

Lehrgang Kanalreinigung Teil 1



Kanaltechnik Ulke
Dorfstr. 43
04924 Beutersitz-Wahrenbrück
OT Beutersitz

Agenda

1. Definition und Notwendigkeit der Reinigung
2. Reinigungsmethoden und -arten
3. Grundlagen der Kanalreinigung
4. Kanalspülpumpen – Fa. FFG
5. Technische Daten und Details

1. Definition und Notwendigkeit



Ähnlich der in Bach- und Flussläufen abgeleiteten Wassermengen verfolgte man im Altertum die künstliche Ableitung von Wasser vornehmlich in offenen Rinnen – römische Viadukte – aber auch in Rohrleitungen. Dazu dienten im Altertum Holzrohre bestehend aus aufgebohrten Baumstämmen, diese verkrusteten inwendig aufgrund des sich absetzenden Kalks aus dem Wasser und wurden somit zu Kalk-Steinrohren.

Die ersten Druckrohre als Holzrohre und später Metallrohre wurden im Bergbau verwandt und lösten damit die früher bekannten Wasserhebeanlagen ab.

1. Definition und Notwendigkeit

1.2 Verwendungsart der Rohrleitungen

Wir unterscheiden heute Versorgungs- und Entsorgungsleitungen. Diese werden verlegt als Freispiegelleitung wie auch als Druckleitung. Die Freispiegelleitung hat vornehmlich dem Erd-
druck standzuhalten und wird so mit Gefälle verlegt, dass die Flüssigkeit möglichst ungehindert
das Rohr durchfließt. Dabei sollte das Rohr nie eine Vollfüllung haben. Die Druckleitungen die-
nen zur Aufnahme des inneren Wasserdrucks und des Erddrucks, sind somit wechselnden
Druckbelastungen unterlegen. Sie werden über Pumpwerke oder Hebeanlagen betrieben. Die
Dükerleitung, eine spezielle Druckleitung mit fallendem Ast, Tiefpunkt oder waagerechtem Ast
und steigendem Ast, werden vornehmlich zum Unterqueren von Rohrleitungen, Wasserstraßen
und Ähnlichem gebaut. Die Düker benötigen für die Unterhaltung und Instandhaltung eine be-
sondere Aufmerksamkeit.

1. Definition und Notwendigkeit

1.3 Rohrleitungsmaterial

Als Material für Freispiegleleitungen wird heute vornehmlich Steinzeug, Beton und Kunststoff angewandt. In früheren Zeiten (Baumeister Lindley) wurden die größeren Rohrleitungen vornehmlich gemauert (die großen Siele in der Stadt Hamburg) bzw. in Ortbeton hergestellt (die großen Muldenprofile in der Stadt Dresden, gebaut um 1910). Seltener wurde Holz als Rohrwerkstoff benutzt. Dabei erinnere ich an einen Holzdüker DN 400, gebaut in Dresden, als Unterdükerung der Elbe. Dieses Holzrohr wurde hergestellt wie ein Fass aus einzelnen Leisten und ist heute, nach mehr als 100-jährigem Einsatz, immer noch funktionsfähig. Auch in der Chemie, z. B. bei der Hoechst AG in Frankfurt/M., werden heute noch Holzrohrleitungen und speziell Holzschächte gebaut – Material Eichenholz -, da dieses Material für besonders ätzende Flüssigkeit hohe Stabilität aufweist. Die Kunststoffrohre als Freigefälleleitung werden bevorzugt in der Hausentwässerung eingesetzt. Als Sammlerprofil findet es nur in Ausnahmen Anwendung (erhöhte Verformung bei Lastaufnahme – hohe Verformung bei Temperaturunterschieden). Auf Grund der Korrosionsbeständigkeit findet es jedoch als Rohrauskleidung und in der Rohrsanierung zunehmend Anwendung.

1. Definition und Notwendigkeit



1.4 Reinigungsverfahren

Diese sind abhängig vom Rohrmaterial, der Verschmutzungsart, der Verschmutzungshöhe und der Art der Rohrleitung (Druckrohr – Freispiegelrohr). Nur im Druckrohr ist die sogenannte Molchreinigung bekannt, die aber hier nicht mehr erläutert werden soll.

1. Definition und Notwendigkeit

1.5 Kanäle für die Abwasserentsorgung

Die Entsorgung ist jeweils wichtiger als die Versorgung, auch wartungsintensiver, da in der Entsorgung häufig gebrauchtes – verschmutztes Wasser, also Abwasser, transportiert wird. Wir unterscheiden bei der Abwasserentsorgung Mischsysteme und Trennsysteme. Die **Mischsysteme** dienen zur Aufnahme des Oberflächenwassers und des Schmutzwassers (häuslicher und industrieller Herkunft). Im **Trennsystem** wird das sogenannte Schmutzwasser (aus häuslicher und industrieller Herkunft) getrennt vom Oberflächenwasser abgeleitet. Im Trennsystem liegen die Schmutzwasserleitungen meist tiefer, mit höherer Überdeckung, um die Haus-Kellerentwässerung sicherzustellen, die Regenwasserleitungen meist nur in geringer Tiefe mit geringer Überdeckung.

Die Abwasserentsorgung ist gesetzlich geregelt und ausschließlich eine kommunale Aufgabe. Die gesetzliche Regelung findet im sogenannten Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und den Landeswassergesetzen (LWG) ihre Regelung. Für die Wartung der Abwasserkanäle und Bauwerke sind die Selbstüberwachungsverordnungen der Länder (SÜV-KAN) zu befolgen.

1. Definition und Notwendigkeit



1.6 Aufrechterhaltung der Funktion des Kanalnetzes

Die regelmäßige Kontrolle und Feststellung der Sedimenthöhe, routinemäßige Reinigung, Notfallversorgung, die Reinigungsnotwendigkeit ab einer Schmutzhöhe von 15 % zum Durchmesser, ist in einigen Ländern nach SÜV-KAN geregelt.

1. Definition und Notwendigkeit

1.7 Definition von Bezeichnungen

Räumgut:	Das aus dem Abwasserrohr entnommene Schmutzmaterial.
Arbeitsschacht:	Der Kontrollschacht, von dem aus die Reinigungsarbeit ausgeführt wird.
Zielschacht:	Der Kontrollschacht, zu dem hin die Reinigung erfolgt (jeweils der oberhalb liegende).
Vorflut:	Abflussmöglichkeit des Abwassers in Fließrichtung.
Inkrustationen:	Ablagerungen in einer fest verkrusteten Konsistenz, häufig aus chemischen Reaktionen in Sohlen, häufig auch im Kämpfer und Scheitelbereich.
Rückstau:	Im Rohr, z. T. auch bis in die Schächte, aufgestautes Abwasser mit nur geringer Fließgeschwindigkeit.

1. Definition und Notwendigkeit

Räumgut

Die im Abwasserkanal befindliche Ablagerung in der Sohle, bestehend aus organischen Stoffen – Schlamm, Sand, Steinen, als Sediment-Konsistenz: schlammig oder durchtretbar.

Inkrustationen

Ablagerungen in einer fest verkrusteten Konsistenz, häufig aus chemischen Reaktionen im Sohlen-, Kämpfer- und Schattelbereich.

Wasserstein

Feste Inkrustation im Sohlen- und Kämpferbereich aus Kaltrückständen mit geringer Dichte.

Arbeitsschacht

Kontrollschacht-Bauwerk, von dem aus die Kanalreinigung ausgeführt wird (Standort des Kanalreinigungsfahrzeuges).

Zielschacht

Kanal-Kontrollschacht-Bauwerk, in den die Spüldüse transportiert wird. Beginn der zu säubrenden Kanaltrasse.

2. Reinigungsmethoden

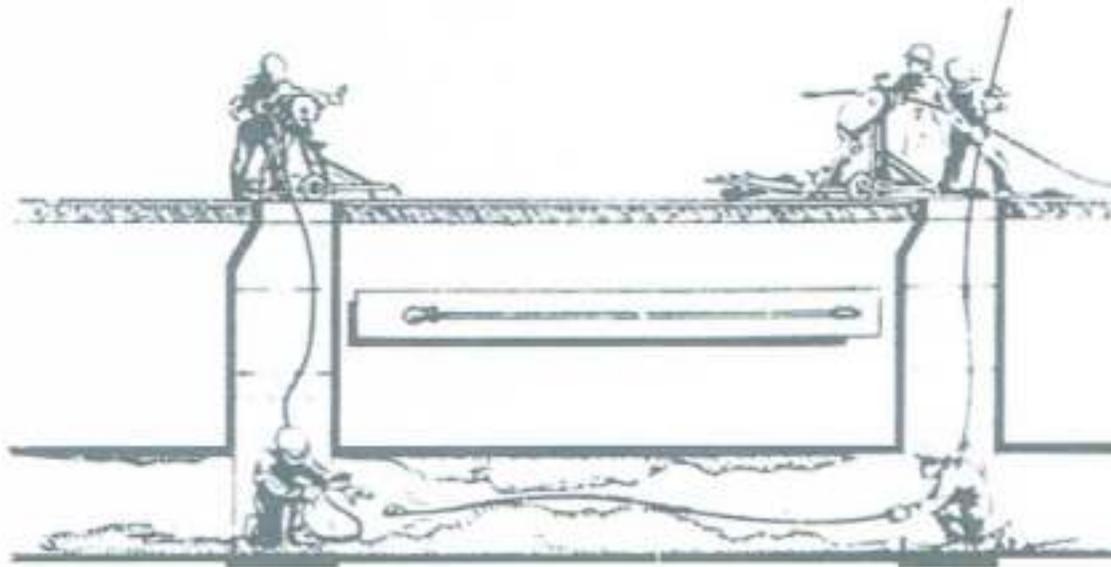
2.1 Mechanische Reinigung



Bevor die hydrodynamische Reinigungsmethode erfunden war, wurden Kanäle mechanisch gereinigt. Hierbei wurde von einem Kontrollschacht zum nächsten eine Verbindung hergestellt. Man schraubte sogenannte Manilastäbe (aus Manila stammende Holzruten ähnlich dem Bambus, jedoch sehr flexibel) in jeweils 3 m Länge aneinander. Der erste Stab bekam eine sogenannte Reinigungsbirne aufgeschraubt, eine Holzkugel, die das Gleiten über Muffenversätze ermöglichte. Nun schob man diese aneinander geschraubten Stäbe zum nächsten Schacht, befestigte dort das Drahtseil der Rückholwinde und zog dieses durch die Haltung, befestigte daran eine Lockerungskette oder einen sogenannten Reinigungseimer und die Reinigungszugwinde bewegte diese Lockerungskette, anschließend den Reinigungseimer und zum Schluss die Reinigungsbürste durch das Rohr und transportierte damit das abgelagerte Räumgut in den jeweiligen Arbeitsschacht, wo es in Eimer gefüllt und an der Oberfläche im Rinnstein gelagert wurde bis das Material ausgetrocknet war und mit herkömmlichen Lkw abgefahren werden konnte.

