

Untersuchungen zur hydrodynamischen Kanalreinigung

Dr.-Ing. habil. Detlef Aigner

Dipl.-Ing. Marlene Pollok

Zusammenfassung

Als recht kostengünstige und effektive Methode zur Reinigung von Abwasserkanälen vor allem im unteren Nennweitenbereich hat sich das Hochdruckspülverfahren als hydrodynamische Kanalreinigung durchgesetzt. Nebeneffekt beim Einsatzes von Hochdruckspüldüsen ist das Erzeugen einer starken Luftströmung verbunden mit einem Drucksprung vor und hinter der Düse. Bei unzureichender Be- und Entlüftung der zu reinigenden Kanalabschnitte und Hausanschlussleitungen kann es dadurch zum Versagen der Geruchsverschlüsse durch Aussaugen oder Ausblasen und damit zu Geruchsbelästigungen der Anwohner und zu Verschmutzungen kommen. Anlass für die Stadtentwässerung Dresden, die Technische Universität mit der Untersuchung dieses Vorganges zu beauftragen.

Summary

The hydrodynamic technique of high pressure jetting came out top as the most cost-effective and effectual method for cleaning sewers, especially in the narrower ducts. One side effect of the use of high pressure jetting is the strong air current which is created by the pressure difference at both ends of the jet nozzle. In the case of inadequate ventilation in the sections of the sewers and service pipelines to be cleaned, there is a risk to householders of an unpleasant odour or even contamination due to the failure of u-bends. This is why the Technical University of Dresden has been asked to investigate the operation on behalf of Dresden's sewage treatment department (Stadtentwaesserung Dresden).

Einleitung

Das hydrodynamische Prinzip der Hochdruckspülung hat sich bis heute als das beste und wirtschaftlichste Verfahren für die Reinigung von nichtbegehbaren Abwasserkanälen herausgestellt. Durch die ständige Weiterentwicklung der eingesetzten Technik und die Optimierung der Arbeitsbedingungen konnte die Leistungsfähigkeit zunehmend gesteigert werden. Den im Kanalsystem vorherrschenden Bedingungen, insbesondere den Luft- und Druckverhältnissen während des Spülvorgangs, wurde bislang jedoch keine ausreichende Beachtung geschenkt.

Gegenwärtig haben Entwässerungsbetriebe vermehrt Beschwerden von Anwohnern nachzugehen, welche über Schäden berichten, die im Zusammenhang mit durchgeführten

Spüleinsätzen im Nennbereich unter DN 400 auftraten. Ein konkreter Nachweis über die Schadensursachen konnte aber bislang noch nicht erbracht werden.

Infolge dessen beauftragte die Stadtentwässerung der Landeshauptstadt Dresden das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik der Technischen Universität Dresden (IWD) mit der Durchführung von Modellversuchen.

Als Ziel dieser Untersuchungen wurde die Ermittlung der Ursachen dieser Erscheinungen und die Erarbeitung von Vorschlägen zu deren Vermeidung vereinbart. Mit Hilfe einer Betriebsvorschrift sollen einerseits die Anlieger über mögliche Erscheinungen informiert und auf Möglichkeiten zu deren Vermeidung hingewiesen werden und andererseits die Mitarbeiter der Stadtentwässerung Dresden so informiert und eingewiesen werden, dass bestimmte Randbedingungen bei der Anwendung der hydrodynamischen Reinigung berücksichtigt und damit Störungen und Schaden minimiert bzw. ganz ausgeschaltet werden.

Problemanalyse

Um die Randbedingungen für die Versuche festzulegen, Schadensarten zu charakterisieren und mögliche Ursachen abzuleiten, wurden Fragebögen an verschiedene Kanalnetzbetreiber verschickt und ausgewertet.

Die gefährdeten Bereiche konnten dadurch eingegrenzt, Bedingungen vor Ort ermittelt und variierbare Parameter der Spültechnik festgelegt werden.

