

# Netzbetrieb der Zukunft

## Mobile Automatisierung und zustandsorientierte Wartung mit der Berliner Kappe®

### Future system operation

#### *Mobile automation and condition-orientated maintenance using the Berliner Kappe®*

Von Carsten Utke und Axel Sacharowitz

#### Damals und heute

Die großen eisenbeschlagenen Holzräder des Karrens klappern trotz des sorgfältig mit Bernburger Steinen gepflasterten Bürgersteiges. Die schmiedeeisernen Schieberschlüssel auf der Ladefläche machen den Karren, der von Männern der städtischen Berliner Wasserwerke gezogen wird, noch unhandlicher. An diesem Tag müssen sie einen großen Schieber schließen, einen englischen 36-Zoller. Der liegt inmitten einer typischen Berliner Geschäftsstraße. Die 38 Gewindegänge versprechen ein gehöriges Stück Arbeit, um die Gussleitung mit einem Innendurchmesser von 91 cm zu sperren.

Vor Ort wird eine Eisenstange durch den größten Schieberschlüssel gesteckt, so dass ein Kreuz entsteht. Vier kräftige Männer laufen im Kreis, um mit großer körperlicher Anstrengung den Schieber zu schließen. Die Fahrzeuge, Automobile, Kutschen und Fuhrwerke auf der stark befahrenen Straße bilden sogar einen kurzen Stau, bis sie die Männer umfahren können. Die Menschen strömen zur Einweihung der neu errichteten Kaiser Wilhelm-Gedächtniskirche nach Charlottenburg. Man schreibt den 1. September des Jahres 1895.

Ein Zeitsprung ins Jahr 2009. Es ist der 6. Januar. Die Waldstraße in Johannisthal, einem

Ortsteil in Berlin, steht unter Wasser. Keller laufen voll, überflutete Straßen legen sämtlichen Verkehr lahm. Obwohl das Wasser nur eine Temperatur von 8 °C hat dampft es wie in einer Sauna. Das liegt an den Minus 20 °C Lufttemperatur. Noch ist das Wasser nicht gefroren, denn es strömt ungehemmt aus der gebrochenen Hauptleitung DN 1000. Später wird man feststellen, dass mehr als 10.000 Kubikmeter Wasser ausgetreten sind.

Mit Martinshorn und Blaulicht nähert sich der Entstörungsdienst der Berliner Wasserbetriebe. Jetzt muss alles sehr schnell gehen. Dank modernem GI-System und Kappensuchgeräten sind die zur Sperrung benötigten Schieber schnell gefunden. Ein weiteres Fahrzeug trifft ein. Schieberschlüssel sind schnell zur Hand. Und wieder müssen vier Männer all ihre Kräfte aufbieten, um mit einem großen eisernen Schlüssel den Schieber zu schließen.

Der Einsatzleiter ist mit Mobiltelefon und Laptop ausgerüstet. Er informiert die Kollegen in der Schaltwarte des Wasserwerkes in Friedrichshagen, die den Volumenstrom vom Werk reduzieren. Nach 90 Minuten gelingt es zwei Arbeitskolonnen die neun Schieber und drei Klappen zu schließen, um den Wasseraustritt zu stoppen. Kurz darauf rücken moderne Baufahrzeuge an und die Arbeiter beginnen den Rohrschaden zu beheben. Die erschöpften Mitarbeiter lehnen an einem Baum. Unmittelbar daneben der augenscheinlich sehr alte Schieberschlüssel. Es könnte jener sein, mit dem vor rund 113 Jahren ebenfalls vier Männer einen englischen 36 Zoller sperrten.

In dem Jahrhundert zwischen beiden Ereignissen hat sich der technische Fortschritt rasant entwickelt. Pferdekutschen dienen heute zum nostalgischen Vergnügen und die Wasserversorgung ist weitgehend automatisiert. Doch erdverlegte Armaturen der Wasser- und



**Bild 1:** Mitarbeiter der Berliner Wasserbetriebe beim Schließen eines DN 700 er Verbindungsschieber mit 74 Gang

**Fig. 1:** Employees of the Berlin water utility closing a DN 700 connecting gate valve with 74 turns



**Bild 2:** Schaubild System Berliner Kappe®

**Fig. 2:** The Berliner Kappe® system



**Bild 3:** Inspektion/Wartung eines Schiebers DN 600 mit dem System Berliner Kappe®

**Fig. 3:** Inspection and maintenance of a DN 600 gate valve using the Berliner Kappe® system

Abwasserdruckrohrnetze, der Gas- und Fernwärmenetze werden vielfach weiterhin so bedient wie zu Zeiten als in Deutschland noch Kaiser und Fürsten Kirchen einweihen, die heute dem Gedächtnis vergangener Epochen dienen.