Auch heute findet die mechanische Reinigung bedingt ihre Anwendung, wenn der Kanal sehr korrodiert ist und durch die Hochdruckspülung zu stark beschädigt würde bzw. in nicht anfahrbaren Kanalstrecken. Der Vorteil der mechanischen Reinigung besteht darin, dass man unabhängig vom Wasserfluss auch gegen Fließrichtung reinigen kann.

2.1 Schaubild - Mechanische Reinigung



2.2 Reinigungsmethode - Schwallspülung

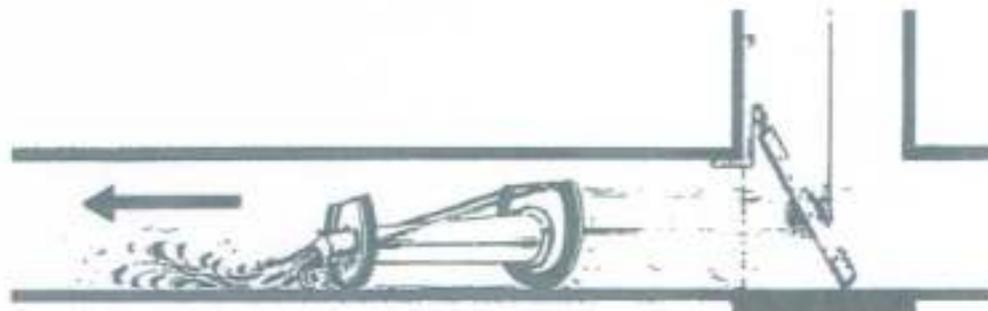


In der Schwallspülung macht man sich die vorübergehende Steigerung der Fließgeschwindigkeit zu Nutze, um damit abgelagerte Verschmutzung aufzuwirbeln und im Rohr zu transportieren. Dazu wird in einem dazu geeigneten Schacht der Einlauf abgeschiebert (Einlauf darum, damit die Blase oder der Rohrdeckel beim Herausnehmen schnell nach oben gezogen werden kann). Es ist darauf zu achten, dass die Rückstauenebene (Kellerhöhe der angeschlossenen Häuser) nicht erreicht wird. Sodann lässt man das aufgestaute Abwasser ohne Verzögerung in die nachfolgenden Rohrleitungen und schwemmt damit die lose im Rohr befindliche Ablagerung in Fließrichtung.

2.3 Reinigungsmethode - Iltisreinigung



Die Iltisreinigung wird heute noch wenig ausgeführt. Man benutzt einen sogenannten Stauwagen (Dresden) oder Sielwagen (Hamburg). Hier wird ein dem Rohr angepasstes Schild, aufgebaut und in ein längeres Wagengestell so eingebaut, dass eine Spülöffnung, häufig mit konischem Abgang (um die Fließgeschwindigkeit des Wassers in dieser Düse zu erhöhen), am unteren Teil des Schildes angeordnet ist. Die Druckdifferenz auf Grund der aufgestauten Wasserhöhe erzeugt also in dem abgehenden Düsenrohr eine höhere Wassergeschwindigkeit, mit deren Hilfe die Ablagerung vor dem Iltis aufgewirbelt wird und dem Iltis vorausschwimmt. Dabei bewegt sich der Iltiswagen in Fließrichtung. Um zu verhindern, dass die Spülöffnung des Iltis-schildes auf die Ablagerung aufläuft wird der Iltiswagen häufig mit einem Drahtseil gehalten, um die Einlaufgeschwindigkeit zu reduzieren. Das vom Iltis voraustransportierte Räumgut muss natürlich in den jeweiligen Schächten abgesaugt werden, damit es das Rohr nicht völlig verstopft.



2.3 Reinigungsmethode - Iltisreinigung



Die Iltis-Kanalreinigungsapparate haben sich insbesondere in großen, jedoch baulich einwandfreien, möglichst geradlinigen Kanalstrecken mit ausreichender Wasserführung, auch bei geringem Gefälle, seit langem mit großem Erfolg bewährt.

Bei diesem Verfahren wird durch eine Stauwand hinter dem Gerät ein Wasserstau erzeugt, der das Gerät vorwärtreibt. Gleichzeitig bekommt das aufgestaute Wasser eine Geschwindigkeitserhöhung über ein konisch zulaufendes Spülrohr mit einer zur Rohrsohle gerichteten Spüldüse, wodurch der aus dem Gerät austretende Spülstrahl die Ablagerungen auf der Kanalsohle aufwirbelt und weitertransportiert.

Die dem Rohrquerschnitt entsprechende Stau- und Bürstenwand ist von einem dickwandigen Gummiring eingefasst, wodurch zugleich eine Abdichtung und Reinigung der Rohrwandung erfolgt.

Je nach Rohrenweite ist der Apparat zerlegbar, um die Einzelteile durch die Schachtoffnung einzuführen und im Rohr montieren zu können.

Sofern mit einer zu hohen Vorschubgeschwindigkeit des Iltis-Apparates auf Grund der Wasserströmung im Rohr gerechnet werden muß, kann dieser mit Hilfe einer starken Zugwinde zurückgehalten werden.

Um die hohen Anforderungen in der Praxis mit bestmöglichem Wirkungsgrad erfüllen zu können, sind bewährte Geräte und Maschinen erforderlich.

Der Vorteil der Iltisreinigung liegt in der hohen Wirtschaftlichkeit. Der Nachteil ist darin zu suchen, dass im Rohr ein hoher Rückstau entsteht und bei plötzlich auftretenden Niederschlägen oder erhöhten Wasseranfall es zu Aufstauungen über die Stauebene kommt.

2 Reinigungsmethode - Reinigungskugel



Meines Wissens nach fand die Reinigungskugel bisher einzig in der Stadt Hannover Anwendung. Sie besteht aus einer im Durchmesser ca. 300 mm großen Kugel, die etwas schwerer ist als das Wasser, so dass sie in der Sohle des Abwasserkanals läuft. Die Kugel selbst ist am Umfang besetzt mit starken Rippen, ca. 20-30 mm hoch, die der Kugel eine Taumelbewegung verleihen soll. Das Abwasser fließt an der Kugel vorbei, erhöht dadurch seine Fließgeschwindigkeit, wobei die Rippen der Reinigungskugel das Ablagerungsgut aufwirbeln und damit eine Reinigung erfolgen soll. In Hannover ist es mit Hilfe der Reinigungskugel tatsächlich gelungen eine Neuverschmutzung des Kanals zu verhindern. Jedoch ist eine Reinigung geschweige denn eine Grundreinigung mit Hilfe der Kugel bisher ergebnislos verlaufen. Meines Wissens nach ist der Einsatz der Reinigungskugel in Hannover abgebrochen worden.

2.4 Schaubild Reinigungskugeln



Das neue System: Reinigung von Schmutzwasser-Kanälen mit Hilfe von rotlaufenden Kugeln mit z-förmigen Gummisohlen. Diese Erfindung entstand in Zusammenarbeit des Göttinger Max-Planck-Instituts für Strom- und Fluidforschung und unserer Firma, der Firma Ekivert.

Jahrelange Versuche bestätigten den optimalen und wirtschaftlichen Einsatz speziell bei großer Fällung.

Denn in städtischen Schmutzwasserkanälen kommt es regelmäßig zu Ablagerungen, die aus organischen und anorganischen Stoffen bestehen. Diese Ablagerungen verringern die Fließgeschwindigkeit und führen zu Faulprozessen.

Bei großen und langen Strichen ist dieses neue System sehr vorteilhaft, denn mit der rotlaufenden Kugel und den auf der Kugeloberfläche befestigten z-förmigen Gummisohlen erzielt man eine gründliche Reinigung der Kanäle.

1 Kanalstrich - 2 Schmutzablagerung - 3 Reinigungskugel - 4 Schmutzwasserströmung - 5 Strömung um die Kugel mit erhöhter Geschwindigkeit

Diese Wälze erfüllen vier Aufgaben:
Durch die Wälze wird der Reibungswert der Kugel erhöht.
Die Wälze ermöglichen eine Umröpfung der Kugel, wodurch die Spülwirkung der Strömung beträchtlich erhöht wird.
Die G-Form der Wälze führt zu einer unregelmäßigen Umröpfung der Kugel. Diese Unregelmäßigkeit führt dazu, daß die Kugeln nicht nur abrotundet werden, sondern unregelmäßige Drehbewegungen ausführen. Die Wälze greift durch den Kanal, damit nicht nur eine Rinne saubergehalten wird. Die Gummisohlen schützen die Kanalsohle vor Beschädigung und Abrieb.

Wichtig ist eine kräftige Umröpfung. Damit ist zu verhindern, daß sich die Kugeln im Kanal sehr viel langsamer bewegen als die Schmutzwasserströmung.

Die Zeichnung verdeutlicht das Prinzip der Reinigung durch rotlaufende Kugeln.

Deshalb haben die Kugeln im Innern eingeschnittene Lochreihen.

Diese Lochreihen bilden zusammen mit dem in die Kugel eingefüllten Wasser eine Art Flüssigkeitsbremse. Mit der Wassermenge kann man dann den Aufgabedruck regulieren.

Mit regelmäßigen Kugeldurchläufen wird hier das Abrotunden von Schlamm und damit die eigentliche Reinigung des Kanals durch laufende, rotlaufende, Sauberläufer.

Weitere Pluspunkte der rotlaufenden Kugeln:

- Weniger Komplexität an der Kanalstation durch Reduzierung der Kanalschnittstellen-Ausrichtungen.
- Weniger Geruchbelästigung innerhalb und außerhalb der Kanalisation.
- Vollständige Transport- und Speicherkapazität des Kanalsystems.
- Weniger Unterhaltungskosten an und in Schmutzwasserkanälen, wie allen in gefährlichen Bereichen.
- Kaum Beeinträchtigung des Straßenverkehrs, da die Kugeln nicht im Verkehrsaum ausgeführt werden.