Die Umfrageergebnisse lassen erkennen, dass hauptsächlich Schmutzwasserkanäle der Nennweite DN200 und DN250 betroffen sind. Eine grobe Analyse der Beschwerdegründe ergab, dass in den meisten Fällen das Sperrwasser aus den Geruchverschlüssen von Entwässerungsgegenständen abgesaugt oder ausgeblasen wurde, was zwangsläufig Geruchsbelästigung und Verunreinigungen zur Folge hatte. Meist waren davon Entwässerungseinrichtungen im Keller und Erdgeschoss betroffen.

Die überwiegend vorhandenen Revisionsschächte waren in der Regel verschlossen, Rückstausicherungen fehlten oft ganz und Hausentlüftungen waren falsch verlegt, zu gering dimensioniert oder gar nicht vorhanden. Dabei wurden die für die Nennweite und den Reinigungszweck geeigneten rundumstrahlenden Düsen mit verschiedenen Strahlwinkeln und den erforderlichen Drücken eingesetzt.

Mit Hilfe der Umfrageergebnisse und in Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Randbedingungen bei der Durchführung der Modellversuche eingegrenzt, die Kanaldurchmesser festgelegt und ein Versuchsablauf erarbeitet.

Modellversuche

Mögliche Wechselwirkungen zwischen Entwässerungsanlagen und Spülprozess wurden sowohl theoretisch als auch praktisch an einem Kanalmodell untersucht und aufgezeigt. Um realitätsnahe Bedingungen zu schaffen, wurde ein über 20 m langer Kanal (KG) mit zwei abzweigenden Hausanschlussleitungen DN 150 (Winkel der Einbindung 45° und 87°) im Hubert- Engels Labor der TU Dresden aufgebaut und unter Einsatz eines Spülfahrzeuges (CANALMASTER F100E, Pumpenleistung: 120bar/320l/min) der Stadtentwässerung Dresden das Reinigungsverfahren nachgestellt. Dabei wurden zwei Düsenarten untersucht, eine Granatdüse (6 Düseneinsätze mit 3,1 mm Durchmesser und 30° Abstrahlwinkel) und eine Bombendüse (10 Düseneinsätze, 5 mit 2,1 mm Durchmesser und 6° Abstrahlwinkel sowie 5 Einsätze mit 2,6 mm Düsendurchmesser und 12° Abstrahlwinkel). Durchfluss und Druck an den Düsen wurden am Kanalfahrzeug eingestellt und abgelesen. Zur Kontrolle wurde der Durchfluss zusätzlich im Labor gemessen. Die Düsen wurden mit Hilfe der an den Düsenköpfen erzeugten Strahldruckkraft in den Modellkanal eingezogen und anschließend wieder mit Hilfe der Haspel am Kanalfahrzeug herausgezogen. Die Messwerte wurden außerdem ohne Bewegung der Düsen erfasst. Am Modell wurden die Drücke bzw. Druckdifferenzen und die Luftgeschwindigkeiten in den Kanälen der Nennweiten DN 200, 300 und 400 bei Einsatz zwei verschiedener Kanalreinigungsdüsen und in Abhängigkeit vom Betriebsdruck der Düsen bestimmt. Unter allen Bedingungen und zusätzlich simulierter Verstopfung wurden die Druckschwankungen in den Hausanschlüssen gemessen. Angebrachte Geruchverschlüsse verdeutlichten die Problematik zusätzlich visuell. Die Messwerterfassung erfolgte im statischen und dynamischen Zustand der Düsen, also bei Stillstand und bei Bewegung.

Untersuchungsergebnisse

Durch die Zerstäubung der mit hoher Geschwindigkeit aus der Kanalreinigungsdüse austretenden Wasserstrahlen wird Luft angesaugt und mitgerissen. Es kommt es zu einer Luftströmung, welche durch die behinderte Luftzufuhr und -ableitung im begrenzten Kanalsystem zu Druckunterschieden an der Düse führt.

