

Innovative Einbaugarnituren- Rehabilitation



KETTLER/UTILITY
COMMUNICATION



Direkt durch die Straßenkappe, ohne klassisches Kopfloch.

Nicht jede Armatur, die sich nicht bedienen lässt, ist tatsächlich defekt. Häufig liegt die Ursache in der Einbaugarnitur. In mehr als 4.000 bearbeiteten Störfällen konnte die Funktionsfähigkeit durch deren Rehabilitation wiederhergestellt werden. Mit einer Erfolgsquote von rund 90 Prozent eine überzeugende Alternative zum Austausch der gesamten Armatur.

kettler-kuc.de

SCHWERPUNKTE

- Gasversorgung
- Abwasserentsorgung
- Wasserversorgung



Kamerainspektion von Trinkwasserleitungen

Praxiserfahrungen zu Einsatzmöglichkeiten und Nutzen

Von Dr. Andreas Korth und Theresia Meltzer

Kamerainspektionen ermöglichen einen direkten und dokumentierbaren Einblick in den Innenzustand von Trinkwasserleitungen und liefern damit Informationen für technische Entscheidungen. Erfahrungen aus zahlreichen Praxiseinsätzen zeigen, dass sich Einsatzmöglichkeiten und Randbedingungen unterschiedlicher Inspektionssysteme heute zunehmend belastbar beurteilen lassen. Mit einem Fahrwagensystem wurden Leitungen von DN 200 bis DN 1200 sowie Inspektionsstrecken von mehr als 1.100 m untersucht. Entscheidend für einen erfolgreichen Einsatz ist das Zusammenspiel aus Systemauswahl, Planung, Erfahrung bei der Befahrung und fachlicher Bewertung der Befunde.

Wann lohnt sich eine Kamerainspektion?

Kamerainspektionen werden in Rohrleitungssystemen seit vielen Jahren eingesetzt. Ihr besonderer Nutzen besteht darin, dass sie einen direkten und dokumentierbaren Blick auf den Innenzustand eines konkreten Leitungsabschnitts ermöglichen. Für Betreiber, Planer und ausführende Unternehmen ist dies insbesondere dann interessant, wenn vorhandene Bestands- oder Betriebsdaten für eine technische Entscheidung nicht ausreichen oder eine konkrete Auffälligkeit geklärt werden soll.

Typische Fragestellungen ergeben sich bei der Untersuchung von Bestandsleitungen, bei der Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen und auch bei der Qualitätssicherung von Baumaß-

nahmen. Vor einer grabenlosen Sanierung können beispielsweise die Innenbeschaffenheit der Leitung, vorhandene Abgänge, Einbauten, Querschnittsveränderungen oder Hindernisse für die Planung relevant sein. Bei bestehenden Leitungen lassen sich Ablagerungen, Inkrustationen, Fremdkörper oder Auffälligkeiten an Rohrverbindungen und Innenoberflächen unmittelbar erfassen. Bei neu errichteten oder erneuerten Leitungen kann eine Kamerainspektion den Innenzustand vor Abnahme beziehungsweise Inbetriebnahme dokumentieren. Das TZW wird für solche Untersuchungen inzwischen sowohl von Wasserversorgungsunternehmen als auch von ausführenden Bauunternehmen angefragt.

Dass optische Systeme grundsätzlich auch für Trinkwasserleitungen einge-

setzt werden können, wurde bereits in früheren Untersuchungen gezeigt. Juschak und Kobert [1] untersuchten verschiedene Kamerasysteme in einer Versuchsanlage sowie in Pilotversuchen unter realen Betriebsbedingungen. Dabei wurden unterschiedliche Rohrmaterialien, Nennweiten, Zugangsmöglichkeiten und Betriebsdrücke berücksichtigt. Für die Inspektion besonders langer Druckleitungen wurde mit der sogenannten Wasserschlange ein weiterer Ansatz entwickelt. Anders [2] beschreibt beispielsweise die erfolgreiche Untersuchung einer 623 m langen Trinkwasserleitung DN 200 mit insgesamt 18 Bögen im Vorfeld einer Sanierungsmaßnahme.

Im DVGW-Forschungsprojekt OptInspekt [3] wurden verschiedene optische und optisch-akustische Systeme unter-



sucht und deren Einsatzbedingungen gezielt bewertet. Mit Schiebekamera und Fahrwagen wurden dabei mehr als 25 Inspektionen in Bestands- und Neubaulösungen durchgeführt. Damit hat sich die Erfahrungsbasis insbesondere hinsichtlich Systemauswahl, Befahrbarkeit, Leitungsdimensionen, Betriebszuständen und erreichbaren Inspektionsstrecken erheblich erweitert.

Mit zunehmender Zahl unterschiedlicher Einsätze kann besser eingeschätzt werden, welches System für eine konkrete Fragestellung geeignet ist, welche Randbedingungen bereits bei der Planung berücksichtigt werden müssen und welche Informationen aus der Untersuchung tatsächlich gewonnen werden können.