2.5 Reinigungsmethode-Kanalhochdruckspülung

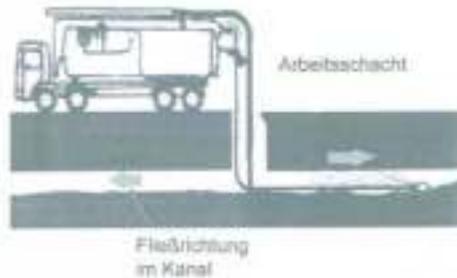


An einem Hochdruckspülschlauch ist am Ende eine Düse angebracht, die den Wasserfluss um 180° wendet und durch Anbringung von Düsen den Wasserdruck in Wassergeschwindigkeit umformt. Dabei tritt das Wasser in Schlauchrichtung aus und erzeugt eine Zugkraft entgegen der Richtung des austretenden Wassers. Diese Kraft zieht die Düse mit dem nachfolgenden Schlauch in das Abwasserrohr. Zur Reinigung wird die Hochdruckspüldüse vom Arbeitsschacht gegen Fließrichtung des Kanals zum Zielschacht hineingespült. Am Zielschacht angekommen wird gegen die Zugrichtung der Düse diese am Schlauch zurückgezogen. Dabei wirbeln die Wasserstrahlen das in der Sohle befindliche Ablagerungsgut auf, beschleunigen das um die Düse vorbeifließende Wasser erheblich und fördern somit diese Suspensionen in Fließrichtung des Abwasserrohres. Wenn sich die Düse einige Meter vor dem Arbeitsschacht befindet wird das im Arbeitsschacht ankommende Ablagerungsgut aufgesaugt und als Räumgut abgefahren.

2.5 Reinigungsmethode-Kanalhochdruckspülung



Eine Kanalsäule wird am Spülschlauch durch den Schacht gegen die Fließrichtung des Abwassers in den Kanal eingeführt.



Durch Druckentziehung des Spülwassers zieht die Kanalsäule den Spülschlauch zurück bis zum Zielschacht.

Der Räumgut-Transport beginnt am Zielschacht. Die angelegene Schlauchhaspel zieht den Spülschlauch mit der Kanalsäule unter Druck langsam in Abwärtsfließrichtung zum Arbeitschacht zurück.



Der Abwasserstrom unterstützt durch seine Schleppekraft den Transport der Ablagerungen zum Arbeitschacht.



Schaubild: 1. Spülen

Eine ordnungsgemäß geplante, gebaute und betriebene Kanalisation ist Voraussetzung für einwandfreie Hygiene, einen guten Lebensstandard und für notwendigen Gewässerschutz. Die mit viel Geld gebauten Kanäle können ihre Aufgabe nur erfüllen, wenn sie ständig sorgfältig überwacht werden.

2.6 Arten der Reinigung

Unterscheidung der Reinigungsart
unterschieden nach dem Aufwand – Kosten

- a) Grundreinigung
- b) Unterhaltungsreinigung
- c) Vorreinigung für eine optische Inspektion
- d) Vorreinigung zu einer Rohrsanierung
- e) Spezialreinigung

Weitere Reinigungsverfahren sind:

Das Absaugen der Ablagerungen direkt vor Ort in begehbaren Kanälen,
die Jumbo-Reinigung,
die Molch-Reinigung.

Auf diese Reinigungsverfahren soll hier nicht näher eingegangen werden.

2.6 Arten der Reinigung

2.6.1 Grundreinigung

Unter der Grundreinigung versteht man eine grundsätzliche Kanalreinigung dann, wenn nach mehreren Jahren eine grundlegende Reinigung (Generalüberholung) des Abwassernetzes zur Ausführung kommen soll.

2.6.2 Unterhaltungsreinigung

Die Unterhaltungsreinigung ist die klassische Kanalreinigung, die im jährlichen Rhythmus bzw. vorbeugend zur Ausführung kommen soll. Die Unterhaltungsreinigung dient zur Aufrechterhaltung der Transportfähigkeit des Rohres. Es sollen hier lediglich die Ablagerungen im Rohr gespült und beseitigt werden, die Sielhaut kann erhalten bleiben.

2.6.3 Vorreinigung zur TV-Untersuchung

Hier handelt es sich um eine sehr aufwendige Reinigung, bei der auf jeden Fall die Sielhaut an der Rohrwand und eine Rundumspülung des gesamten Rohrumfanges zur Ausführung kommen muss. Dazu benutzt man Rundum-Spüldüsen, die auf 360° arbeiten und die gesamte Rohrwand säubern. Als Folge dieser Reinigung muss die nachfolgende TV-Untersuchung in der Lage sein auch Haarrisse im Rohr sehr genau zu sehen und zu beurteilen.

2.6.4 Vorreinigung zur Sanierung

Je nach angewandtem Sanierungsverfahren muss ggf. die Rohrwand völlig sauber und von Fettresten befreit sein, damit z. B. ein Partliner tatsächlich mit der Rohrwand verklebt werden kann. Hierzu ist es ggf. notwendig mit erwärmtem Wasser zu arbeiten bzw. im Wasser Zusätze zu haben, die den Erfordernissen der Kanalsanierung genügen. In einigen Fällen ist es zweckmäßig die Rohrwand mit Hilfe von Kettenschneidern oder ähnlichen Fräs Werkzeugen aufzuräumen.

3 Grundlagen der Kanalreinigung



„Vermeidung von Ablagerungen durch die Fließgeschwindigkeit des Abwassers“

Abwasser ist eine Mischung von Wasser mit den verschiedenartigsten Feststoffen, unter welchen stets auch absetzbare anzutreffen sind. Daren Sedimentation innerhalb der Kanalisation kann vermieden werden, wenn eine bestimmte Geschwindigkeit beim Abfluss des Abwassers nicht unterschritten wird. Frühling (1910) [2-2] und Braubach (1925) [2-20] geben an, dass dieser Wert in größeren Sammelern im Mittel nicht weniger als 0,6 m/s bis 0,75 m/s betragen darf und, dass in kleinen Leitungen, welche zeitweilig trocken laufen, etwa der anderthalbfache Wert erforderlich ist. Heute wird nach [2-16] empfohlen, eine Mindestfließgeschwindigkeit für die ermittelten Trockenwetterabflussspitzen im Schmutz- bzw. Mischwasserkanal und beim größten Regenabfluss im Regenwasserkanal von mindestens 0,5 m/s bis 0,6 m/s einzuhalten.

Aufgrund neuerer Erkenntnisse und unter der Annahme einer Betriebsrauigkeit

$$k_s = 1,0 \text{ mm}$$

sowie einer Volumenkonzentration an absetzbaren Feststoffen von

$$c_s = 0,05 \text{ ‰}$$

ergeben sich nach [2-28, 2-29] untere Grenzwerte der Fließgeschwindigkeit V_{gr} für die verschiedenen Nennweiten gemäß Tabelle 3-5.

Grenzwerte für ablagerungsfreien Betrieb von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen (s. DWA A 110, Fassung 09.87) [2-38]

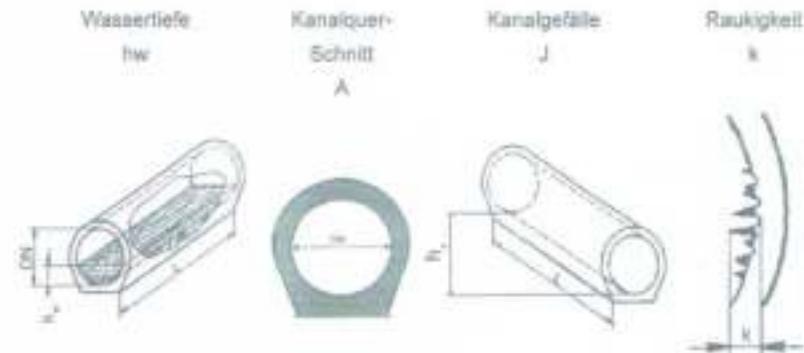
Nennweite DN	Grenzgeschwindigkeit V_{gr} [m/s]	Nennweite DN	Grenzgeschwindigkeit V_{gr} [m/s]
150	0,48	1.100	1,18
200	0,50	1.200	1,24
250	0,52	1.300	1,28
300	0,56	1.400	1,34
350	0,62	1.500	1,39
400	0,67	1.600	1,44
450	0,72	1.800	1,54
500	0,76	2.000	1,62
600	0,84	2.200	1,72
700	0,94	2.400	1,79
800	0,98	2.600	1,87
900	1,05	2.800	1,96
1.000	1,12	3.000	2,03

3 Grundlagen der Kanalreinigung

Schaubild „Das freie Gefälle des Kanalnetzes“

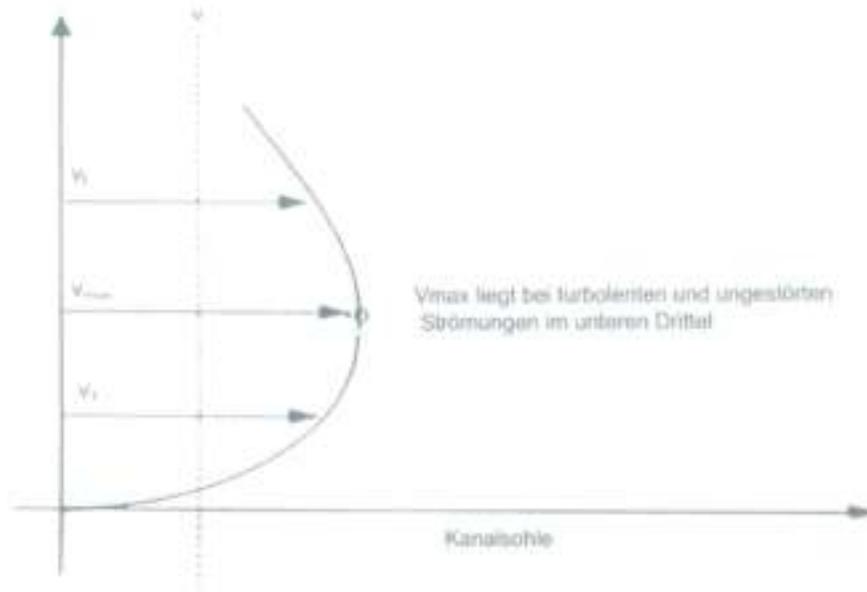
Eine hohe Fließgeschwindigkeit im Kanal erzeugt eine große Schleppkraft des Abwassers mit hohem Transportvermögen, wodurch Ablagerungen vermieden werden. (Selbstreinigung)

Davon hängt die Fließgeschwindigkeit ab:



Bei geringer Fließgeschwindigkeit des Abwassers sedimentieren die Feststoffe zu Ablagerungen im Kanalnetz, diese sind zur Erhaltung der Abfußfunktion regelmäßig zu reinigen ist. (DWA-Arbeitsblatt A 140)

3 Grundlagen der Kanalreinigung



KA Wassereirtschaft, Abwasser, Abfall 2000 (47) Nr. 11

Fließverhalten im Kanal während der Hochdruckspülung

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Kanalhoch- druckspülung

Eine ordnungsgemäß geplante, gebaute und betriebene Kanalisation ist Voraussetzung für einwandfreie Hygiene, einen guten Lebensstandard und für notwendigen Gewässerschutz. Die mit viel Geld gebauten Kanäle können ihre Aufgabe nur erfüllen, wenn sie ständig sorgfältig überwacht und gewartet werden.

