

S. IMMEL; S. SCHIMMELPFENNIG; N. KLEIN; C. UTKE; R. GNIRSS

# Brunnengalerien und Rohwasserleitungen online reinigen

Brunnen unterliegen natürlichen Alterungsprozessen, ebenso beeinträchtigen Ablagerungen und Verockerungen in Rohrleitungen den Wassertransport.

Die Berliner Wasserbetriebe (BWB) betreiben mehr als 650 Brunnen zur Trinkwasserversorgung. Diese Brunnen speisen über Brunnengalerien und Rohwasserleitungen die Wasserwerke. Ein Großteil der Brunnen unterliegt natürlichen Alterungsprozessen. Die langjährige Betriebspraxis der BWB zeigt, dass Eisenbakterien für die Brunnentalterung eine wesentliche Rolle spielen. Die Brunnen verockern. Mit entsprechenden Brunnenbehandlungsmaßnahmen, dem Einsatz alternativer Ausbaumaterialien sowie mit möglichst wenig Brunnenschaltungen wird versucht, die Alterungsprozesse zu verlangsamen. Ablagerungen und Verockerungen in den Rohrleitungen führen zu erhöhten Druckverlusten. Eines der Ziele des vom Bundesministerium für Bildung und For-



schung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens „Mikrobielle Verockerung in technischen Systemen“ ist, innovative Reinigungsverfahren wie das Impulsspülverfahren in der Praxis einzusetzen und die Effekte zu bestimmen /1/. Die BWB erwarten neue Strategien zum nachhaltigen Management der Brunnen und des Netzes, um die Kosten für den Brunnen- und Netzbetrieb und die Energiekosten deutlich reduzieren zu können. Damit leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag zur Sicherstellung und Optimierung der Trinkwasserversorgung unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Aspekte.

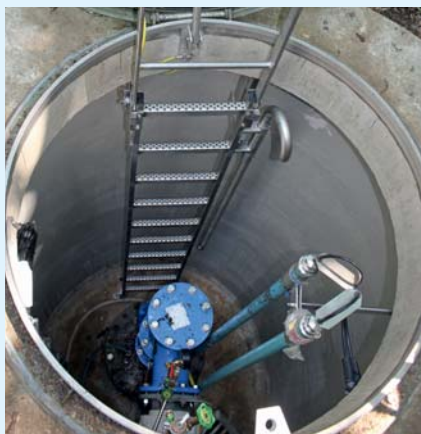
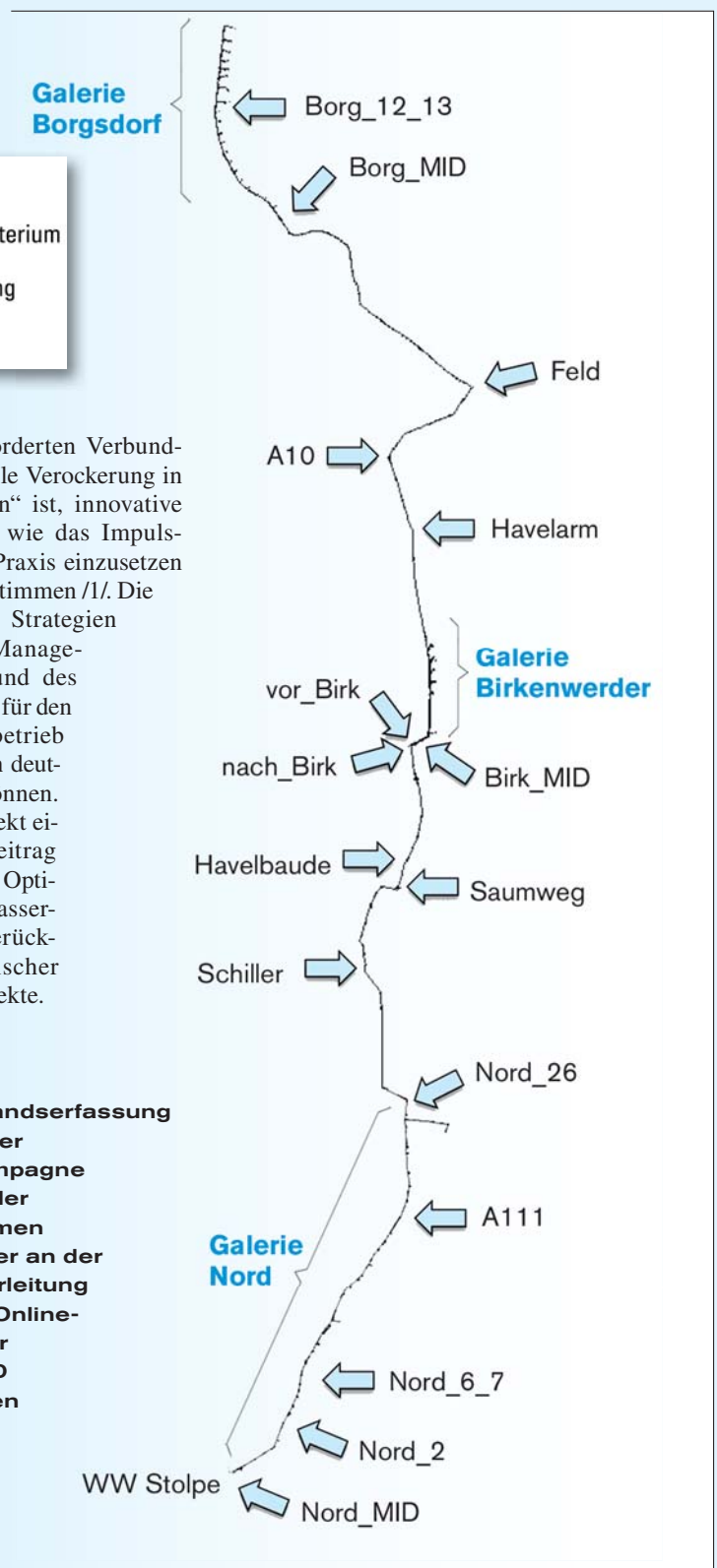