Vor dem Düsenkopf entsteht eine Sogwirkung, verbunden mit Unterdruck. Hinter der Düse baut sich in Strömungsrichtung ein Überdruck auf.

In den einmündenden Hausanschlüssen findet beim Passieren der Kanalreinigungsdüse ein Druckausgleich und Richtungswechsel der Luftströmung statt. Wenn das Sperrwasser keinen ausreichenden Widerstand gegen die Druckschwankung bietet, können dabei Geruchverschlüsse leergesaugt oder ausgeblasen werden. Sollte es bereits vor dem Passieren der Düse zum vollständigen oder teilweisen Absaugen kommen, wird der

austretende Luftvolumenstrom das verbleibende Sperrwasser und die in den Entwässerungsleitungen anhaftenden Schmutzstoffe ablösen, transportieren und austragen.



Abbildung 1: *Modellversuch im Hubert-Engels-Labor der TU Dresden*

Zusammenfassend konnten folgende Schlussfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen gezogen werden:

- Beim Einsatz der Hochdruckspültechnik kommt es zu einer starken Luftströmung im Kanal, hervorgerufen durch eine Ejektorwirkung der Kanalreinigungsdüsen. Dieser Luftbedarf der Düsen wird durch eine Luftzufuhr im Kanal ausgeglichen. Diese Wechselwirkung erzeugt einen mehr oder weniger großen Drucksprung an der Düse.
- Beim Passieren von Hausanschlussleitungen kommt es zum Druckausgleich und somit zu einer Druckschwankung verbunden mit einem Wechsel der Luftströmungsrichtung. Dabei werden in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten Geruchverschlüsse ausgeblasen oder leergesaugt.
- Die Größe der Druckschwankung ist abhängig von der Düsenart, dem Düsenvordruck, dem Kanaldurchmesser, der Kanalverschmutzung und der Möglichkeit der Luftbereitstellung bzw. Luftableitung im Kanal.
- Die Auswirkung dieser Druckschwankung auf die Anlieger hängt von der Funktionsweise der Be- und Entlüftung in der Hausanschlussleitung ab.

- Eine große Luftströmung und große Druckdifferenzen erzeugen vor allem Düsen mit geringem Strahlwinkel und einer großen Wasserfördermenge.
- Höhere Drücke an der Reinigungsdüse erzeugen größere Druckdifferenzen und Luftströmungen.
- Die Druckdifferenzen erreichen vor allem in kleinen Kanälen mit einem Durchmesser um DN 200 ein Maximum.
- Der Luftbedarf der Düse kann durch eine verbesserte Luftzufuhr bzw. Luftableitung im Kanal ausgeglichen werden, was zu einer Verringerung der Druckdifferenzen führt. Vor dem Düsenkopf entsteht eine Sogwirkung, verbunden mit Unterdruck, und in Strömungsrichtung ein Überdruck. Steigender Luftbedarf der Düse und sinkende Luftzufuhr bzw. Luftableitung erhöht die Druckdifferenz.
- Ziel ist es, die Druckdifferenz am Düsenkopf der Hochdruckspüleinrichtung zu reduzieren und gleichzeitig zu erreichen, dass die Hausanschlussleitung eine gewisse Druckschwankung mit wechselnder Luftströmung verkraftet.
- Die Druckschwankung kann einerseits durch die Verringerung des Luftbedarfes der Düse (Düsenart, Düsenvordruck) und andererseits durch die Verbesserung der Luftzufuhr bzw. Luftableitung (größerer Kanal, offene Revisionsschächte, gute Be- und Entlüftung) reduziert werden.
- Eine Druckschwankung im Hausanschluss kann nur durch eine ausreichende Be- und Entlüftung, durch offenen Anschlussschächte und ausreichende Dimensionierung der Be- und Entlüftungsleitungen so abgefangen werden, dass keine Schäden auftreten.
- Die Drucksprünge im Kanal in Höhe der Hausanschlussleitungen sind durch das Bedienpersonal des Kanalreinigungsfahrzeuges nicht beeinflussbar. Es liegt keine Fehlbedienung aus technologischer Sicht vor.
- Durch besondere Umsicht beim Reinigungsvorgang können Schäden im Küchen- oder Sanitärbereich zum Teil vermieden oder gemindert werden. Bei der Auswahl der Düse und der Einstellung des Betriebsdruckes muss primär die erforderliche Zugkraft und Reinigungsleistung erreicht werden.