Ein wesentlicher Bestandteil der Wartung ist die Reinigung und da wiederum die HD-Reinigung der Kanäle. Von der Gesamtreinigungskosten werden ca. 50 % der Abwasserkanäle mittels

Hochdruckspültechnik gesäubert. Die Hochdruckspülreinigung ist nachgewiesenermaßen die kostengünstigste Kanalreinigung gegenüber den mechanisch-manuellen Methoden. Die vom Bundesministerium aufgestellten Forderungen zur „Humanisierung der Arbeit“ werden mit dem Einsatz technisch hochwertiger Spezialfahrzeuge (kombinierte Spül- und Saugfahrzeuge mit Wasserrückgewinnung) bestens erfüllt. Ziel der Reinigung ist die Betriebs- und somit Leistungsfähigkeit (freier Durchgang im vollen Querschnitt) der Kanäle auf Dauer zu gewährleisten.

3 Grundlagen der Kanalreinigung



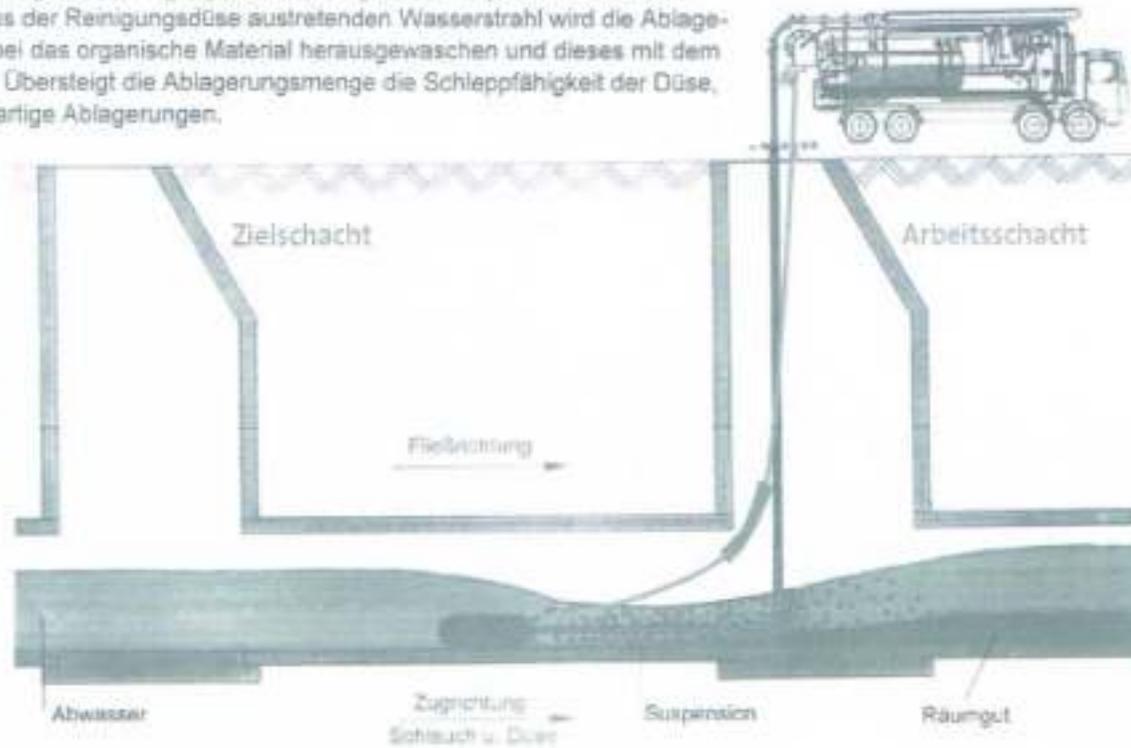
Kanalhochdruckspülung

Das freie Gefälle der Rohrleitung, der Rohrleitungsquerschnitt, die Rauigkeit der Wandung, die Wassertiefe und die Höhe der Ablagerung beeinflussen die Fließgeschwindigkeit des Abwassers. Eine Fließgeschwindigkeit im Kanal, über der Grenzfließgeschwindigkeit, (abhängig von der Dimension), erzeugt eine Schleppkraft des Abwassers mit hohem Transportvermögen, wodurch Ablagerungen vermieden werden (Selbstreinigung). Je größer die Rohrmennweite, umso höher die Grenzfließgeschwindigkeit (DN 200 >0,5 m/sec., DN 1.000 >,1,2 m/sec.). Reduziert sich die Fließgeschwindigkeit des Abwassers unter die Grenzfließgeschwindigkeit so sedimentieren die Feststoffe zur Ablagerung im Rohmetz, was wiederum die Fließgeschwindigkeit zusätzlich reduziert und die Bildung von Ablagerungen vergrößert. Ähnlich wie bei der Schwallspülung wird auch mit Hilfe der hydrodynamischen Reinigung die Fließgeschwindigkeit des Abwassers erhöht, um damit die Schleppkraft zu vergrößern und die Ablagerung zu transportieren. Die Durchführung der Kanalhochdruckspülung (siehe dazu auch Reinigungsmethoden) wird also so praktiziert, dass vom Arbeitsschacht aus die Düse den Hochdruckspülschlauch zum Zielschacht transportiert. Die Kraftentwicklung in der Düse funktioniert wie beim Raketenantrieb (Beispiel Boot mit wegzuwerfenden Steinen). Es ist also nicht so, dass sich der Wasserstrahl an der Rohrwandung abstützt und dadurch die Düse transportiert – dieses ist eine falsche Annahme. Nach Erreichen des Zielschachtes wird die Düse gegen ihre Zugkraft am Schlauch, also in Fließrichtung des Abwassers, zurückgezogen. Dabei wirbelt der Wasserstrahl das Ablagerungsgut auf und fördert die Suspension in Fließrichtung des Abwassers bis zum Arbeitsschacht. Hier entnimmt man das Ablagerungsgut über das Vakuumsaugverfahren aus dem Rohr. Bei einer relativ hohen Rohrverschmutzung, sowie bei einem vom spezifischen Gewicht her schwereren Ablagerungsgut (Kies und ausgewaschener Sand), sowie geringer Fließgeschwindigkeit des Abwassers im Rohr ist die Düse nicht in der Lage über die gesamte Haltungslänge das Ablagerungsgut in den Arbeitsschacht zu befördern. Aus der Praxis weiß man, dass bei der Spülung abschnittsweise immer wieder Ablagerungsgut liegen bleibt. Es empfiehlt sich unter diesen Umständen die Haltung etappenweise zu spülen so, dass die Düse nur auf ca. 10-20 m in das Rohr hineingespült wird. Dieser Teil der Haltung dann sauber gereinigt und erst im Anschluss daran wird die nächste Teillänge der Haltung gesäubert usw.. Erst nach diesen Teilreinigungen wird die Haltungslänge mit dem Schlauch ganz durchfahren und vom Zielschacht aus komplett noch einmal bis zum Arbeitsschacht hin gesäubert.

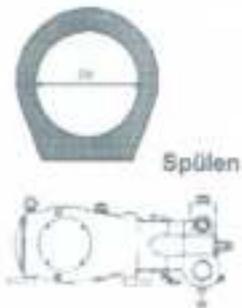
3 Grundlagen der Kanalreinigung



Versäumt man bei hoher Ablagerung die abschnittsweise Reinigung, wird das Räumgut ausgewaschen und ist für eine nachfolgende Reinigung viel schwieriger zu transportieren. Durch den mit hoher Geschwindigkeit aus der Reinigungsdüse austretenden Wasserstrahl wird die Ablagerung jeweils aufgewirbelt, dabei das organische Material herausgewaschen und dieses mit dem Wasserstrom abtransportiert. Übersteigt die Ablagerungsmenge die Schleppfähigkeit der Düse, so verbleiben im Rohr dünenartige Ablagerungen.



3 Grundlagen der Kanalreinigung



Spülen

Spülwassermenge

Kanaldurchmesser DN [mm]	Förderstrom Q [l/min]	Hochdruck-Schlelauch empfohlene Nennweite
kleiner DN 800-1000	325	DN 25
DN 800 – 1200 DN	360	DN 32
größer DN 1200	850 2 HD- Pumpen	DN 40

Erfahrung: Je größer der Kanaldurchmesser, um so größer die erforderliche Spülwassermenge.

Halteungslänge:



Schlauchlänge

L_H bis 100 m	L_H größer 100 m
$L = 120$ m	$L = 120 \dots 240$ m

Hinweis: Zum Spülen von mehreren Halteungen oder übergroßen Halteungslängen ist ein überlanger HD-Schlauch notwendig (z.B. 240 m). Höheren Druckverlust im HD-Schlauch beachten!

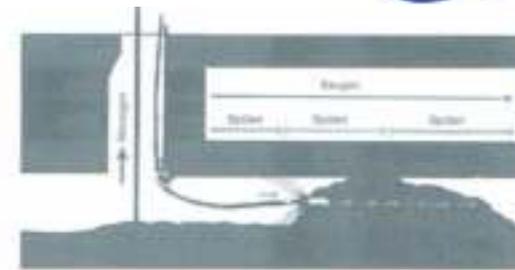
3 Grundlagen der Kanalreinigung



$\frac{h}{DN} > 50\%$

Große Ablagerungsmengen müssen zum Arbeitsschacht gespült werden. Bei stark verschmutzten Kanälen schrittweise vorgehen: Spülen kurzer Halungsabschnitte bei kontinuierlichem Saugen. Müssen gelöste Ablagerungen durch längere Halungsabschnitte gespült werden, ist ein größerer Förderstrom der HD-Pumpe notwendig.

Arbeitsweise



Spülen

Kanaldurchmesser	Verschmutzungs-grad	Förder-strom Q [l/min]	Hochdruck-Spülschlauch empfohlene Nennweite
Kleiner DN 800-1000	> 50 %	390	DN 32
DN 800 - DN 1200	> 50 %	660	DN 40*
größer DN 1200	> 50 %		

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Schaubild „2.3 Wasserstand“



Spülen

Kanaldurchmesser	Wasserstand h W	Förderstrom Q [l/min]	Hochdruck-Spülschlauch emp- fohlene Nennweite
kleiner DN 800-1000	> 50 %	320	DN 25
DN 800 - DN 1200	> 50 %	390	DN 32
größer DN 1200	> 50 %	600	DN 40

Erfahrung:

Ein hoher Wasserstand erfordert eine große Pumpleistung, vor allem aber einen großen Förderstrom, um das Abwasser zu beschleunigen und um Ablagerungen zu transportieren. Bei kleinen Pumpleistungen verpufft die Strahlenergie wirkungslos.