Bild 1 Vertikalbrunnen auf der Insel Baumwerder liefern das Rohwasser für das Wasserwerk Tegel  
Foto: Andritschke

Bild 2 Zustandserfassung während der ersten Kampagne und Lage der 13 autonomen Drucklogger an der Rohwasserleitung und der 3 Online-Manometer an den MID der Galerien



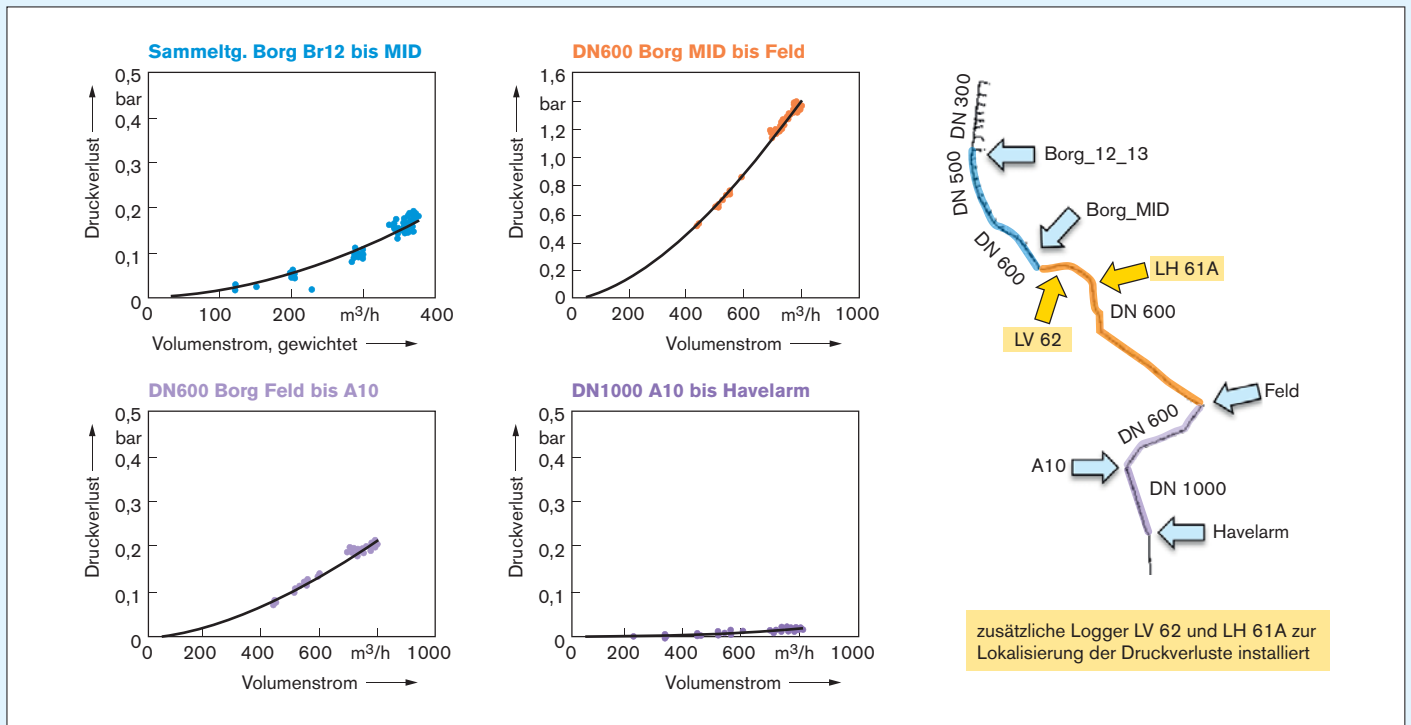