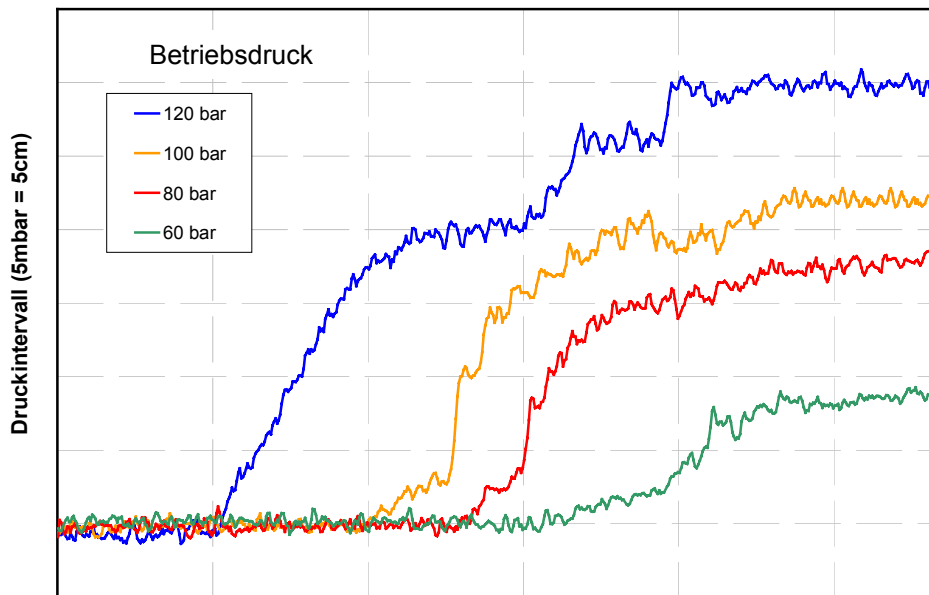


Abbildung 2: *Drucksprünge an den Hausanschlüssen am Modell DN 300*

Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Reduzierung der Druckschwankung kann einerseits durch die Verringerung des Luftbedarfes an der Düse (Düsenart und Düsenvordruck), und andererseits durch die Verbesserung der Luftzufuhr bzw. Luftableitung (größerer Kanaldurchmesser, offene Schächte, kurze Haltungen) erreicht werden.

Vermieden werden können Probleme nur durch eine ausreichende Be- und Entlüftung des zu reinigenden Abschnittes, vor allem der Hausanschlussleitungen. Ein Eingriff in das Verfahren der Hochdruckspülung ist nur in Grenzen möglich, da mit Absenkung des Betriebsdruckes sowohl Wirtschaftlichkeit, als auch Funktion negativ beeinflusst werden.

Prinzipiell sollten Anwohner:

- technische Normen im Haus- und Sanitärinstallationsbereich einhalten,
- auf Entlüftungen achten und nicht zeitgemäße Ausführungen nachrüsten,
- in schnell reagierende Rückstausicherungen investieren,
- auf zu öffnende und zugängliche Revisionsschächte achten und
- die Funktionssicherheit von Rückstauklappe und Entlüftung regelmäßig überprüfen.

