

Abwasserdruckleitungen im laufenden Betrieb reinigen

Norbert Klein

Saubere Rohrleitungen sind Voraussetzung für die sichere und energieeffiziente Abwasserentsorgung. Das Impulsspülverfahren Complex ermöglicht, sowohl gesamte Abwasserdruckleitungen als auch besonders kritische Abschnitte während des Betriebs wirtschaftlich zu reinigen.

Beschreibung der Abwasserdruckleitungen

Abwasserdruckleitungen sind Teil eines Abwasserdrucksystems. Sie können Abwasser über große Strecken transportieren und passen sich dem Geländeverlauf gut an. Abwasserdrucksysteme bestehen aus der Fördereinrichtung (Pumpwerk, normalerweise mit Kreiselpumpen), der Abwasserdruckleitung und dem Auslaufbauwerk (Kläranlage, Schacht eines Freispiegelkanals oder Pumpwerk einer weiteren Abwasserdruckleitung). Entsprechend dem Geländeverlauf befinden sich an Hochpunkten Be- und Entlüftungsventile (BEV) sowie an Tiefpunkten Entleerungen (E). **Bild 1** zeigt schematisch den typischen Verlauf einer Abwasserdruckleitung zwischen einem Pumpwerk und einem Klärwerk.

Eine Besonderheit sind Düker zum Unterqueren beispielsweise von Flüssen. Hier befinden sich vor und nach dem Düker je ein BEV, aber am Tiefpunkt keine Entleerung (**Bild 2**).

Abwasserdrucksysteme sind gekennzeichnet durch den intermittierenden Betrieb. Diese Fahrweise bedingt die Gefahr von Ablagerungen und Verstopfungen, Geruchs-

und Korrosionsproblemen durch anaerobe Zersetzung des Abwassers und Gasentwicklung. Für Ablagerungen besonders kritisch sind Düker.

Betrieb der Abwasserdruckleitungen

In den letzten Jahren spielen Sicherheits- und Energieaspekte eine immer größere Rolle. Querschnittsverengte Rohrleitungen bedingen im Normalbetrieb mehr Energie und Zeit zum Befördern des Wassers und können in Spitzenzeiten das Wasser überhaupt nicht mehr schnell genug transportieren. Die Leistung der Rohrleitung sinkt und der Energiebedarf der Pumpe steigt. **Bild 3** zeigt die Rohrleitungskennlinie bei der Planung oder bei Inbetriebnahme der neuen Rohrleitung (grün) und mit Ablagerungen (rot). Die Schnittpunkte mit der Pumpenkennlinie sind die Betriebspunkte N bei der neuen Rohrleitung und B bei der querschnittsverengten Rohrleitung. Gegenüber N liegt bei B ein höherer Druck an bei weniger Volumenstrom. Der Pumpenwirkungsgrad ist vermindert. Bei Leistungsproblemen denkt der Betreiber zunächst an Maßnahmen am Pumpwerk: Pumpeninstandsetzung

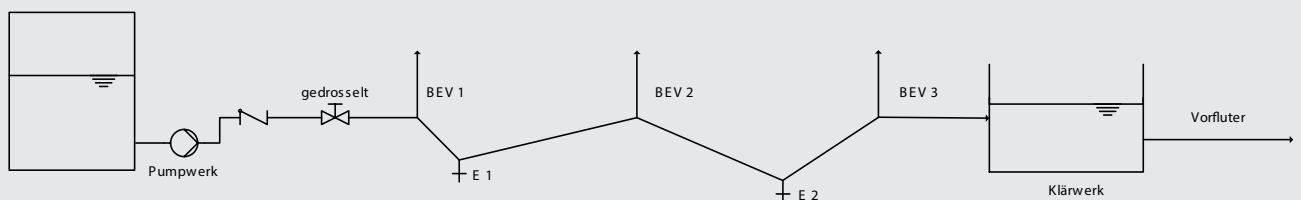


Bild 1: Schema einer Abwasserdruckleitung mit BEV und E zwischen Pump- und Klärwerk

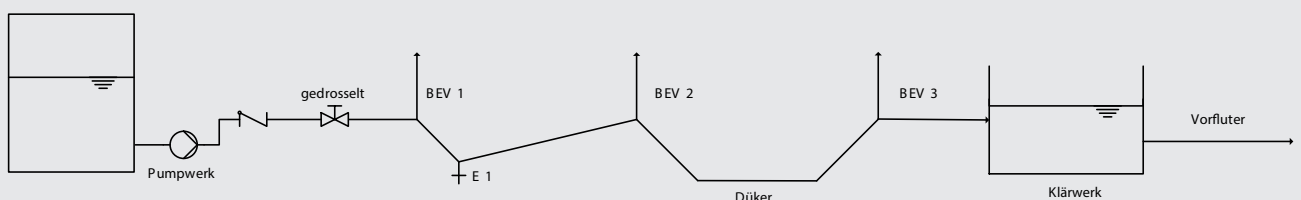


Bild 2: Schema einer Abwasserdruckleitung mit BEV vor und nach Düker

oder sogar Pumpenaustausch, vielleicht auch an eine stationäre Druckluftspülung. Maßnahmen am Pumpwerk allein genügen aber nicht, um die Abwasserdrucksysteme wieder zu ertüchtigen. Die Reinigung der Abwasserdruckleitung ist ebenso wichtig.