Bild 3 Kennlinien der Rohrleitungsabschnitte zwischen den Galerien Borgsdorf und Birkenwerder, ermittelt in der ersten Kampagne

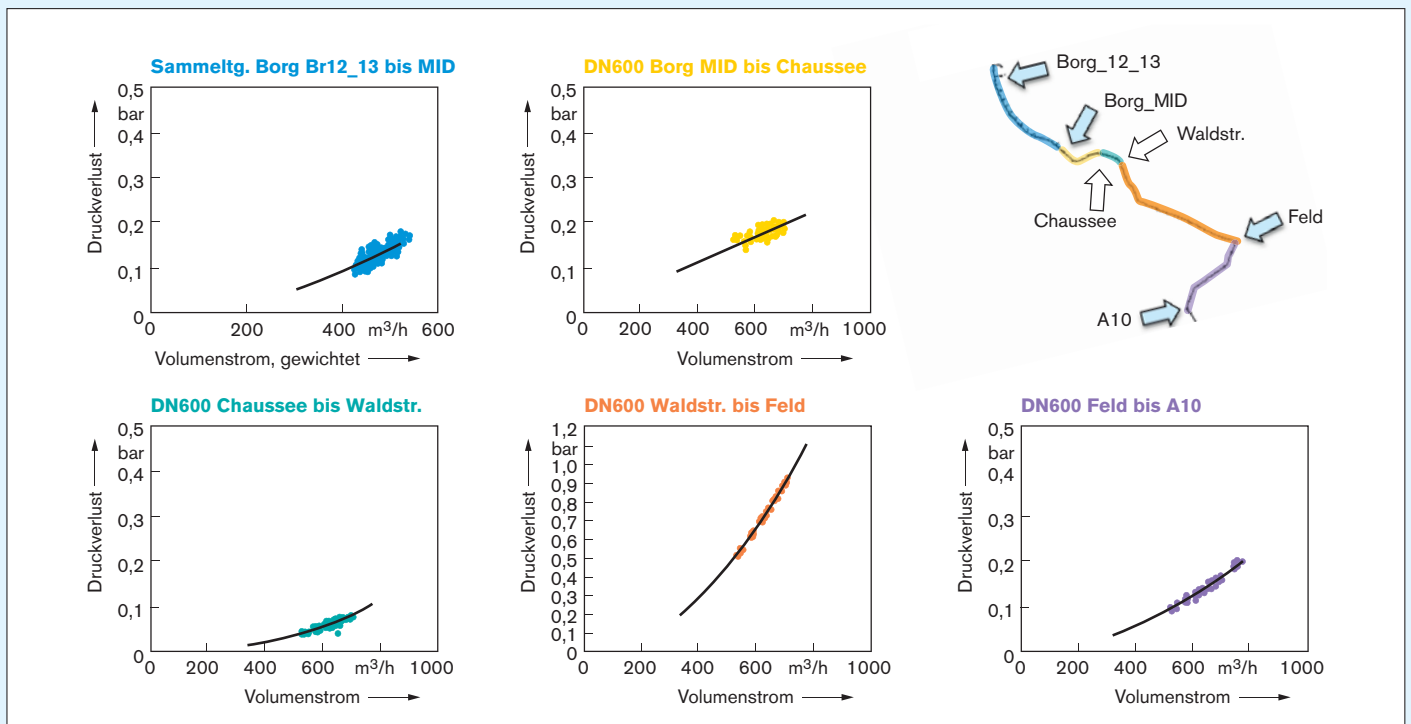


Bild 4 Kennlinien der Rohrleitungsabschnitte zwischen den Galerien Borgsdorf und Birkenwerder, ermittelt in der zweiten Kampagne