Spülen:

Kanaldurchmesser	Wasserstand h W	Förderstrom Q [l/min]	Hochdruck-Spülschlauch emp- fohlene Nennweite
kleiner DN 800-1000	> 50 %	650 bis 800	DN 40
DN 800 - DN 1200	> 50 %		
größer DN 1200	> 50 %		

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Bilden sich im Rohr Ablagerungsbänke, ist das im Rohr verbleibende Ablagerungsgut spezifisch gesehen sehr viel schwerer (da es von dem leichten organischen Ablagerungsgut bereits ausgewaschen ist) und lässt sich dadurch bei erneuter Hartungreinigung sehr viel schwieriger im Rohr transportieren als das ursprüngliche unausgewaschene Ablagerungsgut.

Eine gleiche Situation tritt auf, wenn größere Rohrprofile mit einer zu kleinen Spülwassermenge hydrodynamisch gereinigt werden. Auch hier tritt eine Auswaschung der Ablagerung auf, was die nachfolgende Reinigung sehr stark erschwert.

Der Reinigungsaufwand ist abhängig von
Sedimenthöhe – Räumgutmenge – Ablagerungsart

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Unterscheidung der Ablagerungsart

- Organische Verschmutzung (Fäkallengespinststoffe)
- Sandablagerungen (aus Straßenstreugut, Rohrdefekten)
- Kiesablagerungen (aus Kanaldefekten 6-32 saugbar)
- Steineablagerungen (>32 mm Ziegelsteine, Bruchsteine, aus Schacht und Rohrmauerwerk)
- Verkrustete Festgutablagerung (ausgehärteter Beton, verfestigte Ablagerung aus chemischer Produktion, Kalkablagerung)

Unterscheidung nach der Räumgutkonsistenz

- Schlammige Konsistenz (wässrige Schlammablagerung meist organischer Herkunft)
- Durchtretbares Festgut (Sand-Organik-Gemisch, breiig)
- Festabgelagerter Sand und Kies (als festes Sandbett ohne Feinstanteile, Kies durchsetzt)
- Feste Konsistenz (betonähnlich hart – Verbund mit Rohrwand)

Merke: Abwasserrohre mit großer Verschmutzungshöhe und sehr schwerer Verschmutzungsart etappenweise reinigen.

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Tabella 1 Fußungsgrad = Rohren

1. Zahl = Ablagerungshöhe in cm
% der Verschmutzung bezogen auf DN

2. Zahl = m³ Raummenge auf 100 m Rohrlänge

DN in mm		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %								
150		2,25	0,19	3	0,29	3,9	0,4	4,95	0,5	5	0,6	6	0,72	6,7	0,8	7,5	1	
200	2	0,2	3	0,3	4	0,4	5	0,6	6	0,7	7	8	1,1	9	1,0	10	1,0	
250		3,75	0,47	5	0,7	6	1,0	11	1,3	8	1,5	10	1,8	11	2,3	12,5	2,5	
300	3	0,42	4,5	0,7	6	1,0	8	1,4	9	1,7	10	2,1	12	2,6	13	2,8	3,5	
350		5	1	7	1,3	8	2,0	10	2,5	12	3	14	3,76	16	4,5	17,5	5	
400	4	0,96	6	1,3	8	2	10	2,6	12	2,9	14	3,6	16	4,8	18	5,8	6,5	
450		7	1,3	9	2,3	11	2,9	13	4,0	16	4,8	19	6,0	20	6,9	22,5	8	
500	5	1,16	8	2	10	2,7	13	4,0	15	5,0	17	6	20	7,4	23	8,8	10	
600	6	1,2	9	2,9	12	4,2	16	6,0	18	7,4	21	8,8	24	10,2	27	12,5	14	
700	7	1,7	11	3,8	14	5,7	17	7,8	21	9,5	25	11,8	28	13,6	32	16,8	18	
800	8	2,5	13	4,8	16	7,1	20	10,8	24	12,8	28	16,5	32	18,7	36	21,9	25	
900	9	3,6	14	6,4	18	9,1	23	12,8	27	16,8	31	19,2	36	23,7	40	27,4	32	
1000	10	4,5	16	7,3	20	11,7	26	16,8	30	19,5	35	24,1	40	28,7	45	34,3	39	
1100	11	4,9	17	9	22	13,9	27	18,6	33	23,2	38	28,5	44	36,2	50	40,5	45	
1200	12	6,2	18	11,3	25	17	30	21,8	36	27,6	42	34,1	48	40,6	54	62,5	60	68,8
1300	13	7,2	20	13,3	28	19,9	32	25,1	38	33,4	45	40,7	52	48,7	58	63,8	65	86,9
1400	14	7,7	21	14,7	29	23,1	35	31,7	42	40,4	48	49,2	54	59,5	63	71,1	70	77
1500	15	8,75	23	16,8	30	24,7	38	35,6	45	44,8	52	54,8	58	67,7	68	81,2	75	87,5
1600	16	10	24	19,9	32	31,6	40	39,6	48	50	58	62,2	64	73,4	72	82,1	80	100
1700	17	11,25	26	21,9	34	33,8	43	45,4	51	57,9	60	71,7	68	87,6	77	102,5	95	113,5
1800	18	12,69	27	24,4	36	36,9	45	49,4	54	62,1	63	77,7	72	92,0	81	118,9	90	126,5
2000	20	16,5	30	30,4	40	44,9	50	61,6	60	78,5	70	97	80	117,2	90	143,1	100	157
2200	22	19,69	33	37	44	55,9	55	76,2	66	96,7	77	118,9	98	145,9	98	178,4	110	190,5
2400	24	24,1	36	43,8	48	65,2	60	88,0	72	112,4	84	136,6	98	166,9	108	208,1	120	231
2600	26	27,96	39	49,2	52	75,16	65	102,9	78	122,5	91	152,8	104	182,9	117	232,0	130	265
2700	27	30,3	41	54,3	54	82,44	68	107,7	81	127,4	95	131	108	205,2	122	254,3	135	295
2800	28	31,9	42	58,7	56	92,25	70	114,6	84	133,75	98	138,3	112	225,1	128	276,1	140	307,5
3000	30	37,8	45	67,64	60	104,2	75	143,2	90	157,8	105	210,8	120	252,8	135	309,8	150	353,2

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Tabelle 2: Füllungsgrad in Röhren – Eiprofile –

1. Zahl = Ablagerungshöhe in cm
% der Verschmutzung bezogen auf DN

2. Zahl = m³ Räumgutmenge auf 100 m Rohrlänge

Breite/ Höhe	10 %		20 %		30 %		40 %		50 %		60 %		70 %		80 %		90 %		100 %	
300/450	4,5	0,5	9	1,5	13,5	2,18	18	3,3	22,5	4,55	27	5,86	31,5	7,21	36	8,51	40,5	9,8	45	10,3
400/600	6	1,3	12	2,17	18	3,91	24	5,93	30	8,15	36	10,49	42	12,89	48	15,2	54	17,18	60	18,4
500/750	7,5	1,9	15	3,36	22,5	6,08	30	9,23	37,5	12,75	45	16,37	52,5	20,12	60	23,74	67,5	26,84	75	28,7
600/900	9	2,8	18	4,86	27	8,76	36	13,29	45	18,29	54	23,58	63	28,98	72	34,17	81	38,63	90	41,30
700/1.050	10,5	3,6	21	6,63	31,5	11,94	42	18,11	52,5	24,9	63	32,1	73,5	39,45	84	46,54	94,5	52,61		
800/1.200	12	4,6	24	8,62	36	15,62	48	23,73	60	32,64	72	42,02	84	51,62	96	60,9				
900/1.350	13,5	4,14	27	11,03	40,5	19,75	54	30,2	67,5	42,1	81	64								
1.000/1.500	15	4,75	30	13,33	45	24,35	60	35	75	51,6	90	65,5								

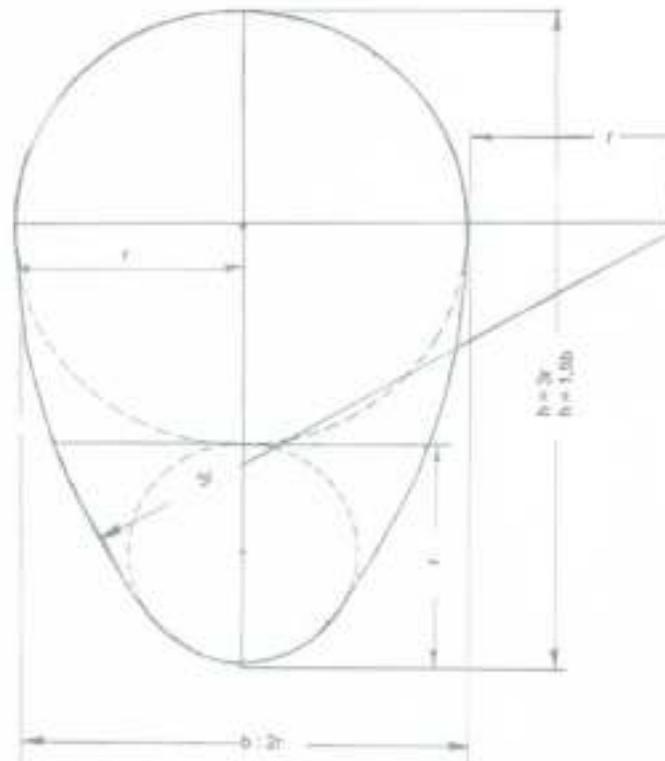
	Hamburger Klasseprofile								Hamburger Klasseprofile									
1.250/1.800	12,5	6,4	25	15,63	37,5	25,95	50	38,43	62,5	53,1	75	69,38	87,5	84,76	-	-	-	-
1.650/2.000	16,5	10,3	31	24,9	46,5	44,84	62	66,3	77,5	90,4	93	115,4	-	-	-	-	-	-
2.250/2.800	22,5	21,9 6	45	56,9	67,5	98,33	90	153,7	112,5	208,6	135	254,4	-	-	-	-	-	-

3 Grundlagen der Kanalreinigung



Schaubild „Querschnittsformen und -abmessungen nach DIN 4263“

Eiform: $b : h = 2 : 3$



3 Grundlagen der Kanalreinigung



Da es nicht möglich ist das von der Düse herantransportierte Material während der erhöhten Fließgeschwindigkeit des Abwassers im Rohr komplett an dem Kontrollschacht zu entnehmen (organisches Material sowie im Wasser schwebendes Ablagerungsgut), erfolgt eine zusätzliche Verschmutzung der nachfolgenden Rohrleitung. Aus diesem Grunde beginnt man die Kanalreinigung jeweils vom höchsten Punkt aus in Richtung zur Kläranlage, säubert die in den Hauptstrang mündenden Nebensammler jeweils vom höchsten Punkt aus bis zur Mündung in den Hauptsammler und reinigt so das gesamte Kanalsystem. Die Reinigungsqualität und die Reinigungsgeschwindigkeit ist abhängig von der Energie des eingeführten Spülwassers, da der Spül-
druck aufgrund evtl. Rohrbeschädigungen begrenzt ist (siehe dazu Untersuchung von Herrn Steiner in Zürich – Rohrbeschädigung beginnt bei Düsendruck über 120 bar) ist ein größerer Energieeintrag nur über die Wassermenge möglich. Für die herkömmliche Kanalrohrreinigung (Ablagerungshöhe bis 15%), Profil DN 200-1000 mm, benutzt man Wassermengen von ca. 320 l/min, bei größerer Ablagerungshöhe oder sehr schweren Ablagerungen erhöht man die Wassermenge auf 400 l/min.