Ein Problem beim Bewegen von Armaturen mit einem mobilen Antrieb ist die Aufnahme des Gegenmoments. Hersteller von Schieberdrehgeräten haben dies bisher durch unterschiedliche Hilfsmittel gelöst: durch Befestigung am Kraftfahrzeug, durch das Körpergewicht, durch schwergewichtige Wagen in denen die Geräte befestigt sind, oder durch das Verkeilen in Hindernisse wie z. B. Bäumen. Häufig ist es allerdings die menschliche Kraft, die das Schieberdrehgerät halten muss. Mit dem System Berliner Kappe® ist dies nicht mehr erforderlich.

### System Berliner Kappe®

Das System Berliner Kappe® ist eine gemeinsame Entwicklung der Berliner Wasserbetriebe (BWB) und der 3S Antriebe GmbH in Kooperation mit AVK Plastics BV. Es besteht aus einem mobilen Armaturenantrieb (3S AIG 1000), einer verdrehsicheren Trageplatte unter der Standard-Straßenkappe und einem mobilen Adapter, durch den der Antrieb auf der verdrehsicheren Trageplatte fixiert wird (Bild 2). Aufwändige Hilfsmittel oder Körper-

kraft werden überflüssig, da das beim Betätigen einer Armatur auftretende Gegenmoment ins Erdreich abgeleitet wird (Bild 3). Geht man davon aus, dass ein kräftiger Rohrleger mit einem Schieberschlüssel ein Drehmoment von ca. 300 Nm erzeugen kann, so ersetzt das System Berliner Kappe® die Kraft von mehr als fünf Männern.

Die Mitarbeiter, die künftig mit der Instandhaltung der Armaturen beauftragt werden, müssen nicht mehr eintönige kräftezehrende Arbeit verrichten, sondern können sich mit Hilfe moderner Technologie der Analyse der Armatur widmen.

### Instandhaltung von Armaturen

Absperrarmaturen in Rohrnetzen sind aufgrund ihrer Anzahl und Bedeutung seit jeher Thema in der Wasserverteilung. In Haupt- und Versorgungsleitungen sind es zumeist Schieber und Absperrklappen die die Aufgabe haben, bestimmte Netzabschnitte bei Bedarf abzusperren. Regelungen von Volumenströmen über Armaturen sind in unseren Netzen eher selten und werden nicht dauerhaft mit Schiebern oder Klappen durchgeführt. Die Normalstellung einer Absperrarmatur ist „AUF“. Lediglich Zonentrennschieber und Entleerungsschieber sind in Ihrer Normalstellung „ZU“. Bei nichtplanbaren Reparaturen (z. B. Rohrschäden) oder

planmäßigen Rehabilitationsmaßnahmen wird eine Absperrarmatur benötigt. Versagt diese ihren Dienst, weil sie beispielsweise schwergängig ist oder nicht dicht schließt, kann dies eine Erweiterung der Sperrung nach sich ziehen, in dessen Folge mehr Kunden als notwendig von einem Ausfall der Wasserversorgung betroffen sind. Bei planmäßigen Rehabilitationsmaßnahmen kann es zu kostenintensiven Verzögerungen des Bauvorhabens führen, wenn im Vorfeld nicht alle Armaturen geprüft wurden. Wie sich eine Vernachlässigung der Instandhaltung von Absperrarmaturen auf die Versorgungssicherheit, den Aufwand bei Rehabilitationsmaßnahmen und das Image eines Wasserversorgungsunternehmens auswirken, können Mitarbeiter der BWB in Erinnerung der letzten zehn Jahre der DDR berichten.