### Verfahrenstechnik oder Verfahrensgrundlage

Das Reinigen von Rohrleitungen im Trinkwasserbereich setzt eine Außerbetriebnahme der Leitungen voraus. Dadurch steht während dieser Maßnahme kein Trinkwasser zur Verfügung. Diese Vorgehensweise war bisher auch beim Reinigen von Rohwasserleitungen üblich. Problematisch sind hierbei aber vor allem die großen Spül-

wassermengen und deren Entsorgung. Deshalb lag es nahe, nach Alternativen zu suchen, um zumindest Teilbereiche online zu reinigen.

Bei der Online-Reinigung, etwa von Abwasserdruckleitungen oder bestimmten Kühlwasserleitungen, wird während des Wassertransports mit dem vorliegenden Wasser gereinigt. Spülwasser aus Abwasserdruckleitungen lässt sich anschließend

im Klärwerk aufbereiten. Zur Online-Reinigung von Abwasserdruckleitungen kommen Reinigungstechniken wie die Druckluftspülung entsprechend DWA-A 116-3 /2/ und immer häufiger das Impulsspülverfahren zum Einsatz. Dabei ist es vorteilhaft, dass sich mit dem Impulsspülverfahren bestimmte, durch Einspeisestellen definierte Abschnitte gezielt und intensiv reinigen lassen.

### Demonstration Tegel-Nord: Rohwasserleitung

Nun stellte sich die Frage, ob diese Technik auf Brunnengalerien und Rohwasserleitungen übertragbar ist und welche Voraussetzungen zu erfüllen sind. Dazu untersuchten die BWB und die Fa. Hammann im Rahmen eines BMBF-Forschungsprojektes verschiedene Vorgehensweisen. Die BWB stellten die Rohwasserleitung und die Fa. Hammann die Reinigungstechnik zur Verfügung. Gemeinsame Überlegungen führten zu einem Arbeitsprogramm, um die Maßnahme effizient durchführen zu können.

Die BWB bereiten im Wasserwerk Stolpe jährlich zwischen 20 und 24 Mio. Kubikmeter Rohwasser aus 4 Galerien entlang der Oberhavel mit insgesamt 91 Brunnen auf. Mit zunehmender Betriebsdauer nimmt die Leistung der Pumpen, aber auch der Rohrleitung ab. Während die Pumpen mit geringerer Leistung durch neuwertige ersetzt werden, war bisher die Beurteilung der Rohwasserleitung und Brunnengalerien nicht oder nur eingeschränkt möglich. Dazu ist eine Zustandserfassung nicht nur der gesamten Rohrleitung, sondern auch einzelner Rohrleitungsabschnitte notwendig.



Bild 5 Durch Comprex-Einheit gesteuerte Einspeisung von Druckluft und Stickstoff in Brunnenleitung

Foto: Hammann GmbH

### Zustandserfassung der Rohrleitungsabschnitte

Zur Zustandserfassung sind zunächst die messtechnischen Voraussetzungen zu schaffen. Dann lassen sich durch Leistungsfahrten die Rohrleitungskennlinien der einzelnen Rohrleitungsabschnitte bestimmen. Dadurch sind nicht nur der aktu-

elle Zustand, sondern auch der Zustand nach einer Reinigungsmaßnahme und die Leistungsverbesserung erkennbar. Die Lage der drei Galerien und Rohrleitungsabschnitte, die bei der ersten Kampagne mit 3 Online-Manometern an den MID bzw. mit 13 autonomen Druckloggern ausgestattet wurden, sind in Bild 2 (S. 15) dargestellt.

