowie auf der Seite des Wärmeträgers effizient zu reinigen. Dazu sind lediglich Adapteranschlüsse am Ein- und Ausgang notwendig (Abbildung 7). Andere kosten- und zeitaufwendige Trennstellen können entfallen, ebenso die anschließenden Dichtheitsprüfungen des Systems. Ein- und Ausgang liegen bei Wärmeübertragern nicht weit auseinander. Deshalb hat es sich als vorteilhaft erwiesen, über eine Umschaltstation (Abbildung 7) abwechselnd in und gegen die Fließrichtung zu spülen.

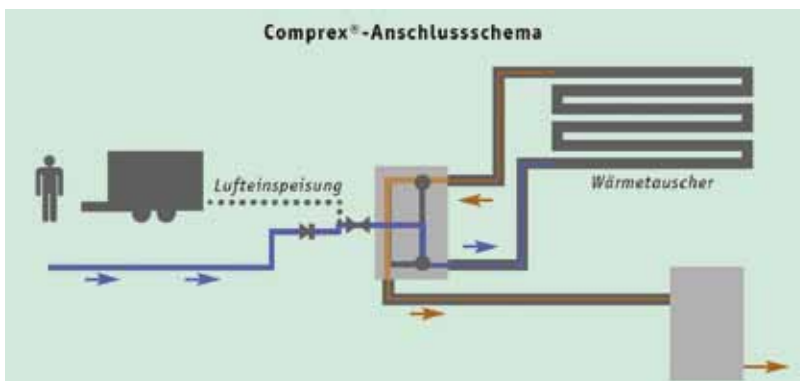


Abb. 7: Reinigen eines Wärmeübertragers mittels Complex-Verfahren über Umschaltstation

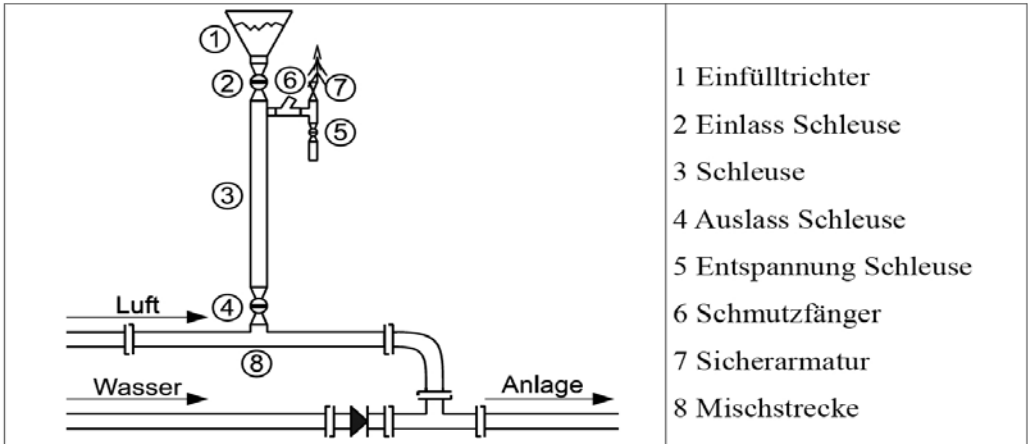


Abb. 8: Einheit zum Einbringen von Feststoffen (Feststoffinjektion) bei der Complex-Reinigung

Eine interessante Erweiterung des Verfahrens ist die Feststoffinjektion. Ausgesuchte Feststoffe werden beispielsweise mit den Druckluftimpulsen in die Zuleitung gebracht (Abbildung 8). Sie wirken auf feste Ablagerungen abrasiv und erhöhen die Wirksamkeit der Reinigung.

Einsetzbar sind Feststoffe wie Sand, Kunststoffgranulat oder Kunststoffkörper verschiedener Art. Bei komplexen Anlagen wie beispielsweise in Wärmeübertragern besteht dabei allerdings das Risiko, dass sich wenige Teile zurückbleiben und den späteren Betrieb beeinträchtigen. Vorteilhaft haben sich deshalb Feststoffe erwiesen, die sich nach einer bestimmten Zeit lösen. So hat sich zum Mobilisieren von festen Ablagerungen in Brunnenleitungen oder auch in Rohrwärmeübertragern grobes Steinsalz bewährt. Eine weitere Variante der Feststoffinjektion ist das temporäre Verschließen noch gut durchströmter Bereiche in Rohrbündel-Wärmeübertrager mit sich langsam lösenden Stoffen, um die belasteten Bereiche intensiver zu reinigen (Abbildung 9).