Ein Problem der letzten Jahre sind aufgrund falscher Planungsdaten oder infolge des demografischen Wandels überdimensionierte Abwasserdruckleitungen und damit lange Verweilzeiten des Abwassers. Dadurch finden Abbauprozesse bereits vor der Kläranlage in der Abwasserdruckleitung statt. Schwebstoffe können sich ablagern und zusammen mit anderen Feststoffen den Querschnitt der Rohrleitung verringern. Weiter bilden sich durch mikrobielle Reaktionen Gase, die an BEV oder am Auslauf zu Gerüchen und Korrosionsangriffen an den Bauteilen führen können. Besonders hier ist eine regelmäßige Reinigung erforderlich.

Auf der anderen Seite sind Abwasserdruckleitungen zwar nach dem Bedarf richtig gebaut, aber Hygienetücher oder feuchte Toilettentücher, die biologisch schwer oder nicht abbaubar sind, setzen sich in der Sielhaut vor allem von Rohrleitungen bis DN 65 fest. Mit konventionellen Reinigungsverfahren sind diese Beeinträchtigungen nur schwer oder gar nicht zu beseitigen. Hier hilft nur eine intensive Reinigung mit modernen Verfahren weiter.

Effiziente Reinigung der Abwasserdruckleitungen

In neu zu bauenden Abwasserdruckleitungen sind Einrichtungen zum Reinigen vorzusehen. Darauf weist das neue Arbeitsblatt DWA-A 113 [1] hin. Einrichtungen zum Reinigen der Abwasserdruckleitungen sind je nach Reinigungsverfahren unterschiedlich. Beim Impulsspülverfahren können die BEV an den Hochpunkten der Abwasserdruckleitung dem Einspeisen der Druckluft dienen. Somit unterteilen die BEV die Abwasserdruckleitung in klar definierte Reinigungsabschnitte (Bild 1).

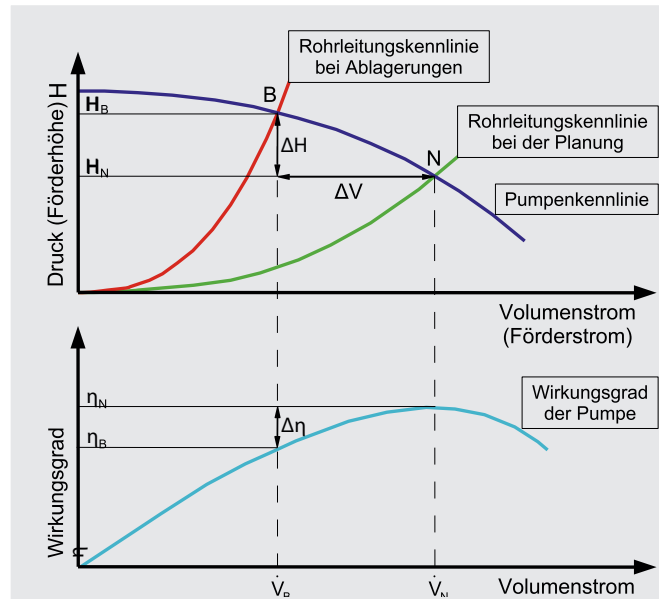


Bild 3: Kennlinien von Pumpe und Rohrleitung ohne und mit Ablagerungen

Beim Reinigen von Abwasserdruckleitungen kommt immer häufiger die patentierte innovative Complex-Technik zum Einsatz. Hierbei dient vor dem Pumpwerk angestautes Abwasser gemeinsam mit Druckluft als Reinigungsmedium. Das Abwasser fließt gedrosselt über Schieber langsam in den zu reinigenden Rohrleitungsabschnitt. Die Druckluft kommt aus Complex-Einheiten, in denen sich auch eine neuartige Software zur Steuerung der Druckluftdosierung befindet. Adapter koppeln die Druckluftleitungen an den Abwasserdruckleitungsabschnitt. **Bild 4** und **Bild 5** verdeutlichen die Druckluftspeisung in einem Pumpwerk in eine Abwasserdruckleitung.