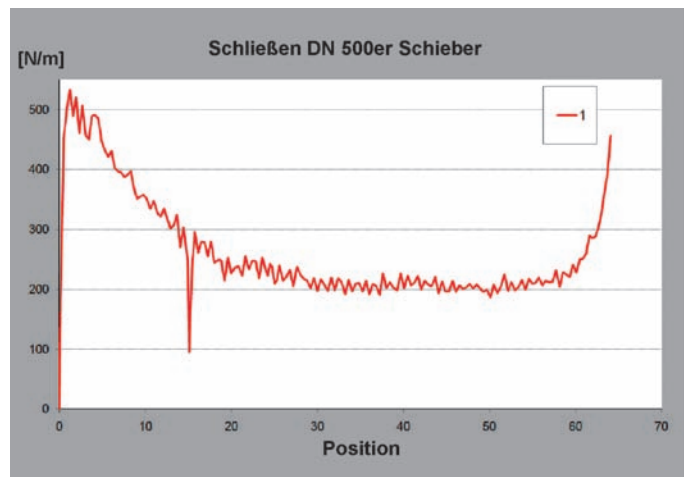
Nach DIN 31051 besteht Instandhaltung aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung. Die Inspektion dient zur Ermittlung und Beurteilung des Istzustandes, die Wartung zur Erhaltung und die Instandsetzung zur Wiederherstellung des Sollzustandes. Der DVGW identifiziert für Armaturen drei verschiedene Instandhaltungsstrategien:

1. Ausfallstrategie – Instandsetzung als Reaktion
2. Präventivstrategie – Instandhaltungsmaßnahmen in definierten Zeitabständen



**Bild 4:** Das 3S-Armaturinstandhaltungsgerät für den Gebrauch ohne System Berliner Kappe

**Fig. 4:** The 3S valve-maintenance unit for use without the Berliner Kappe® system



**Bild 5:** Istzustand; 1. Schließung eines schwergängigen Schiebers DN 500

**Fig. 5:** Actual condition; first closure of a stiff DN 500 gate valve

### 3. Inspektionsstrategie – vorbeugende und zustandsorientierte Instandhaltung

Durch regelmäßige Inspektionen können Mängel rechtzeitig identifiziert und Armaturen planmäßig gewartet bzw. instand gesetzt werden. Durch Wartung wird die Wahrscheinlichkeit, dass Armaturen versagen minimiert, damit die Versorgungssicherheit erhöht und gleichzeitig die Lebensdauer der Armatur

verlängert. Daher empfiehlt der DVGW im Arbeitsblatt W 400-3 für Wasserverteilstellen, zu denen auch die Armaturen zählen, eine vorbeugende und zustandsorientierte Instandhaltung. Die zur Umsetzung dieser Strategie erforderliche Armatureninspektion regelt das Arbeitsblatt W 392. Der empfohlene Inspektionsturnus von

- acht Jahren für Absperrarmaturen,
- vier Jahren für Hydranten und
- einem Jahr für Zonentrennschieber und einigen anderen Armaturen

erscheint vielen Versorgungsunternehmen sehr personalaufwändig und wird daher kritisch betrachtet. Schwergängige Absperrarmaturen erhöhen den Personalaufwand zusätzlich, da diese oft von zwei oder sogar mehr Personen bedient werden müssen. Bei einer Armatureninspektion führen die Unternehmen meist einen vollständigen Schließ- und Öffnungsvorgang durch, um erstens die Gängigkeit über die gesamte Spindel zu inspizieren und um zweitens gleichzeitig eine Wartung durchzuführen – jede Inspektion der Gängigkeit einer Armatur ist gleichzeitig eine Wartung, da durch Betätigen Inkrustationen gelöst werden.

Feste Zyklen für Inspektionen bzw. Wartungen von Armaturen bewirken einen suboptimalen Ressourceneinsatz. Entweder werden die Maßnahmen zu häufig durchgeführt, da der Zustand der Armatur eine erneute Maßnahme noch nicht erfordert. Oder zu selten, um die Funktionalität, die Versorgungssicherheit und die Lebensdauer zu optimieren. Warum ist eine Armatur schwergängig? Warum schließt sie nicht dicht? Schließlich ging sie ja einmal „leicht“ und schloss dicht – als sie

neu war! Was ist vom Zustand einer Armatur bekannt, die sich seit vielen Jahren bzw. Jahrzehnten im Erdeinbau befindet? Sehr gewissenhafte Netzmeister haben Informationen zur Umdrehungszahl, zum Einbaujahr, zum Hersteller und eventuell subjektive Einschätzungen zur Armatur (schwergängig / leichtgängig). Weitere Informationen stehen meistens nicht zur Verfügung. Die geforderte zustandsabhängige Instandhaltung scheiterte somit bisher schon an der Tatsache, dass der Zustand einer Armatur nicht objektiv ermittelt werden kann.