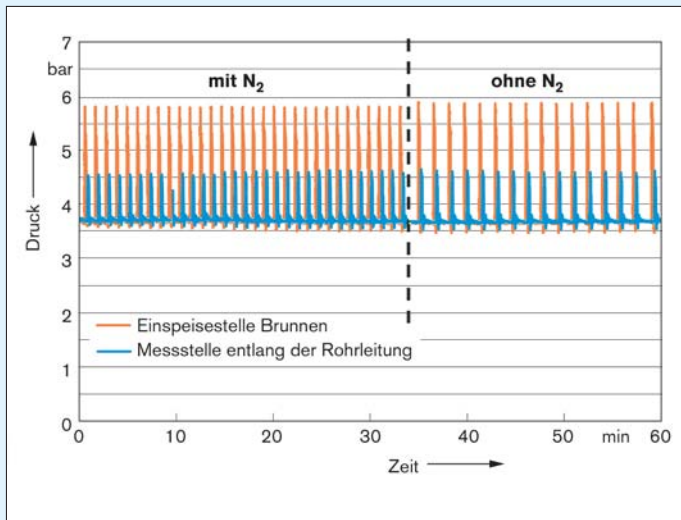


Bild 6  
**Druckverlauf mit Stickstoffzugabe zur zeitweisen Leistungssteigerung des Complex-Verfahrens und ohne Stickstoffzugabe**

Fremdstoffe, die die Aufbereitung im Wasserwerk stören. Zur Reinigung von Rohrleitungen größer DN 400 sind grundsätzlich zwei leistungsstarke Complex-Einheiten erforderlich, um genügend Druckluft zum Ausbilden von Luft- und Wasserblöcken in kurzen Intervallen zur Verfügung stellen zu können. Während der zweiwöchigen Maßnahme kamen erstmalig zwei innovative Ideen zur Anwendung. Einerseits ersetzten Flaschenbatterien mit Stickstoff die zweite Complex-Einheit, um den Aufwand für Personal und Technik gering zu halten. Andererseits ermöglichte eine neue Steuereinheit, die inzwischen zum Patent angemeldete Modulation der Impulsabgabe. Im Zuge der Maßnahme wurde an 20 Brunnen und einem Hydranten auf der Rohrleitung das Arbeitsgas eingespeist (Bild 5, S. 17).

Aus der Forschungstätigkeit im BMBF-Verbundprojekt ist weiterhin bekannt, dass der Druckverlauf im Reinigungsabschnitt Auskunft über die Effizienz der Reinigung gibt. Diese Erkenntnis half, die Einstellparameter zu optimieren. So zeigte sich, dass Drosseln des Volumenstroms durch Abschalten einiger Pumpen die Wirksamkeit der Reinigung erhöhte. Das Monitoring mit der im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts entwickelten Messeinrichtung lieferte dazu die notwendigen Informationen. Rechnerisch ergeben sich bei den gewählten Einstellungen Luft- und Wasserblöcke zwischen 30 m und 50 m Länge. Den Einfluss der zusätzlichen Stickstoffzugabe zeigt Bild 6.

Der Stickstoff gelangte von der Flaschenbatterie über eine Druckreduzierung direkt in den Vorrattank der Complex-Einheit, der die Druckimpulse steuerte (Bild 5, S. 17). Es zeigte sich, dass Stickstoff aus einer Flaschenbatterie schneller zur Verfügung steht als Druckluft von einem Kompressor einer Complex-Einheit. Rechnerisch ermöglichte die Stickstoffunterstützung, die Leistung einer Complex-Einheit gar um das 2,5-fache zu steigern. Der Stickstoffbedarf betrug je Brunnenanschlusslei-

Die an den Rohrleitungsabschnitten zwischen den Brunnengalerien Borgsdorf und Birkenwerder ermittelten Kennlinien sind in Bild 3 (S. 16) zu sehen. Hier ist im roten Rohrleitungsabschnitt DN 600 ein sehr hoher Druckverlust erkennbar. Dies ist der Grund dafür, diesen Abschnitt weiter zu untersuchen. Die anderen Abschnitte zeigen moderate bis keine Druckverluste.

Im nächsten Schritt war die Ursache für die hohen Druckverluste in dem etwa 1.300 m langen Abschnitt DN 600 zu finden. Hierzu wurden in der zweiten Kampagne weitere Drucklogger sowohl an den Hauptleitungen als auch an den Brunnenanschlüssen eingebaut. Ein Vergleich der gemessenen Druckverluste mit berechneten Soll-Werten diente zur Abschätzung möglicher Energieeinsparung nach der Verbesserung.

Bild 4 (S. 16) zeigt die Kennlinien aufgrund der Messungen an den 5 Druckloggern. Die Einbaulage ist aus der Skizze ersichtlich. Auffällig ist der 925 m lange rot gekennzeichnete Abschnitt, der statt DN 600 hydraulisch nur noch eine ermittelte Nennweite DN 412 aufwies.