Bild 4: Complex-Einheit an Pumpwerk



Bild 5: Einspeisestelle über Pumpe

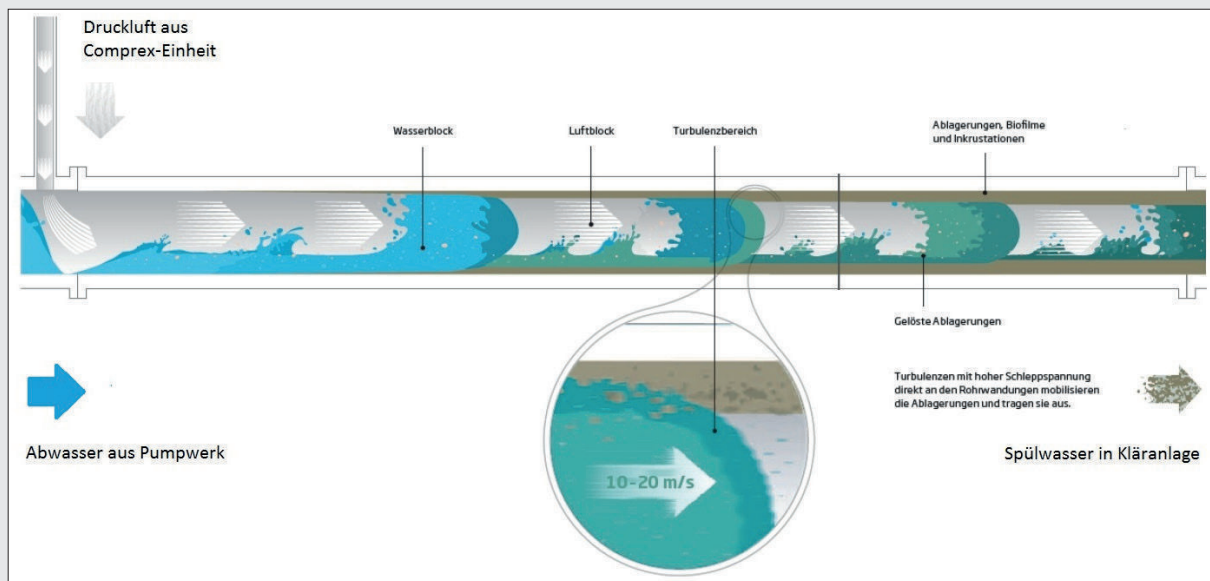


Bild 6: Schema der Complex-Reinigung von Abwasserdruckleitungen

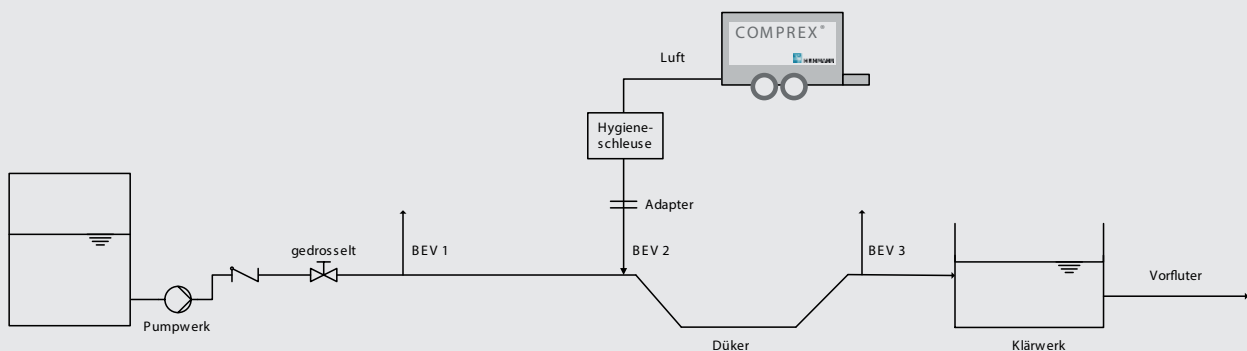


Bild 7: Complex-Reinigung eines Dükers in einer Abwasserdruckleitung

Bild 6 erläutert schematisch die Vorgänge bei der Complex-Reinigung. Während der Reinigung bilden sich im Reinigungsabschnitt Pfropfen aus Wasser- und Luftblöcken. Sie bewegen sich mit hoher Geschwindigkeit durch die Rohrleitung. Die innovative Steuerung moduliert diese Pfropfen in der Weise, dass sie einerseits hohe Schleppspannungen zum Mobilisieren der Ablagerungen erreichen und andererseits die mobilisierten Partikel vollständig und zuverlässig austragen.

Die Complex-Reinigung von Rohrleitungen

Beim neuen patentierten Complex-Verfahren gelangt komprimierte Druckluft dosiert in einen teilgefüllten Rohrleitungsabschnitt. Dort kann sich die Luft schlagartig ausdehnen und dadurch impulsartig reinigungswirksame Pfropfen aus Wasser- und Luftblöcken bilden. Die Wirksamkeit der Reinigung hängt zunächst von der Geschwindigkeit ab, mit der sich diese Complex-Pfropfen durch die Rohrleitung bewegen. Die Geschwindigkeit lässt sich aus der Laufzeit zwischen zwei Messstellen ermitteln. An den Messstellen befinden sich empfindliche Sensoren beispielsweise

Drucksensoren, die den Druckverlauf in großer zeitlicher Auflösung messen und registrieren können. Beim Complex-Verfahren liegen die auf diese Weise ermittelten Geschwindigkeiten über 15 m/s, häufig sogar deutlich über 20 m/s. Von Geschwindigkeit oder gar Fließgeschwindigkeit zu sprechen, ist nicht ganz exakt, weil Beschleunigungseffekte einen entscheidenden Einfluss haben. Zum Bilden der Pfropfen wird die Oberfläche des in der Rohrsohle ruhenden Wassers in Sekundenbruchteilen auf Geschwindigkeit gebracht. Beschleunigung und Geschwindigkeit zusammen bewirken die Schleppspannung. Diese liegt beim Complex-Verfahren um Größenordnungen höher als bei der einfachen Wasserspülung.