Für Profile > DN 1000 mm benötigt man einen höheren Energieeintrag zur Beschleunigung des umgebenden Abwassers, so dass für DN 1000-1200 mm Pumpenleistungen von 400-450 l/min benötigt werden, für Profile DN 1.200 mm bis hin zum begehbaren Großprofil wird eine Spülwassermenge von 640-800 l/min benötigt. Dabei sollte der Spül-
druck an der Düse 120 bar nicht übersteigen, was wiederum einen Pumpendruck von >150 bar oder mehr (je nach Spül-
schlauchdurchmesser, Schlauchlänge und Wassermenge) erfordert.

3 Grundlagen der Kanalreinigung



3.1 Druckabfall im Hochdruckspülschlauch

Die Hochdruckspülpumpe fördert das Spülwasser mit einem hohen Druck in den Hochdruckspülschlauch. Auf Grund der am Fahrzeug verlegten Rohrleitungen versehen mit 90°-Bögen, Sicherheitsventilen und Regelungsschiebern ... entstehen bei der Wasserförderung starke Verwirbelungen, die den Druck im Spülwasser reduzieren.

Merke:

Die von der Plungerpumpe als Hochdruckspülpumpe geförderte Wassermenge bleibt konstant, der Förderdruck, auf dem Weg von der Pumpe bis zur Hochdruckspüldüse, reduziert sich jedoch auf Grund der starken Verwirbelung und der Reibung des Wassers während der Förderung.

Bei modernen Hochdruckspülfahrzeugen verlegt man die Rohrbögen am Fahrzeug heute als Schlauchleitung. Dadurch kann man die Bögen in der Leitung mit dem jeweils größten Radius verlegen und reduziert so den Druckverlust. Bei gut konstruierten Hochdruckspülfahrzeugen beträgt der Druckabfall für den Wassertransport von der HD-Pumpe bis zur Schlauchhaspel gewöhnlich 10-15 bar. Dieses kann man sehr einfach prüfen, indem man das Fahrzeug ohne Spülschlauch bei Nenndrehzahl der Pumpe betreibt und die Druckanzeige am HD-Manometer abliest (vorausgesetzt die Druckabnahme des Manometers erfolgt kurz hinter der Pumpe).

Schließt man nun an die Haspel des Spülwagens einen ca. 100 m langen Schlauch an, legt diesen der Länge nach aus und wiederholt den vorherigen Test ohne den Anschluss einer Hochdruckspüldüse so wird man sehen, dass das HD-Manometer einen höheren Spüldruck anzeigt (Schlauchende unbedingt befestigen, in einem Schraubstock oder Ähnlichem)

3 Grundlagen der Kanalreinigung

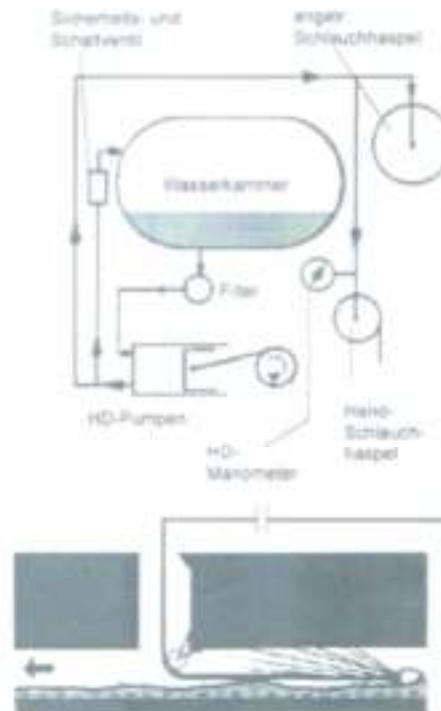


Schaubild „Der Weg des Spülwassers in den Kanal“

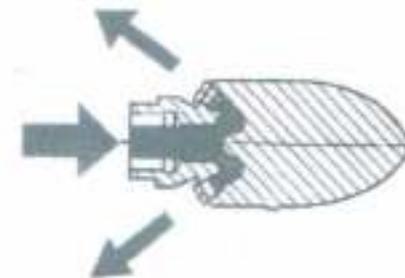
Aus dem Wassertank eines Kanalfahrzeuges strömt das Spülwasser durch die Saugleitung in eine HD-Pumpe.

Die HD-Pumpe fördert das Spülwasser unter hohem Druck durch die Druckleitung zu einer angetriebenen Schlauchhaspel.

Das Spülwasser gelangt durch einen langen Spülschlauch (> = 120 m) zu einer Kanaldüse am Schlauchende.



In der Kanaldüse wird der Spülwasserstrom umgelenkt und tritt mit hoher Geschwindigkeit aus mehreren Düsenbohrungen in spitzem Winkel nach hinten aus.



4 Kanalspülpumpen



URACA Kanalspülpumpen - für jeden Einsatz das maßgeschneiderte Produkt

- Flüssigkeitsteilvarianten:
 - verschiedene Druckstufen
 - Klarwasserausführung
 - Recyclingwasserausführung
 - Heißwasserausführung

- Bauweise:

links



rechts



horizontal



vertikal



High Pressure Technology

4 Kanalspülpumpen



URACA Kanalspülpumpen - für jeden Einsatz das maßgeschneiderte Produkt

- Antrieb:
 - LW - ohne integriertes Getriebe
 - G Model - mit integriertem Getriebe
 - GS Model - mit um 180° gedrehtem Getriebe
 - H Modelle - für hydraulische Antriebe, mit innenverzahnter Kurbelwelle oder Anflanschfläche
- Triebwerk:
 - Z Model - Druckschmierung optional
 - K Model - mit Spezial-Kreuzkopfabdichtung
 - Triebwerkskühler - mit oder ohne
- Optionen:
 - ATEX-Ausführung
 - Ventilanhebung zur Entwässerung

High Pressure Technology

4 Kanalspülpumpen



FFG

URACA

P4-45 – bis zu 180 kW



Leistung	kW	96 – 179
Pumpendrehzahl	min-1	319 – 575
Druck	bar	150 – 250
Fördermenge	l/min	216 – 631

- Druckstufen 150 / 175 / 205 / 250 bar
- Flüssigkeitsteilvarianten Klar-/ Recycling-/ Heißwasser
- Bauweise horizontal/ links/ rechts
- Antrieb G Modell
- Triebwerk mit Triebwerkskühler/ integrierte Triebwerksabdichtung
- Option Ventilanhebung zur Entwässerung
Zwangsschmierung

High Pressure Technology

4 Kanalspülpumpen

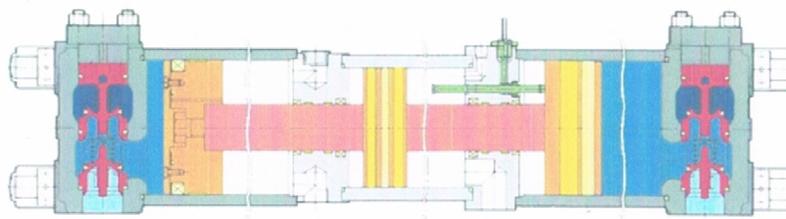


Druckumsetzer UD 200 – bis zu 180 kW



Leistung	kW	20 – 180
Pumpendrehzahl	min-1	20
Druck	bar	70 – 200
Fördermenge	l/min	470

- Der ölhydraulisch angetriebene Druckumsetzer ist zum Einbau in Kanalspülfahrzeuge eine Alternative zur Plungerpumpe.



High Pressure Technology

4.1 Systemvergleich



3-Plunger-Pumpe -- Druckumsetzer-Pumpe

Vorteile, die IHNEN einen erheblichen Mehrwert schaffen:

- Der Druckumsetzer wurde speziell konzipiert, um mit Kanalwasser mit überdurchschnittlichen Feststoffanteil zu arbeiten (Ursprung der Pumpe aus dem Betonpumpenbereich)
- es wird kein Sicherheitsventil benötigt (MSÖV - ein Verschleißteil mit Wert von ca. EUR 2.500,-) - die Überdruckabsicherung erfolgt direkt im Hydraulikkreis
- keine Gefahr von Kavitation (hartes Schlagen durch Luft im Ventilsystem kann die Pumpe u. U. auch zerstören)
- wesentlich geringerer Verschleiß, da der Druckumsetzer nur mit ca. 20 Hüben/ Umdrehungen pro Minute arbeitet, anstatt einer herkömmlichen Kolbenpumpe mit mehr als 550 Umdrehungen
- getrennte, unabhängige Drehzahlsteuerung von Vakuumpumpe (Saugleistung) und HD-Pumpe, d.h. bei voller Vakuumleistung kann die HD-Pumpe auch mit wenig oder keinem Druck gefahren werden (Vorteil von moderner Verstellpumpentechnik)
- maximale Leistungsausbeute, ohne Leistungsverluste, die durch Überströmen über das Sicherheitsventil entstehen

Ihr Zusatznutzen: Wir geben auf die Verschleißteile des URACA-Druckumsetzers (wasserseitig) eine zusätzliche Garantie von 5 Jahren.