Aus Befahrungen der Rohrleitung an ausgewählten Stellen war bekannt, dass sich während der Betriebsdauer dicke Ablagerungen gebildet hatten.

Die BWB und die Fa. Hammann sind am BMBF-Verbundprojekt „Mikrobielle Verockerung in technischen Systemen“ beteiligt. Ein Ergebnis der Forschungstätigkeit ist eine neue Fahrweise der Complex-Reinigung, um mit weniger Wasser eine höhere Reinigungswirkung zu erreichen. Dies führte zur Überlegung, das in einem Zeitfenster während der Reinigung anfallende Spülwasser über die Filter des Wasserwerks aufzubereiten statt zu entsorgen. Die Stoffe in den Ablagerungen der Rohwasserleitung stammen aus den Trübstoffen und dem Rohwasser selbst. Sie sind also keine

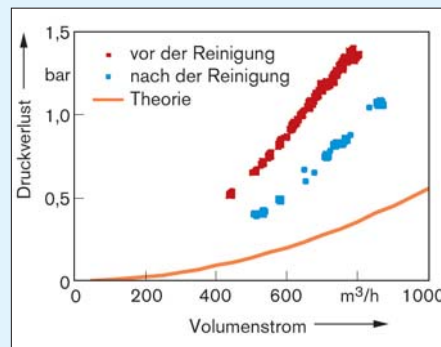


Bild 7 **Vergleich der Rohrleitungs-kennlinien vor und nach der Complex-Reinigung**

### Complex-Reinigung zum Ertüchtigen von Rohwasserleitungen

Das Impulsspülverfahren Complex kam bei den BWB zur Reinigung großer Rohwasserleitungen schon öfter zum Einsatz. Dabei wurden bestimmte Rohrleitungsabschnitte während der Reinigung außer Betrieb genommen /3, 4/. Die Spülwässer wurden entweder über das Wasserwerk in Absetzbecken geleitet oder über Versickerungsflächen entsorgt. Diese Vorgehensweise war bei den hier beschriebenen Rohrleitungsabschnitten an der Hauptleitung und den Brunnengalerien nicht möglich. Innovative Lösungen waren erforderlich.



Bild 8 **Wirksamkeit der Complex-Reinigung an Brunnenanschlussleitungen DN 200**  
 Foto: BWB