Das Impulsspülverfahren Complex arbeitet bei Abwasserdruckleitung grundsätzlich „online“, d. h. während des Betriebs. Die ausgetragenen Partikel gelangen in die Kläranlage und werden dort ohne weiteren Aufwand entsorgt. Es ist zwischen der einmaligen Grund- oder Basisreinigung der gesamten Abwasserdruckleitung und der regelmäßigen Pflege- oder Instandhaltungsreinigung zu unterscheiden. Im Gegensatz zur stationären Druckluftspülung gemäß

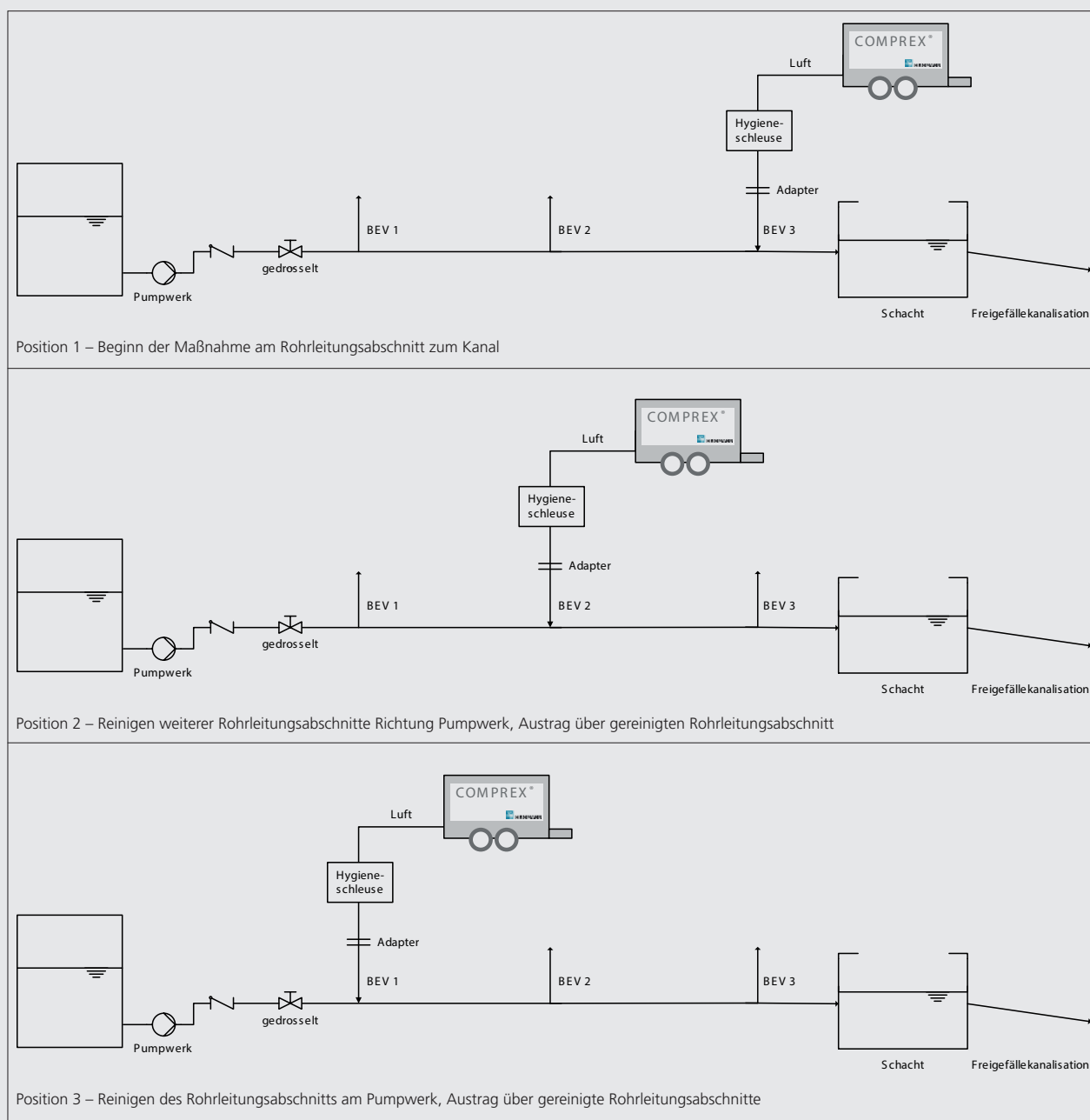


Bild 8: Ablauf der Complex-Reinigung, erste Phase, Austrag in Schacht eines Freispiegelkanals

DWA-A 116-3 [2], die vor allem in langen Rohrleitungen nur geringe Reinigungswirkung zeigt, ist die Complex-Technik mobil und lässt sich gezielt an einzelnen Rohrleitungsabschnitten einsetzen. So ist es möglich, kritische Bereiche wie beispielsweise Düker intensiv zu reinigen, um auch große Partikel wie Steine zuverlässig auszutragen (**Bild 7**). Solche Steine können Schäden in der Rohrleitungssohle verursachen [3].