Gegenüberstellung für Kanalreinigungsfahrzeuge mit Wasseraufbereitung:

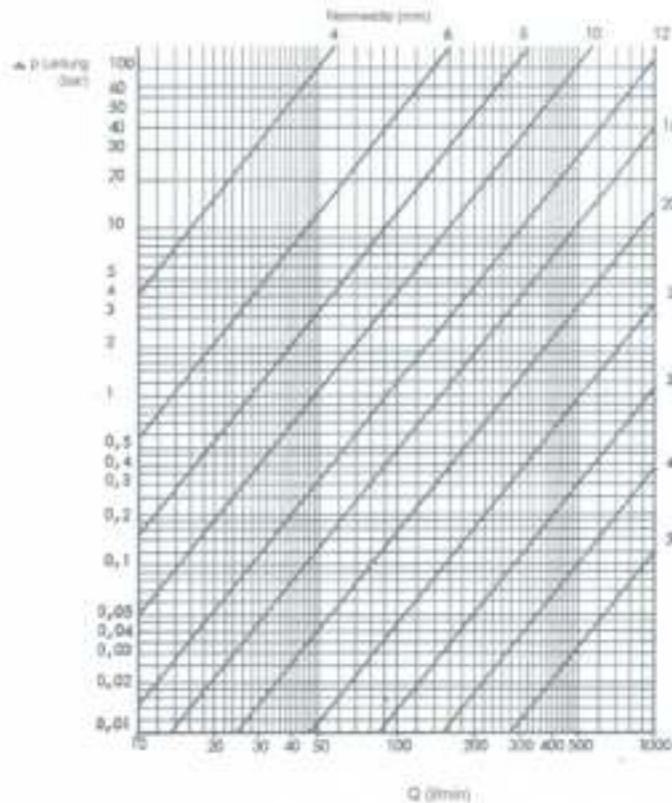
	3-Plunger-Pumpe	Druckumsetzer-Pumpe
Energieverbrauch / Wirkungsgrad	*** ca. 97%	** ca. 92%
Regelung und Absicherung	*	***
Geräuschentwicklung	*	*
Systemgewicht	***	*
Bauvolumen / Einbauvarianten	**	**
Drehzahl / Arbeitsfrequenz	* 870 min ⁻¹	*** 18 min ⁻¹
Schmutzunempfindlichkeit / Verschleiß	*	***
Wartungs- und Reparaturkosten	*	***
Anschaffungspreis (System)	**	*
Umweltisiko (Wasser / Hydrauliköl)	***	***

* = Pluspunkt

4.2 Druckverluste



Scheubild „Druckverluste in Schlauch- und Rohrleitungen“



Der Druckverlust ist auf 1 m Leitungslänge bezogen und erhöht sich bei zunehmender Leitungslänge linear. (Theor. Werte) Wickelt man nun den Schlauch auf die Haspel auf, so dass er also in den Windungen des Durchmessers der Schlauchhaspel aufgespült ist und wiederholt den vorherigen Versuch so wird man feststellen, dass die Anzeige des Druckes am Spüldruckmanometer weiterhin gestiegen ist. Da in unserem Versuch das Spülwasser am Schlauchende jeweils frei ausströmen kann, zeigt das HD-Manometer also den Druck an, den das Wasser benötigt um bis zum Schlauchende transportiert zu werden. Dieser Druck ist also der Verlustdruck oder Druckabfall, der für den Transport des Spülwassers in der Leitung bis zur Düse benötigt wird. Erfahrungsgemäß ist der Druckabfall im Kunststoffschlauch geringer als beim Gummischlauch (aufgrund der glatteren Wandung) und beim gebrauchten Schlauch geringer als beim neu aufgezogenen Schlauch (auch aufgrund der Schlauchdehnung und Vergrößerung des Innendurchmessers infolge des Gebrauchs). Siehe dazu anliegende Diagramme. Bei der Durchführung der vorherigen Versuche haben wir beobachtet, dass mit dem Hochfahren der HD-Pumpe bis zur Nenndrehzahl auch die Anzeige des Druckes am Spüldruckmanometer ansteigt. Mit zunehmender Drehzahl fördert die HD-Pumpe auch zunehmende Wassermengen, so dass wir daraus folgern können, dass der Druckabfall im Schlauch mit zunehmender Wasserfördermenge ebenfalls zunimmt. Die Durchmesser der Hochdruckspülschläuche sind aufgrund der genormten und gebräuchlichen Schlauchdurchmesser in diesen Dimensionssprüngen am Markt erhältlich:

wir unterscheiden Schlauchinnendurchmesser

DN 10 mm
 DN 16 mm
 DN 25 mm
 DN 40 mm

DN 13 mm
 DN 20 mm
 DN 32 mm
 DN 50 mm

4.3 Schlauchdimensionen

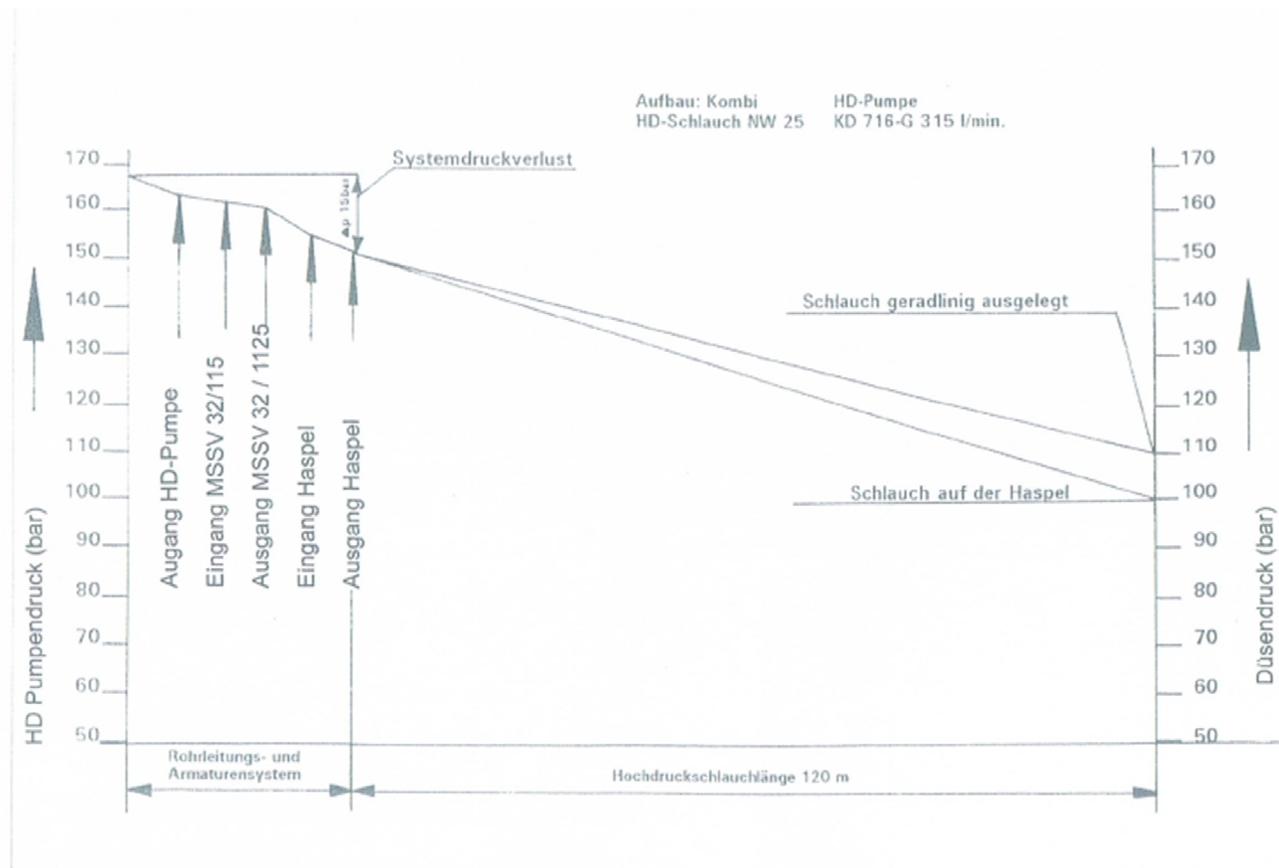
Für die herkömmliche Kanalreinigung benutzt man in der Praxis folgende Schlauchdimensionen:

Schlauchdimension	Spülwassermenge	Druckabfall / lfdm
DN 25 mm	320 l/min	0,3 – 0,4 bar/lfdm
DN 32 mm	400 l/min	0,15 – 0,2 bar/lfdm
DN 40 mm	640 l/min	0,15 – 0,18 bar/lfdm

Die Hochdruckspülpumpen sind bei den Kanalreinigungsfahrzeugen zum größten Teil vom Nebenantrieb des Fahrzeugmotors (NMV) angetrieben, aber auch über eine vom Fahrzeugmotor angetriebene Hydraulikanlage und äußerst selten mit separatem Antriebsmotor. Als Hochdruckpumpe unterscheidet man:

- Plungerpumpen
- Druckumsetzer
- Radialkolbenpumpen
- Axialkolbenpumpen.

4.4 Druckverluste in Rohr- und Schlauchleitungen bei Hochdruckspül- und Kombiaufbauten



4.5 Einsatz mit und ohne Kanaldüse



Die HD-Pumpe fördert eine bestimmte Spülwassermenge (l/min) bei einer bestimmten Betriebsdrehzahl.
 Der Förderstrom ist direkt abhängig von der Pumpendrehzahl. Beispiel:
 HD-Pumpe Utrac KD 715-G/10-HD MJ
 330 l/min bei 1500 U/min Pumpendrehzahl
 165 l/min bei 750 U/min Pumpendrehzahl. Dabei ist die HD-Pumpe für einen maximalen Betriebsüberdruck (Nenndruck) ausgelegt. Auch die gesamte Druckleitung einschließlich Spülschlauch ist für den Betriebsüberdruck ausgelegt.

ohne Kanaldüse



mit Kanaldüse
 Betriebsüberdruck = Leitungswiderstand + Staudruck



Der Betriebsdruck wird durch die Größe Düsenansätze bestimmt.

Um den maximalen Betriebsüberdruck am Manometer zu erreichen, müssen die Düsenansätze der Kanaldüse dem Pumpen-Förderstrom entsprechen.

4.6 Hochdruckspühdüsen



Der Reinigungserfolg ist zu einem großen Teil von der richtigen Auswahl der Hochdruckspühdüse abhängig. Wir unterscheiden drei Arten von Düsen:

Pendeldüse: Diese sind Düsen, deren Wasserstrahlen mit geringem Winkel direkt auf die Rohrsohle gerichtet werden. Damit diese Düsen nicht abheben benötigen sie ein recht hohes Gewicht, wobei die Düse grundsätzlich so konstruiert ist, dass sie einen sehr niedrig angelegten Schwerpunkt hat. Dadurch ist die Düse in der Lage sich jeweils so im Rohr einzupendeln, dass der abgehende Düsenstrahl jeweils in die Rohrsohle zeigt. Voraussetzung dafür ist der Betrieb der Düse mit einem funktionierenden Drehgelenk; im geringen Abstand hinter der Düse in den Schlauch eingebaut. Auf dem Markt befinden sind: Flach-Keildüse von MÜLLER-Umwelttechnik, Bulldozer von Ehle, Aquabull von Mabo, Skibjaldüse (patentiert) von Fa. WOMA. Die Pendeldüse eignet sich hervorragend zur Unterhaltungsreinigung mittlerer und großer Profile, da sie die gesamte Spülwassermenge in die Rohrsohle abstrahlt, wo die Ablagerung zu finden ist, die eben aufgewirbelt und im beschleunigten Abwasser zum Arbeitsschacht transportiert wird. Im Vorlauf zur TV-Untersuchung bzw. für eine nachfolgende Sanierung ist diese Art der Reinigungsdüsen ungeeignet.