### Zustandsorientierte Instandhaltung von Armaturen

Der mobile Armaturentrieb der Firma 3S Antriebe GmbH ist ein Armaturinstandhaltungsgerät (3S AIG 1000), deckt mit seiner Funktionalität die gesamte Instandhaltungskette ab und ermöglicht eine zustandsorientierte Instandhaltung von Armaturen. Das 3S AIG 1000 kann mit und ohne System Berliner Kappe® eingesetzt werden (**Bild 4**). Mit dem System Berliner Kappe® können Inspektionen bzw. Wartungen von Absperrarmaturen mit dem 3S AIG 1000 ohne körperlichen Aufwand durch eine Person durchgeführt werden (**Bild 3**).

#### Inspektion

Zur Inspektion kann das Armaturinstandhaltungsgerät die Funktionsfähigkeit einer Armatur objektiv erfassen. Seine Digitalelektronik misst das beim Stellvorgang anliegende Drehmoment vom Losbrechen bis zum Schließen über die gesamte Spindel und speichert die



**Bild 6:** Das 3S AIG 1000 erfasst die Gangzahl einer Armatur auf die Nachkommastelle genau

**Fig. 6:** The 3S AIG 1000 records the number of turns of a valve precisely to the decimal place

Daten in Form einer Drehmoment-Weg-Kurve (**Bild 5**). Gleichzeitig erfasst es die Gangzahl der Armatur auf die Nachkommastelle genau (**Bild 6**).

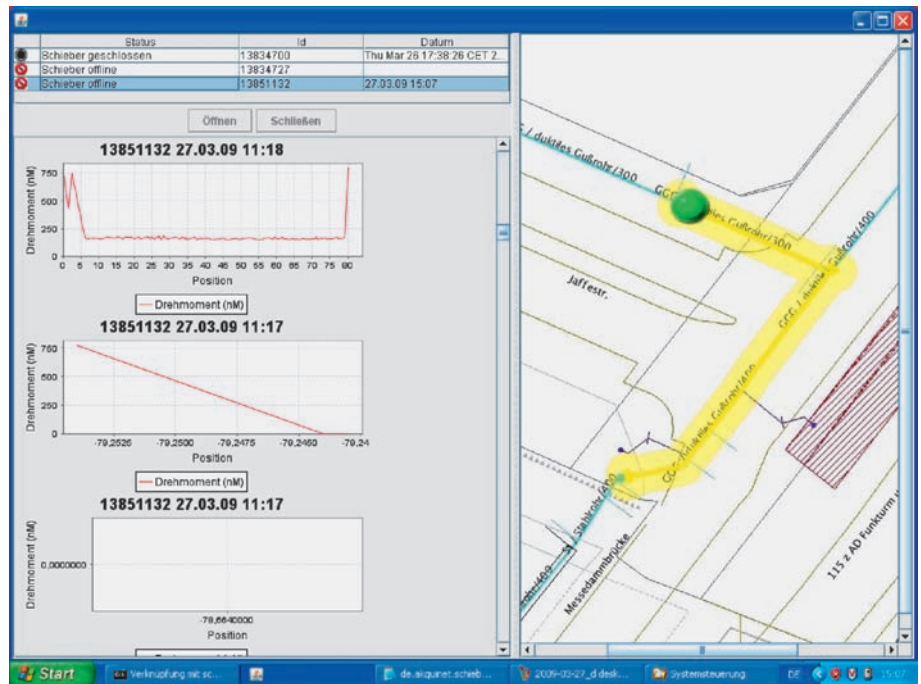
Zusätzlich können Informationen z. B. über den Zustand der Straßenkappe, der Beschilderung oder über den Zustand der Stoffbuchse, vom Inspektionsteam in das Gerät eingegeben werden. Das 3S AIG 1000 verfügt über eine digitale Schnittstelle, über die die erfassten Daten zur externen Verwendung ausgegeben werden können.