Auch Nennweitenänderungen sind für Complex-Pfropfen kein Problem. Im Gegensatz zu Molchen passen sich die Complex-Pfropfen der Geometrie der Rohrleitung an und können nicht stecken bleiben. Selbst Wärmeübertrager (Wärmetauscher), die zur Wärmeabgewinnung aus Abwas-

ser zum Einsatz kommen, lassen sich zuverlässig reinigen. Die Tagesleistung der Complex-Reinigung ist vor allem abhängig von Nennweite und Verschmutzungsgrad der Abwasserdruckleitung. Sie kann bei der Grundreinigung sehr verengter Rohrleitungen 1 km/d und bei der Pflegereinigung bis 3 km/d betragen.

Vor allem bei der Grundreinigung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, mit dem letzten Abschnitt der Abwasserdruckleitung zum Klärwerk oder Freispiegelkanal zu beginnen und danach abschnittsweise bis zum Pumpwerk zu arbeiten (**Bild 8**). Die Wassersäule zwischen Druckluftspeisestelle und Pumpwerk ist nicht komprimierbar, so dass die Complex-Pfropfen im Reinigungsabschnitt optimal wirken

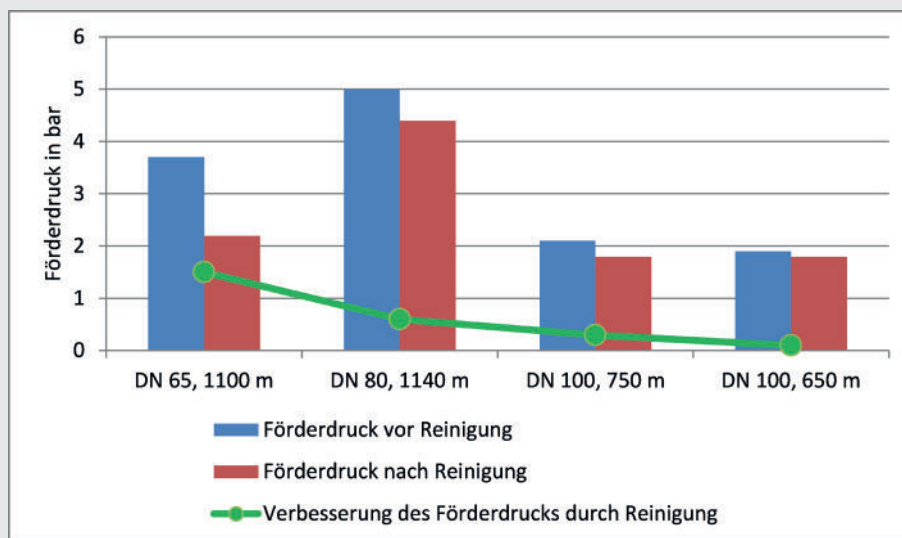


Bild 9: Verbesserung des erforderlichen Förderdrucks infolge Complex-Reinigung

wird. So kann es vorkommen, dass die Intensität bezüglich Austrag von Feststoffen oder Trübung nach einer ersten Phase nochmals ansteigt. Dies ist ein Anzeichen, dass fester haftende Ablagerungen mobilisiert und danach zuverlässig ausgetragen werden. Nicht nur aus technischer Sicht ist die Complex-Reinigung interessant. Sie kann gegenüber anderen Verfahren auch wirtschaftlicher sein. Voraussetzung ist eine gute Vorplanung. Insbesondere bei der Pflegereinigung können die Maßnahmen in Tageseinsätzen geplant und damit kostengünstig realisiert werden.

können. Außerdem ist es effizient, abgelöste Ablagerungen über eine gereinigte Rohrleitung mit optimalem Querschnitt auszutragen. Bild 7 verdeutlicht dieses Vorgehen am Beispiel einer Abwasserdruckleitung zwischen Pumpwerk und Freispiegelkanal.

Nach der ersten Reinigungsphase ist es vorteilhaft, die Rohrleitungsabschnitte in umgekehrter Reihenfolge nochmals zu spülen, um alle mobilisierten Ablagerungen zuverlässig auszutragen. Diese zweite Reinigungsphase ist vor allem bei Düchern erforderlich (Bild 7).

Steht eine Grundreinigung einer Abwasserdruckleitung mit voraussichtlich großen Ablagerungsmengen an und mündet diese Rohrleitung in einen Freispiegelkanal, ist es ratsam, einen Saugwagen bereitzustellen. Erfahrungsgemäß sind die Wirksamkeit der Complex-Reinigung und der Austrag so groß, dass anschließend der Freispiegelkanal gereinigt werden muss.