4.6 Hochdruckspühdüsen

Die Rundumstrahldüse ist die gebräuchlichste Düse in der Kanalreinigung. Aus dieser kreisrunden Düse wird das Spülwasser aus der gesamten Düsenfläche in Richtung Spülschlauch abgegeben. Sie eignen sich hervorragend zum Reinigen kleiner und mittlerer Profile bis DN 600/800 mm. Je nach Reinigungsziel werden sie mit den verschiedensten Abstrahlwinkeln von 7° (nahezu parallel zum Schlauch) bis 45° zum Einsatz gebracht. Je geringer der Abstrahlwinkel, umso größer die Zugkraft der Düse und damit auch umso größer die Beschleunigung des umgebenden Abwassers. Je größer der Abstrahlwinkel, eine umso bessere Reinigung der gesamten Rohrwandung. Somit werden die Düsen mit Abstrahlwinkeln von 30-45° vornehmlich für die Kanalreinigung im Vorlauf zur TV-Untersuchung oder nachfolgender Sanierung zum Einsatz gebracht.

Die Verstopfungsdüse ist eine Rundumstrahldüse mit einem zusätzlichen Düsenausgang nach vorn. Sie wird vornehmlich eingesetzt zum Lösen von Rohrverstopfungen, wobei der nach vorne austretende Düsenstrahl natürlich die Zugkraft der Düse reduziert und die Wirkung der eigentlichen Kanalreinigungsfähigkeit reduziert.

Die eigentliche Aufgabe der Kanalreinigungsdüse liegt darin, das im Schlauch ankommende Druckwasser in seiner Fließrichtung um 180° umzukehren und das Spülwasser unter Abbau des Wasserdrucks mit Hilfe der Spüldüseneinsätze in eine möglichst hohe Austrittsgeschwindigkeit zu versetzen. Der Wirkungsgrad der Düse wird zu einem geringen Teil bestimmt von dem möglichst verlustfreien Umlenken der Fließrichtung des Wassers, zu einem weit höheren Teil von der Ausbildung der Spüldüseneinsätze. Da die Wassergeschwindigkeit im Düseneinsatz (kleiner Durchmesser – große Wassergeschwindigkeit) am höchsten ist, sind die Form- und Konstruktionsfehler am einflussreichsten auf den Wirkungsgrad. Eigene Versuche haben ergeben, dass Düseneinsätze bestehend aus einer Lochblende einen Gesamtwirkungsgrad von nicht mehr als 65 % ergeben, wobei die gleiche Düse mit kegelförmig verlaufendem Einlaufkonus einen Wirkungsgrad von 94-96° erreicht.

Der Verschleiß der Düseneinsätze speziell bei Gebrauch von recyceltem Wasser ist recht hoch. Es empfiehlt sich der Gebrauch von Keramikdüsen. Dabei ist darauf zu achten, dass es sich um Qualitätskeramikdüseneinsätze handelt, deren Wirkungsgrad extrem hoch ist und die Lebensdauer über mehr als ein Jahr andauert.

4.7 Düsentabelle



Wassermenge der Pumpe : Anzahl der Düsen = Wassermenge pro Düse

z.B. 320 l/min : 8 = 40 l/min

Druckreduzierung aufgrund der Schlauchlänge:

Schlauchdurchmesser	Wassermenge	Druckabfall pro m Schlauchlänge
3/4"	110 l/min	0,25 bar/m
1"	320 l/min	0,40 bar/m
1 1/4"	400 l/min	0,18 bar/m; 0,2 bar/m
1 1/2"	650 l/min	0,16 bar/m

Druckverlust am Fahrzeug 10 – 15 bar.

Berechnung: z.B. 1"-Schlauch – 320 l/min, Länge 180 m

180 m x 0,40 bar/m = 72 bar

Druckverlust Fahrzeug = 10 bar

Summe Druckverlust = 82 bar

Nenndruck Pumpe = 150 bar

./. Druckverlust = 82 bar

Düsendruck = 68 bar

Aus Tabelle: 40 l/min Düsenwassermenge
68 bar Düsendruck

aus Tabelle gewählt: Düsen Ø 2,8 mm



4.8 Auswahltabelle Düsenensätze

Auswahltabelle für Düsenensätze*

Tabelle 1 Füllungsgrad in Röhren

Wassermenge pro 1 Stück Düse	1.) Dividiere die Wassermenge durch die Anzahl der Düsenensätze 2.) Finde den Druck in der Düse 3.) Über den Druck und die Wassermenge ergibt sich der Düsendurchmesser																			Beispiel: 320 Liter 100 bar, 6 Einsätze 320 : 6 = 53,3 ltr -> Düsen \varnothing 2,8 mm			
	0,8	1,0	1,25	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10		
5	0,20	1,4	2,2	3,0	4,5	5,4	7,2	8,8	10,7	12,5	16,7	21,7	27,8	34	41,3	48	57,5	67	80	111	137		
50	2,8	4,4	8,8	9,8	14,1	17,2	22,8	27,2	33,8	38,8	52,3	68,0	86,5	106	129,0	156	181,0	212	277	350	435		
60	3,0	4,7	7,2	10,5	15,1	18,5	24,5	28,2	36,2	42,5	56,3	74,0	93,7	113	140,0	168	196,0	230	296	378	467		
70	3,5	5,2	8,0	11,4	16,5	20,2	26,7	31,8	39,8	46,5	61,5	81,0	104,0	128	153,0	183	213,0	250	326	413	510		
80	3,5	5,4	8,5	12,2	17,8	21,8	28,8	34,2	42,4	49,2	66,0	86,0	109,0	137	164,0	195	228,0	268	347	440	542		
90	3,7	5,8	9,1	13,0	18,8	23,0	30,4	36,2	45,0	53,0	70,3	92,0	116,0	145	174,0	208	243,0	285	370	470	580		
100	3,8	6,2	9,5	13,7	19,7	24,2	32,0	38,5	47,5	55,5	74,0	97,0	122,0	152	183,0	218	256,0	297	390	492	610		
120	4,2	6,8	10,4	15,0	21,8	26,5	35,0	41,5	51,0	60,5	81,0	106,0	134,0	166	200,0	240	280,0	328	428	538	665		
140	4,5	7,2	11,3	16,2	23,4	28,7	38,0	45,0	56,0	66,0	87,5	114,0	145,0	180	217,0	260	304,0	355	460	580	720		
160	4,7	7,8	11,7	16,8	24,2	29,5	39,0	46,5	58,0	68,0	90,0	118,0	149,0	186	222,0	270	318,0	365	475	605	745		
180	4,8	7,7	12,0	17,2	25,0	30,5	40,5	48,0	59,5	70,0	93,0	122,0	154,0	192	231,0	278	322,0	377	490	623			
190	5,2	6,1	12,0	18,2	26,2	32,4	42,8	50,8	63,0	74,0	98,0	129,0	164,0	204	245,0	291	342,0	398	518	658			
200	5,5	6,6	13,5	19,3	27,8	34,2	45,2	53,8	67,0	78,5	104,0	136,0	173,0	215	259,0	310	362,0	425	547	695			
225	5,8	6,2	14,4	20,3	29,7	36,5	48,1	57,2	71,3	83,3	111,0	145,0	186,0	230	278,0	330	388,0	450	585				
250	6,3	6,7	15,2	21,6	31,4	38,8	50,5	60,4	75,0	88,0	117,0	154	194,0	242	290,0	347	405,0	473	617				
275	6,4	10,2	15,8	22,7	32,7	40,2	53,0	63,8	78,5	92,0	122,0	160,0	202,0	254	304,0	362	425,0	496	642				
300	6,7	10,6	16,6	23,7	34,1	42,0	55,5	66,7	82,0	96,0	128,0	168,0	212,0	265	318,0	380	457,0	517	670				
350	7,3	11,5	18,0	25,8	37,2	46,0	60,5	71,5	88,0	107,0	140,0	182,0	227,0	288	348,0	410	485,0	562	732				
400	7,8	12,3	19,2	27,5	39,0	48,0	63,0	75,8	93,0	112,0	148,0	195,0	248,0	305	370,0	440	515,0	603	790				
450	8,2	13,0	20,2	29,8	42,0	51,5	68,0	82,7	101,0	118,0	157,0	205,0	260,0	320	390,0	465	545,0	630	820				
500	8,7	13,8	21,3	30,7	44,3	54,5	72,0	88,4	110,0	124,0	166,0	217,0	276,0	342	413,0	490	576,0	670	870				
550	9,1	14,4	22,3	32,3	46,3	57,3	76,0	93,0	116,0	136,0	174,0	228,0	290,0	360	433,0	514	604,0	702					
600	9,5	15,1	23,8	33,7	48,5	59,9	79,0	97,0	121,0	142,0	182,0	237,0	302,0	375	453,0	538	630,0	735					
700	10,2	16,2	25,4	36,2	52,2	64,3	85,0	103,0	128,0	150,0	196,0	255,0	326,0	403	486,0	580	680,0						
800	11,0	17,3	27,2	38,8	55,8	69,0	91,0	109,0	140,0	163,0	213,0	273,0	346,0	431	520,0	620	728,0						

4.9 Spezialdüsen



Bedenken Sie, dass das an der Düse ankommende Hochdruckspülwasser bereits durch den langen Hochdruckspülschlauch erheblich an Nutzenergie verloren hat (mehr als ein Drittel des eingegebenen Druckes), so dass durch schlecht geformte Düseneinsätze ein zusätzlicher Nutzenergieverlust an der Düse direkt, auf jeden Fall verhindert werden soll.

Für die Reinigung in wasserführenden Großprofilrohren (ab DN 1.000 mm) sind mit Erfolg **Ejektordüsen** zum Einsatz gekommen. Diese Kanalreinigungsdüsen bestehen im wesentlichen aus einem auf Kufen geführten Wasserejektor – siehe Vakuumfördertechnik. Der Betrieb dieser Düse wird jedoch erst ab einer Spülwassermenge von 640 l/min. wirklich interessant, wobei diese Düsenart zur Zeit noch relativ unverbretet und unbekannt ist.



-Vielen Dank-