Eine Systemintegration dieser Daten bietet zahlreiche Möglichkeiten für Prozessoptimierungen: Die im Rahmen der Inspektion durch das Armaturinstandhaltungsgerät erfassten Zustandsdaten können in einer Datenbank gespeichert und mit der Disposition und dem GIS verknüpft werden (**Bild 7**). Inspektionsaufträge werden dann im (oder sogar vom) System generiert und über die digitale Schnittstelle auf das Gerät transferiert. Das Gerät ordnet die erfassten Daten der entsprechenden Armatur zu. Nach erfolgter Inspektion wird der Zustand der Armatur inkl. Datum, Uhrzeit, Drehmomentkurve, Umdrehungszahl und den weiteren Ergebnissen der Inspektion automatisch im System hinterlegt. Für Verbände und Betreiber ist dies gleichzeitig ein optimaler Tätigkeitsnachweis. Vorschläge für Instandsetzungsaufträge werden automatisch generiert. Im Ergebnis ist eine papierlose Inspektion von der Arbeitsvorbereitung bis zur Generierung der Instandsetzungsaufträge möglich. Gleichzeitig ist der aktuelle Zustand der Armaturen per Knopfdruck allen erforderlichen Mitarbeitern im Unternehmen zugänglich.

**Wartung**

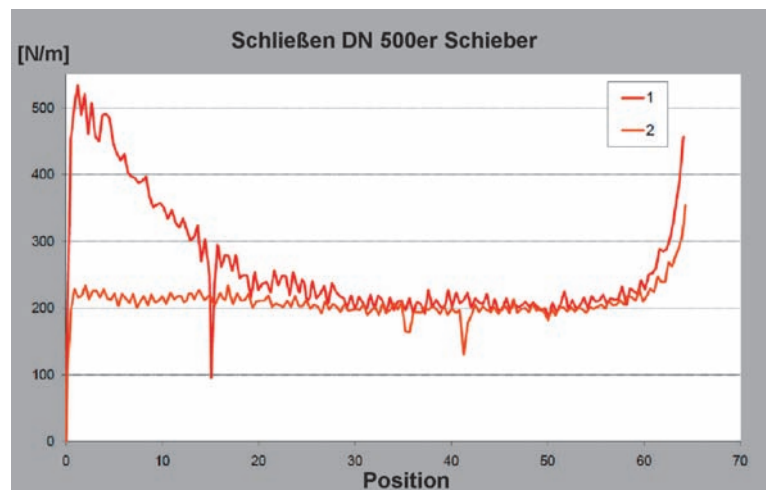
Das Betätigen von Armaturen kann die Gängigkeit und damit die Funktionalität einer Armatur erhalten. Die Drehmomentkurve der zweiten Schließung liegt so gut wie immer unter der der ersten (**Bild 8**). Lässt sich auch durch wiederholtes Öffnen und Schließen der Armatur die Drehmomentkurve nicht glätten, ist dies ein Hinweis auf einen möglichen Schaden der Armatur. Rehabilitationsmaßnahmen bzw. Austauschinvestitionen werden so besser planbar bzw. die Erfordernis objektiv dokumentiert.

Wie oben dargestellt ist Wartung als Erhaltung des Sollzustandes definiert. Schon deshalb ist es erforderlich, den Sollzustand einer Armatur zu bestimmen. Insbesondere bei neuen oder auf Dichtigkeit geprüften Armaturen ist es sinnvoll, den Sollzustand in Form der Drehmomentkurve und der genauen Gangzahl im System zu hinterlegen. Bei einer Inspektion bzw. Wartung wird dann der Ist- mit dem Sollzustand abgeglichen. Die Wartung wird durchgeführt, bis der Sollzustand wiederhergestellt ist. Wird dabei die einmal definierte



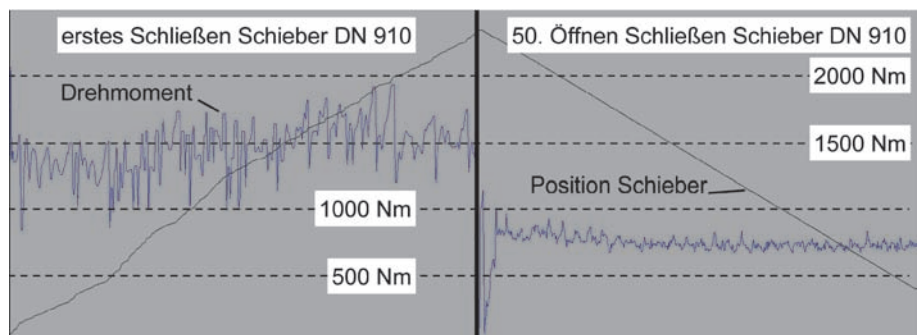
**Bild 7:** Screenshot Test der Verknüpfung der Zustandsdaten einer Armatur mit dem GIS der Berliner Wasserbetriebe