Nach Umsetzung verschiedener vorbereitender Maßnahmen, wie Information der betroffenen Anlieger und Gewährleistung der Luftzufuhr bzw. -ableitung kann das Betriebspersonal des Entsorgers durch folgende Betriebsparameter aktiv auf den Spülprozess Einfluss nehmen:

- Auswahl der Kanalreinigungsdüsen (große Strahlwinkel, wenige Strahlen),
- Reduzierung des Druckes am Fahrzeug (entsprechend geringerer Düsendruck),

- Zugeschwindigkeit gering halten,
- Reinigung möglichst kurzer Abschnitte von Schacht zu Schacht (Haltung für Haltung) und
- Räumgut innerhalb einer Haltung regelmäßig entfernen.

Bei der Auswahl der Düse und der Einstellung des Betriebsdruckes müssen primär die erforderliche Reichweite und Reinigungsleistung erreicht werden. Diese sind abhängig vom Betriebsdruck am Fahrzeug und der Düsenart. Damit werden der Strahlwinkel, die Anzahl der Strahlen, der Strahldurchmesser, der Förderstrom, die Strahlaustrittsgeschwindigkeit, die Strahlkraft und damit die Effektivität und Reinigungsleistung der Hochdruckspülung festgelegt.

Eine Absenkung des Betriebsdruckes bzw. Förderstromes am Hochdruckspülfahrzeug verringert immer den Reinigungseffekt und verkürzt die Länge der Vortriebsstrecke. Sowohl Wirtschaftlichkeit, als auch Funktion des Verfahrens werden dadurch beeinträchtigt.

Alternative Reinigungsmethoden entfallen in den betroffenen Nennbereichen und Sammlerarten, da keine ausreichende Wasserführung für hydraulische Verfahren erreicht wird und mechanische Maßnahmen nicht mehr zeitgemäß und wirtschaftlich erscheinen.

Im Zuge der Regenwasserbewirtschaftung werden Neuverlegungen hauptsächlich im Trennsystem vorgenommen, wobei durch den Rückgang des Wasserverbrauchs aufgrund der demografischen Bevölkerungsentwicklung und der Verbreitung wassersparender Technologien einerseits immer kleinere Kanaldurchmesser zum Einsatz kommen, andererseits auch der Feststoffanteil im Schmutzwasser steigt und die damit verbundenen Häufigkeiten der Abflussprobleme und Störungen zunehmen. Die Bedeutung einer regelmäßigen und effizienten Wartung und Spülung wird also zukünftig wachsen. Da alternative Reinigungsmethoden unter diesen genannten Voraussetzungen entfallen, steht die Hochdruckspülung bislang als einziges wirkungsvolles Verfahren für kleine Schmutzwasserkanäle zur Verfügung.

Um eine durchgreifende, flächendeckende und Erfolg versprechende Wirkung zu erzielen, müssen verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden gebündelt werden. Einflussnehmer sind gleichermaßen Anlieger, Betreiber und Gesetzgeber. Voraussetzung für eine zukünftig erfolgreiche Kooperation zum allseitigen Nutzen ist dabei das aufgebrachte Verständnis für Ursachen, Systemzusammenhänge und vorgegebene Grenzen um dauerhafte Sicherheit beim Hochdruckspülvorgang zu gewährleisten.

Quellen:

Aigner, Detlef ; Pollok, Marlene ; Mathias, Andreas : Hydraulische Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Hochdruckspülverfahren. Forschungsbericht des Institutes für Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden für die Stadtentwässerung Dresden. Mai 2002 unveröffentlicht.

Pollok, Marlene: Untersuchung der Ejektorwirkung beim Hochdruckspülverfahren. Diplomarbeit am Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft der TU Dresden, Mai 2002

Anfragen können Sie richten an:

Dr.-Ing. habil. **Detlef Aigner**
Institut für Wasserbau und THM
Technische Universität Dresden
01062 Dresden
Tel.: +49 (351) 463 34725
Fax: +49 (351) 463 37124
Internet und E-mail: detlef@d-aigner.de