Bei manchen Abwasserdrucksystemen sind die Vorlagebehälter recht klein, so dass das Volumen des angestauten Abwassers trotz des geringen Bedarfs der Complex-Reinigung nicht zum Reinigen der gesamten Abwasserdruckleitung ausreicht. Sollte zudem eine Brauchwasserversorgung aus Rohrleitungen nicht möglich sein, bieten sich in solchen Fällen Fahrzeuge mit 30 m³-Tank aus dem Maschinenring an. Solche Fahrzeuge sind beispielsweise in Biogasanlagen im Einsatz und flächendeckend verfügbar. Landwirtschaftliche Lohnunternehmer übernehmen die Aufgabe, Brauchwasser für die Complex-Reinigung zur Verfügung zu stellen.

Die weiterentwickelte Steuerung in den Complex-Einheiten ermöglicht, speziell abgestimmte Spülprogramme zu wählen. Angepasst an Nennweite, Länge des Reinigungsabschnittes und geografischen Gegebenheiten lassen sich die Spülparameter so ändern, dass die optimale Reinigungswirkung über den gesamten Rohrleitungsabschnitt erreicht

Praxisbeispiele

Folgende Beispiele zeigen praktische Erfahrungen bei der Complex-Reinigung von Abwasserdruckleitungen.

Wasserverband Peine

Der Wasserverband Peine ließ eine 3 km lange PVC-Abwasserdruckleitung DN 150 mit dem Complex-Verfahren reinigen. Die Reinigung dauerte knapp einen Tag.

Die Wirksamkeit der Reinigung ließ sich anhand von Pumpenlaufzeiten und Stromverbrauch beziffern. Im Abwasserpumpwerk befinden sich zwei Pumpen. Die Pumpenlaufzeiten jeweils einer Pumpe über zwei Monate gemittelt betragen:

- » Pumpenlaufzeit vor der Complex-Reinigung: 13,3 Std. je Woche
- » Pumpenlaufzeit nach der Complex-Reinigung: 8,3 Std. je Woche

Bei annähernd gleichem Abwasservolumen ergab sich eine Laufzeitersparnis von 37 %. Dadurch sank der Stromverbrauch an jeder Pumpe um 93 kWh je Woche. Bei einem Strompreis von 0,20 €/kWh ergibt sich dadurch eine jährliche Kostenersparnis für den Strombezug von ca. 1.900 €.

Stadtentwässerung Pforzheim

Die Stadtentwässerung Pforzheim ließ eine etwa 450 m lange Guss-Abwasserdruckleitung DN 200 im Stadtteil Eutingen reinigen. Vorteilhaft war, dass außer der Stromaufnahme der Pumpe in der Abwasser-Pumpstation auch der Durchfluss gemessen werden konnte. Die Reinigung dauerte weniger als einen Tag.

Die Wirksamkeit der Reinigung ließ sich anhand von Durchfluss und Stromaufnahme beziffern. Voraussetzung waren gleiche Bedingungen vor und nach der Reinigung an Pumpe und Füllstand vor der Pumpe, d. h. Förderung durch dieselbe Pumpe, derselbe Einschaltzeitpunkt und Automatikbetrieb:

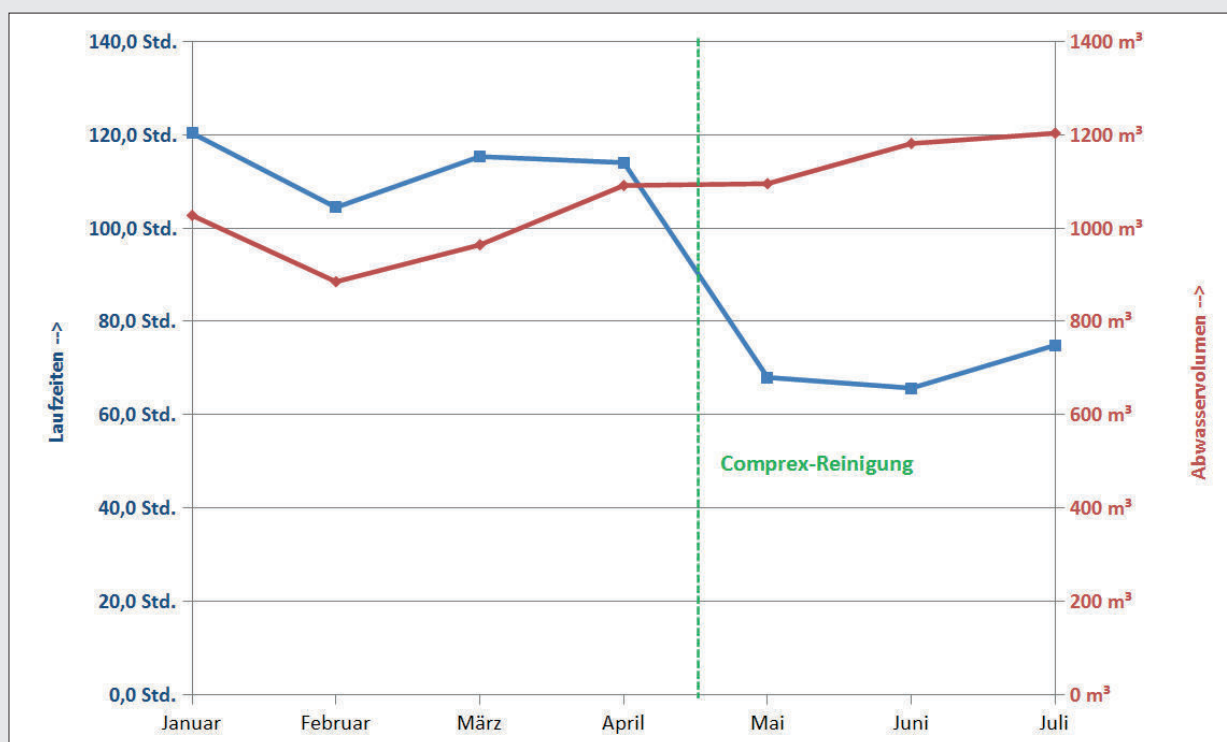


Bild 10: Abwasservolumen und Pumpenlaufzeiten an einer 2,81 km langen Abwasserdruckleitung DN 125 aus PVC vor und nach der Comprex-Reinigung

- » Leistung vor der Reinigung: $Q = 43 \text{ l/s}$
- » Leistung nach der Reinigung: $Q = 50 \text{ l/s}$
- » Stromaufnahme vor der Reinigung: $I = 61,5 \text{ A}$
- » Stromaufnahme nach der Reinigung: $I = 68,0 \text{ A}$

Bei einer jährlichen Abwassermenge von etwa 588 000 m³ sind die Ersparnisse an Stromkosten so groß, dass sich die Kosten für die Comprex-Reinigung nach etwas mehr als einem Jahr amortisiert haben.

Technische Werke Burscheid

Die Technischen Werke Burscheid ließen 2010 zum ersten Mal Abwasserdruckleitungen reinigen. Damals stand die eigentliche Comprex-Reinigung im Vordergrund und nicht die Quantifizierung des Reinigungserfolgs. Nach einigen Jahren sollte eine erneute Reinigung stattfinden. Dabei interessierten neben der eigentlichen Reinigung auch die optimale Zeitspanne zwischen zwei Pflegereinigungen. Da die Abwasserdruckleitungen noch nicht mit Durchflussmessern ausgestattet waren, wurden die Drücke nach den Pumpen vor und nach der Reinigung gemessen (**Bild 9**). Dabei zeigte sich, dass bei kleinen Nennweiten die Verbesserung am deutlichsten ist (grüne Linie in Bild 9).

Kreisverband für Wasserwirtschaft Nienburg

Der Kreisverband für Wasserwirtschaft in Nienburg ließ bereits mehrere Abwasserdruckleitungen mit dem Comprex-Verfahren reinigen. Veranlassung waren Ablagerungen, die zu erheblichen Querschnittsverengungen und

dadurch zu verlängerten Pumpenlaufzeiten und steigenden Stromkosten führten. Die Rohrleitungen wurden in den 1980/1990er Jahren für deutlich größere Abwassermengen dimensioniert, als sie heute anfallen. Lange Verweilzeiten und der Rückgang des Frischwasserbedarfs führten zunehmend zu Ablagerungen und Geruchsproblemen. Nachdem verschiedene Verfahren zur Geruchsbekämpfung geprüft worden waren, wurden dem Abwasser Eisensalze zudosiert, um den Schwefelwasserstoff zu binden und als Eisensulfid auszufällen. Im laufenden Betrieb zeigten sich Verkrustungen an den Wandungen der Druckrohrleitungen als nicht erwünschte Begleiterscheinungen.

Bei der Reinigung stand zunächst die Betriebssicherheit im Vordergrund. Deshalb war das erste Ziel, auch bei erhöhtem Anfall den Abwassertransport zur Kläranlage sicherzustellen. Dies wurde in allen Fällen erfüllt. Ein weiterer positiver Effekt war die Energieeinsparung. Nach der Reinigung erlangte das Abwasserdruckleitungssystem seine ursprüngliche Leistung wieder. **Bild 10** und **Bild 11** zeigen die monatlich ermittelten Werte für Abwasservolumen und Pumpenlaufzeit an zwei Abwasserdruckleitungen vor und nach Comprex-Reinigung. Im Gegensatz zur ersten fördert die zweite Abwasserdruckleitung wesentlich weniger Abwasser und ist viel zu groß dimensioniert. Jede der beiden Rohrleitungen konnte an einem Tag mit dem Comprex-Verfahren gereinigt werden.

Die Bilder 10 und 11 verdeutlichen, dass durch die Reinigung die Pumpenlaufzeiten praktisch halbiert werden konnten.