**Fig. 7:** Screenshot of a test of interlinking the condition data for a valve with the Berlin water utility's GIS



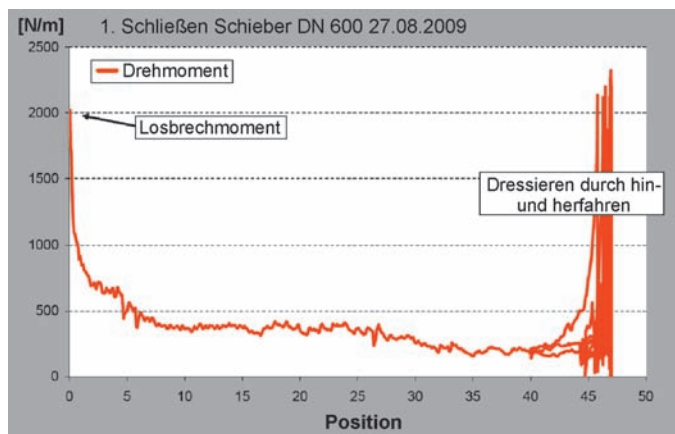
**Bild 8:** Drehmomentkurve der 1. und 2. Schließung eines DN 500er Schiebers

**Fig. 8:** Torque curve for the first and second closure of a DN 500 gate valve

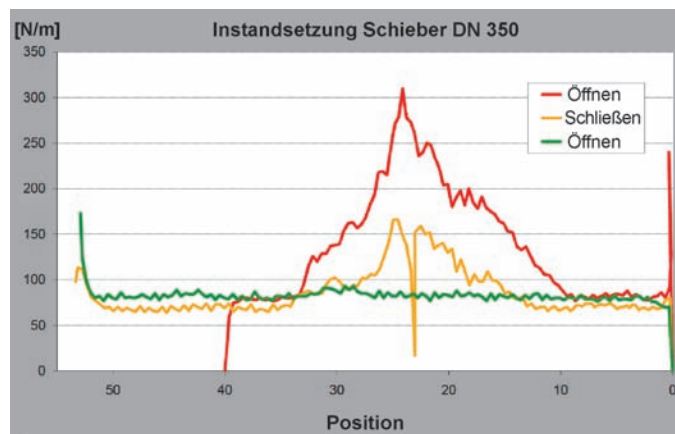


**Bild 9:** Instandsetzung eines Schiebers DN 910

**Fig. 9:** Repair of a DN 910 gate valve



**Bild 10:** Erfolgreiche Instandsetzung eines extrem festsitzenden Schiebers DN 600  
**Fig. 10:** Successful repair of a severely jammed DN 600 gate valve



**Bild 11:** Instandsetzung eines Schiebers DN 350  
**Fig. 11:** Repair of a DN 350 gate valve

Sollgangzahl (auf die Nachkommastelle genau) erreicht, ist dies ein guter Hinweis für den dichten Schluss der Armatur.

Durch eine Betrachtung der Entwicklung der Armaturenzustände können in Abhängigkeit vom Instandhaltungsziel optimale Wartungszyklen prognostiziert und eine vorbeugende und zustandsorientierte Instandhaltung durchgeführt werden. Armaturen werden dann so selten wie möglich, aber so häufig wie nötig inspiziert bzw. gewartet, dass erstens die Funktionalität noch gewährleistet ist und zweitens der Sollzustand wiederherstellbar ist. Somit eröffnet dieses System erstmals die Möglichkeit, der Forderung des DVGW-Arbeitsblattes W 400-3 nach einer zustandsorientierten Instandhaltung nachzukommen – und dadurch die Instandhaltungsaufwendungen zu optimieren und gleichzeitig die Lebensdauer der Armaturen zu verlängern und die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

### Instandsetzung

Ist eine erdeingebaute Armatur schwergängig oder manuell nicht mehr bedienungsfähig, wurde sie bisher ausgetauscht. Das führt in den meisten Fällen zu Tiefbau- und Pflasterarbeiten und kostet schon bei kleineren Armaturen ab DN 80 einige tausend Euro. Für den Austausch großer Armaturen, werden oft fünfstellende Beträge bereitgestellt. Eine neue Absperrklappe DN 1000 kostet kaum unter 7.000 Euro.