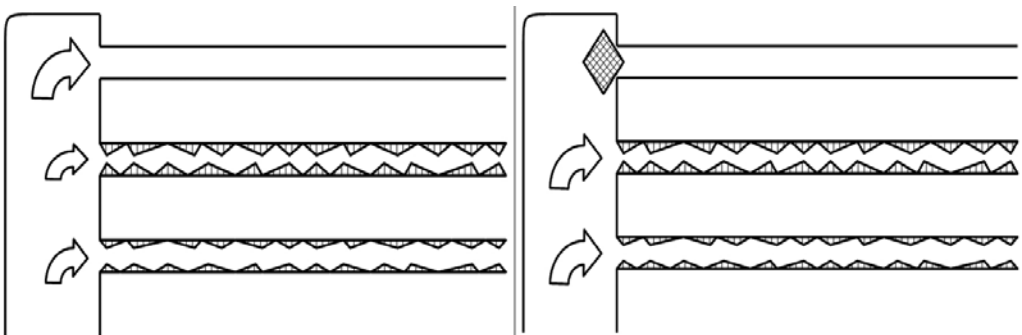


Abb. 9: Temporäres Verschließen mit eingebrachten groben Feststoffen zum gezielten Reinigen

Angestrebt ist immer, die Reinigung mit möglichst wenig Einsatzstoffe effizient durchzuführen. Tabelle 2 zeigt ein Ablaufschema für die Complex-Reinigung in Kombination mit der Feststoffinjektion.

Phase	Arbeiten	Bemerkungen
<i>Einfahren</i>	Einbringen der ersten Luftblöcke	Einrichten der Pufferwirkung beim Reinigen
<i>Vorreinigen</i>	Comprex-Reinigung	Mobilisieren leicht haftender Ablagerungen
<i>Intensiv Reinigen</i>	Comprex-Reinigung + Feststoffinjektion	Mobilisieren fest haftender Ablagerungen, reinigen schlecht durchströmter Bereiche
<i>Nachreinigen</i>	Comprex-Reinigung	Austragen von Feststoffresten
<i>Konditionieren</i>	Ausspülen der Restluft aus der Anlage oder Trocknen der Anlage	Abhängig von Anwendung

Tabella 2: Ablaufschema für die Comprex-Reinigung in Kombination mit der Feststoffinjektion

#### 4. Vorgehensweise

Die Aufgabenstellungen im industriellen Bereich sind vielfältig. Bei komplexen Anlagen wie beispielsweise bei Kühlkreisläufen mit vielen Verbrauchern hat sich die in Tabelle 3 veranschaulichte Vorgehensweise bewährt.

Ablauf	Arbeiten	Bemerkungen
<i>Vorplanung</i>	Festlegen der Spülabschnitte mit Ein- und Ausspeisestellen und eventueller Umbaumaßnahmen für Adapteranschlüsse	Organisation der Probereinigung während eines Betriebsstillstandes oder in den betrieblichen Ablauf einer Anlage
<i>Probereinigung</i>	Anpassen der Reinigungsparameter an die Anlage, Optimieren der Reinigung	Überprüfen der Reinigungsleistung, Überprüfen des Zeitbedarfs, Organisation der Basisreinigung
<i>Basisreinigung</i>	Mobilisieren und Austrag der Ablagerungen	Verifizieren der Reinigungsleistung, Verifizieren des Zeitbedarfs

Tabella 3: Ablauf bei der Comprex-Reinigung komplexer Anlagen

Da sich in den meisten Fällen nach der Basisreinigung die Betriebsbedingungen nicht ändern, sind regelmäßige Erhaltungsreinigungen einzuplanen. Hier ist aus wirtschaftlichen Gründen der Zeitabstand zwischen den Reinigungsaktionen und der Arbeitsaufwand für die Reinigung abzuwägen. Für immer wiederkehrende Pflegereinigungen ist vorteilhaft, geeignete Ein- und Ausspeisestellen und ggf. andere Vorrichtungen wie Umschlüsse fest zu installieren. Dadurch verringert sich der Arbeitsaufwand vor und nach der eigentlichen Reinigung.

#### 5. Anwendungsbeispiele

Zum Verdeutlichen der Anwendungsbereiche des Comprex-Verfahrens dienen Beispiele. Nach der Schilderung konkreter Problemstellungen zeigen Maßnahmen, wie das Comprex-Verfahren



wirkungsvoll zum Reinigen von Wärmeübertragern sowie von Vor- und Rücklaufleitungen einsetzbar ist. Stets ergeben sich neue Anwendungsfelder des Complex-Verfahrens im industriellen Bereich. Die hier geschilderten Beispiele zeigen den derzeitigen Stand und sollen Anregungen für weitere Einsatzmöglichkeiten sein.