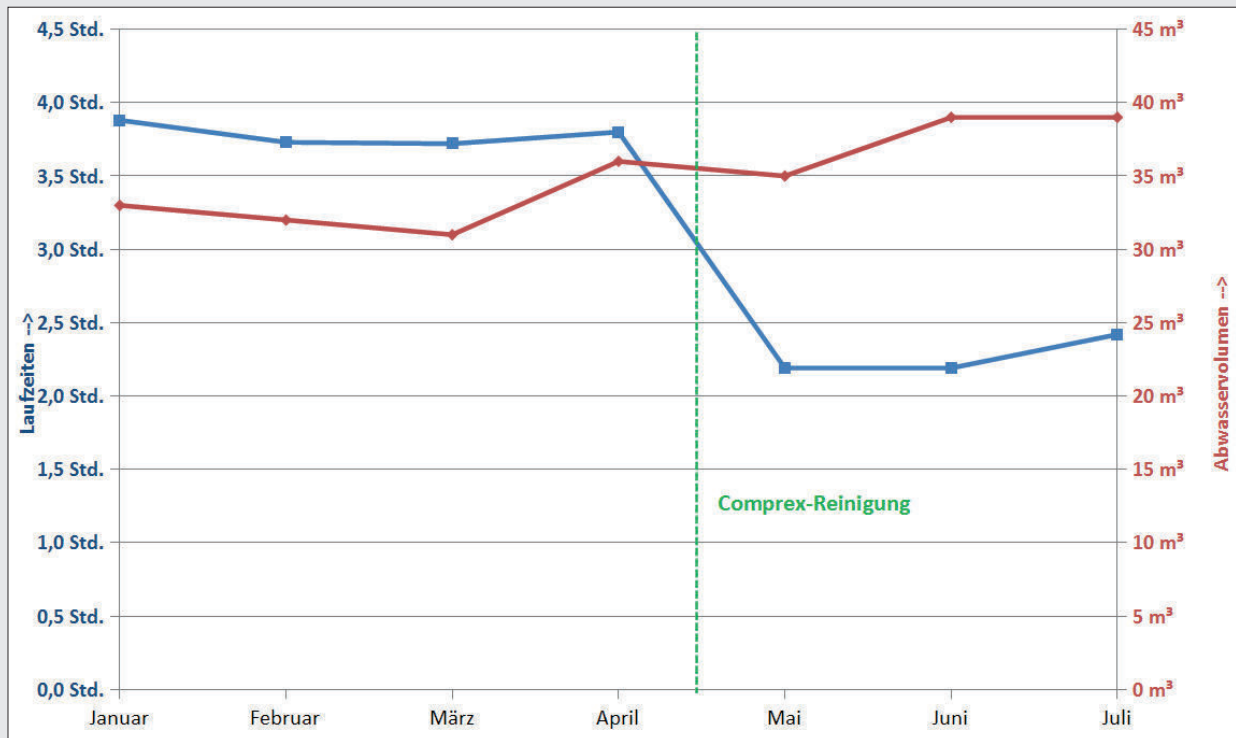


Bild 11: Abwasservolumen und Pumpenlaufzeiten an einer 2,89 km langen Abwasserdruckleitung DN 125 aus PVC vor und nach Comprex-Reinigung

Berechnet anhand Pumpenlaufzeiten und Stromkosten betrug die jährliche Kostenersparnis 888 € bzw. 1.757 €. Durch die Energieeinsparung amortisieren sich die Kosten für die Reinigung bereits nach zwei bzw. vier Jahren. Weitere Information zum Reinigen von Abwasserdruckleitungen mit dem Comprex-Verfahren mit Praxisbeispielen sowie Beschreibungen von Referenzprojekten finden sich auf der Internetseite: <http://comprex.de/kommunal/comprex-reinigung-von-abwasserdruckleitungen/>

Fazit

Die Comprex-Reinigung hilft, den störungsfreien Betrieb des Abwasserdrucksystems sicherzustellen sowie Energie- und Betriebskosten niedrig zu halten. Sie benötigt im Gegensatz zum Molchen keine Schleusen und keinen Anlagenstillstand. Da nur mit Druckluft und Abwasser gereinigt wird, kann auch kein Molch steckenbleiben und zusätzliche Probleme auslösen. Bei sehr dicken Ablagerungen lässt sich die Intensität der Reinigung so steuern, dass nach der Ausspeisestelle der Kanal oder das Klärwerk nicht überlastet wird. Die Comprex-Reinigung ist eine wirtschaftliche Maßnahme, um Abwasserdruckleitungen instand zu halten. Durch die Energieeinsparung amortisieren sich die Kosten für die Reinigung bereits nach kurzer Zeit, häufig schon in weniger als zwei Jahren.

Wir danken für die Unterstützung und das Überlassen der Daten:

- » dem Wasserverband Peine, Herrn Hanko,
- » der Stadtentwässerung Pforzheim, Herrn Augustin,
- » den Technischen Werke Burscheid, Herrn Grauvogel und
- » dem Kreisverband für Wasserwirtschaft Nienburg, Frau Nitsch.

Literatur

- [1] Arbeitsblatt DWA-A 113 „Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserdrucksystemen“, Entwurf 08-2016
- [2] Arbeitsblatt DWA-A 116-3 „Besondere Entwässerungsverfahren, Teil 3: Druckluftgespülte Abwassertransportleitungen“
- [3] Prosser M.: Schaden an einer Abwasserdruckleitung; KA Betriebs-Info (46) Oktober 2016, S. 2540-2541

SCHLAGWÖRTER: Abwasserdruckleitungen, Comprex-Verfahren, Online-Reinigung, Energieeffizienz

AUTOR



Dr. **NORBERT KLEIN**
 Hammann GmbH, Annweiler am Trifels
 Tel. +49 6346 3004-0
 n.klein@hammann-gmbh.de