Anhand eines alten englischen Schiebers 36 Zoll  $\approx$  DN 910 Baujahr 1892 auf dem Gelände des Zwischenpumpwerkes Berlin-Lichtenberg konnte nachgewiesen werden, dass Schwergängigkeit nicht zwangsläufig den Austausch einer Armatur nach sich ziehen muss. Der Schieber hatte 38 Gänge, war also auch als neuer Schieber nicht einfach zu drehen. Aufgrund seiner Schwergängigkeit wurde er schon seit Jahrzehnten nicht

mehr bewegt. Eine neue Armatur wurde unterdessen eingebaut und hat die Funktion des alten Schiebers übernommen. Mit dem Prototyp des Armaturinstandhaltungsgeräts gelang es, nach 50 Öffnungs- und Schließvorgängen aus diesem „unbeweglichen“ Schieber wieder einen voll funktionstüchtigen Schieber zu machen. Das Drehmoment wurde von 2100 Nm (Losbrechmoment) bis auf 500 Nm (Schließvorgang) und 700 Nm (Öffnung) reduziert (**Bild 9**). Dieses Beispiel zeigt, dass sich das Armaturinstandhaltungsgerät vorzugsweise mit dem System Berliner Kappe® in kürzester Zeit amortisieren kann, wenn schwergängige Armaturen leichtgängig gemacht werden, anstatt sie auszuwechseln.

Weitere Instandsetzungserfolge aus dem Jahr 2009 sind in **Bild 10** und **Bild 11** dargestellt, durch die der Austausch der Armaturen nicht mehr erforderlich war.

### Entstörungsdienst

Im Rohr schadensfall kommt es oft darauf an, die entsprechenden Absperrarmaturen schnell zu schließen. In Städten kann sich deren Anzahl auf sechs oder mehr Schieber summieren. Je nach Größe und Zustand der Armaturen und vorhandenem Personal können durchaus ein bis zwei Stunden vergehen bis der Wasseraustritt gestoppt werden kann.

Durch die Nachrüstung mit der Berliner Kappe® ist es nicht nur möglich, einzelne Armaturen schneller zu schließen, sondern auch die Gesamtsperrezeit durch den Einsatz mehrerer Drehgeräte ohne zusätzlichen Personalaufwand zu reduzieren. Das kann abgesehen von einem effizienteren Entstörungsdiensteinsatz auch geringere Folgeschäden bedeuten – für Versicherungen möglicherweise ein interessanter Aspekt.

### Ausblick

Die verdrehsichere Trageplatte für Schieberkappen ist derzeit im Feldtest und wird ab Mitte des Jahres durch AVK Mittelmann Armaturen GmbH in Deutschland erhältlich sein. Die Berliner Kappe® wird eingebaut wie eine herkömmliche Trageplatte. Bei Einführung des Systems muss entschieden werden, ob die neuen Trageplatten im laufenden Baugeschehen (Armaturenwechsel, Auswechslung von Leitungen, Neulegungen, Straßenbau, usw.) eingebaut werden. Mehrkosten fallen so im Verhältnis zur Gesamtbaumaßnahme weniger ins Gewicht. Des Weiteren kann das System Berliner Kappe® gezielt in bestimmten Rohrnetzabschnitten nachgerüstet werden. Eine Kosten-Nutzenanalyse kann dabei hilfreich sein. Natürlich ist das Armaturinstandhaltungsgerät 3S AIG 1000 auch schon vor dem Einbau der Berliner Kappe® einsetzbar.

### Autoren:

**Dipl.-Kfm. Axel Sacharowitz**  
 3S Antriebe GmbH, Berlin

Tel. +49 30 7007764-11  
 E-Mail:  
 a.sacharowitz@3s-antriebe.de



**Dipl.-Ing. Carsten Utke**  
 Berliner Wasserbetriebe, Berlin

Tel. +49 30 864435-00  
 E-Mail: Carsten.Utke@bwb.de