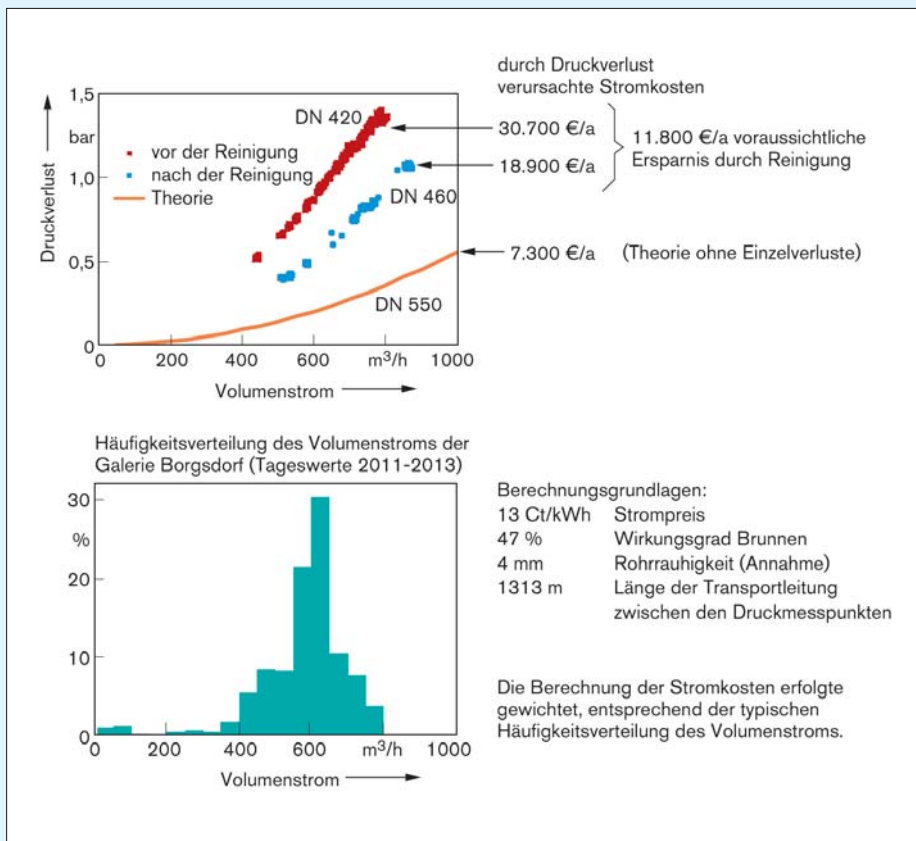


Bild 9 **Abschätzung der Energieeinsparung durch die Complex-Reinigung**

#### LITERATUR

- /1/ BMBF-Verbundprojekt „Mikrobielle Verockerung in technischen Systemen“:  
<http://www.anti-ocker.de>
- /2/ DWA-A 116-3 Besondere Entwässerungsverfahren – Teil 3: Druckluftgespülte Abwassertransportleitungen (Mai 2013)
- /3/ <http://www.hammann-gmbh.de/de/269/anwendungen/kommunale-netze/rohwasserleitungen/dn-1000-ww-stolpe/teil-1.html>
- /4/ <http://www.hammann-gmbh.de/de/206/complex/complex-im-film/rohwasserleitungen.html>

#### KONTAKT

##### Berliner Wasserbetriebe

Forschung und Entwicklung  
Regina Gnirss, Leiterin  
Sebastian Schimmelpfennig  
Carsten Utke  
Alexander Sperlich  
Neue Jüdenstraße 1  
10179 Berlin  
Tel.: 030/8644-0  
E-Mail: [Regina.gnirss@bwb.de](mailto:Regina.gnirss@bwb.de)  
[www.bwb.de](http://www.bwb.de)

##### Hammann GmbH

Hans-Gerd Hammann  
Sebastian Immel  
Norbert Klein  
Zweibrücker Straße 13  
76855 Annweiler am Trifels  
Tel: 06346/3004-0  
E-Mail: [info@hammann-gmbh.de](mailto:info@hammann-gmbh.de)  
[www.hammann-gmbh.de](http://www.hammann-gmbh.de)

tung etwa zwei Batterien mit je 12 Flaschen. Eine Batterie reichte für etwa 30 Minuten aus, um kurze Rohrleitungsabschnitte wie Brunnenanschlussleitungen zu reinigen (Bild 6, S. 18). Zur Reinigung der Hauptleitung DN 600 kam an zwei Tagen eine weitere Complex-Einheit dazu. Durch die Stickstoffunterstützung ließ sich die Leistungsfähigkeit der beiden Complex-Einheiten soweit steigern, als wenn 5 Complex-Einheiten im Einsatz wären.

#### Ergebnisse

Die Maßnahme zeigte, dass die Complex-Reinigung bei reduzierter Fahrweise von Rohwasserleitungen in bedarfsschwachen Zeiten auch online möglich ist. Die neuen Erkenntnisse ließen sich in die Praxis umsetzen. Die Leistung der Rohrleitungen konnte gesteigert werden. Bild 7 (S. 18) zeigt die theoretische Rohrleitungskennlinie sowie die bei Leistungsfahrten ermittelten Werte der Rohrleitung vor und nach der Reinigung.

Auch die Befahrung des Rohrleitungsabschnitts nach der Complex-Reinigung zeigte eine deutliche Verbesserung, insbesondere an den Anschlussleitungen zu den Brunnen (Bild 8, S. 18).

Der Vergleich der Rohrleitungskennlinien (Bild 7, S. 18) führt zur Annahme, dass außer den Ablagerungen noch andere Einflussgrößen Druckverluste verursachen. In einer weiteren Maßnahme soll die Funktion der Armaturen überprüft werden. Anhand dieser Rohrleitungskennlinien und der

Häufigkeitsverteilung des Volumenstromes in der Rohrleitung lässt sich die bereits heute realisierte Energieeinsparung durch die Reinigungsmaßnahme abschätzen (Bild 9). Danach haben sich die Kosten für die Complex-Reinigung spätestens nach zwei Jahren amortisiert.

#### Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Verbundvorhaben „Mikrobielle Verockerung“ unter der Projektkoordination von Prof. Szewzyk (TU Berlin) erarbeitet. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch das BMBF (Förderkennzeichen 02 WT1189 und 02 WT1191).