## **5.1 Rohrbündelwärmeübertrager**

### *5.1.1 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.

### *5.1.2 Problemlösung*

Die Reinigung mittels des hier dargestellten Verfahrens benötigt lediglich Adapteranschlüsse an Ein- und Ausgabe des Wärmeübertragers. Wie in Abb. 7 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 Wasserdruk einzusetzen, um die Reinigung mit entsprechend erhöhter Druckluft zu intensivieren. Inzwischen liegen auch Erfahrungen vor, um mit Feststoffinjektion die Reinigungsarbeit zu erhöhen.

## **5.2 Spiralwärmeübertrager**

### *5.2.1 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.

### *5.2.2 Problemlösung*

Die Reinigung mittels des beschriebenen Verfahrens 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 (Abbildung 7). 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.

### **5.3 Plattenwärmeübertrager**

#### *5.3.1 Problemstellung*

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

#### *5.3.2 Problemlösung*

Das Comprex-Verfahren kann auch bei geringen Drücken arbeiten [3]. 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.

### **5.4 Kühlwasserleitung in geschlossenem Kreislauf**

#### *5.4.1 Problemstellung*

Kühlkreisläufe enthalten häufig Bauteile aus verschiedenen Werkstoffen. Während die Hauptleitungen in größeren Nennweiten vorwiegend 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°C 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.

In Hinsicht Verhalten der Werkstoffe gegenüber dem Kühlwasser sind geschlossene Kühlkreisläufe mit Heizungskreisläufen 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 zweiwertige 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.

#### 5.4.2 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 Reinigungsmaßnahme 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 die Dringlichkeit der Reinigungsmaßnahme erkennbar sind.



Abb. 10: Ausspeisung des Spülwassers über Spülboxen während der Complex-Reinigung von Vor- und Rücklaufleitungen DN 250

Mittels dieses Verfahrens lassen sich zunächst die Hauptleitungen (Abbildung 10) und dann die Verteilungsleitungen und schließlich die Wärmeübertrager schnell und wirkungsvoll 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.

## **5.5 Kühlwasserleitung in offenem Kreislauf**

### **5.5.1 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.

### **5.5.2 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 [4], die Reinigungsmaßnahmen sind zu gegebener Zeit aber notwendig. Während bei diesen Maßnahmen die Kühltürme zugänglich sind, erfordern die Rohrleitungen andere Reinigungsstrategien. Das hier dargestellte 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.

## **6. Fazit**

Das Complex-Verfahren bietet neue Möglichkeiten, sowohl Wärmeübertrager als auch die zugehörigen Rohrleitungen effizient zu reinigen. Dazu sind lediglich Adapteranschlüsse am Ein- und Ausgang notwendig. Andere kosten- und zeitaufwändige Demontage und Montagearbeiten können entfallen, ebenso die anschließenden Dichtheitsprüfungen des Systems. Das Reinigungsverfahren ist nicht nur off-line anwendbar. Manche Anlagen ermöglichen, die Reinigung auch on-line durchzuführen oder zumindest nur Teilbereiche zum Reinigen außer Betrieb zu nehmen [5].

Die vielfältigen Anwendungen im industriellen Bereich erfordern manchmal Anpassungen des Verfahrens. So bedingen Wärmeübertrager mit Vor- und Rücklaufleitungen in Fertigungsstraßen mit Nennweiten kleiner DN 80 kleine und flexible Complex-Einheiten, um in einem gegebenen Zeitfenster die Reinigung durchführen zu können. Bei sehr häufigem Reinigungsbedarf können angepasste kleine stationäre Einheiten zum Einsatz kommen.

Die beschriebenen Anwendungsbeispiele zeigen Einsatzmöglichkeiten des Complex-Verfahrens auf. Weitergehende Information über das Verfahren im industriellen Bereich findet sich in [6].

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

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



**Wir übernehmen die Leitung** auch für guten Wärmeübergang. Mit unserem Comprex®-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*



**HAMMANN**  
COMPREX® IMPULSE FÜR SAUBERE ROHRNETZE

**Literatur**

- [1] Impulsspülverfahren für Industrieanwendungen; Klein N., 3R international (49) Sonderausgabe Heft 1/2010 S. 34 – 40
- [2] Wasserverteilungsnetze effizient reinigen; Hammann H.-G. und Klein N., energie, wasser-praxis (2010) Nr. 7/8, S. 106 – 107
- [3] Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung; Harting K., Bericht IKT 2006, Institut für unterirdische Infrastruktur in Gelsenkirchen
- [4] Information über Analyseverfahren auf Basis Biolumineszenz: [www.aqua-tools.com](http://www.aqua-tools.com)
- [5] Leitungen Luft verschaffen; Klein N., Chemie Technik April 2010, S. 76 – 78
- [6] Information zu Complex-Anwendungen im industriellen Bereich [www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de) Unterordner: Industrie