Die im Forschungsprojekt und in der praktischen Anwendung gewonnenen Erkenntnisse sind zudem in die technische Regelwerksarbeit eingeflossen. Wesentliche Ergebnisse aus OptInspekt wurden bei der Erarbeitung des DVGW-Merkblatts W 492 [4] berücksichtigt. Damit stehen der Branche heute zusätzlich Hinweise zur Auswahl und zum Einsatz zerstörungsfreier Inspektionsverfahren zur Verfügung.

Was ist mit einem Fahrwagen-System möglich?

Ab gewissen Dimensionen hinsichtlich Länge und Durchmesser bietet sich für Untersuchungen ein selbstfahrendes Kamerasystem an. Ein Fahrwagen kann kontrolliert durch die Leitung bewegt und die Kamera gezielt auf einzelne Bereiche ausgerichtet werden.

Das vom TZW eingesetzte Fahrwagen-System Gullyver 2 (Bild 1) von der Gesellschaft für mobile Inspektionssysteme mbH wurde in Bestands- und Neubaulösungen von DN 200 bis DN 1200 eingesetzt. Befahrungen erfolgten sowohl in entleerten als auch in gefüllten und teilgefüllten Leitungen.

Die Kameraeinheit ist schwenk- und drehbar und kann über einen Hebe- arm in ihrer Position angepasst werden.



Bild 1: Durchführung einer Kamerauspektion mit dem Gullyver II Systems

Zoom und Fokus lassen sich während der Befahrung verändern. Dadurch können Rohroberflächen, Verbindungen, Einbauten und einzelne Auffälligkeiten gezielt betrachtet und dokumentiert werden. Bild- und Steuerdaten werden über ein Lichtwellenleiterkabel übertragen. Das System verfügt über ein 2.500 m langes Lichtwellenleiterkabel und ist damit für die Untersuchung langer Leitungsabschnitte ausgelegt. In bisherigen Praxiseinsätzen wurden Inspektionsstrecken von mehr als 1.100 m erreicht.

Die inzwischen vorliegenden Einsätze über unterschiedliche Nennweiten, Betriebszustände und Leitungssituationen erweitern die Erfahrungsbasis

deutlich. Dadurch lässt sich einschätzen, für welche Leitungen das Fahrwagen-System geeignet ist und welche Untersuchungsstrecken unter den jeweiligen Randbedingungen realistisch erreichbar sind.

Was sagt der Befund?

Die Aufnahmen ermöglichen es, sichtbare Zustände und Auffälligkeiten räumlich einem Leitungsabschnitt zuzuordnen und nachvollziehbar zu dokumentieren. Damit entsteht eine Informationsgrundlage, die insbesondere dann wertvoll ist, wenn für eine anstehende Maßnahme Kenntnisse über die tatsächliche Situation im Rohr benötigt werden.



Bild 2: Beispiele unterschiedlicher Befunde: Qualitätskontrolle einer Neubauleitung (o.l.), Verunreinigungen in einer neuen PE-Leitung (o.r.), Wurzeleinwuchs (u.l.), Ablösung der Beschichtung (u.r.)

Für die Planung sind zunächst die vorhandenen Leitungsdaten auszuwerten. Dazu gehören insbesondere Nennweite, Rohrmaterial, Leitungsverlauf, Bögen, Höhenprofil, Armaturen, Einbauten und bekannte Veränderungen der Leitungsgeometrie. Zu beachten ist auch, ob die Leitung entleert, teilgefüllt oder gefüllt untersucht werden soll.

Ein wichtiger Punkt ist der Zugang zur Leitung. Das Inspektionssystem muss eingebracht und nach Abschluss der Untersuchung wieder zurückgeführt werden können. Je nach Situation kommen beispielsweise vorhandene Bauöffnungen oder ausgebauten Armaturen infrage.

Für die Einschätzung der Befahrbarkeit sind insbesondere Anzahl und Ausführung von Bögen, Steigungen und Gefälle sowie die Beschaffenheit der Rohrinnenoberfläche relevant. Auch Ablagerungen, hervorstehende Bauteile und Einbauten können die Passage beeinflussen. Bei längeren Inspektionsstrecken gewinnt zusätzlich die Reibung des nachgeführten Kabels an Bedeutung.

Bei Trinkwasserleitungen kommt der Hygiene eine besondere Bedeutung zu. Fahrwagen, Kamera und Kabel müssen vor dem Einsatz gereinigt und desinfiziert sowie bis zur Einbringung hygienisch einwandfrei gehandhabt werden. Bei längeren Befahrungen ist auch die Nachführung des Kabels zu berücksichtigen.

Zur Einsatzvorbereitung gehört zudem eine Risikobewertung. Sie umfasst unter anderem die sichere Rückführung des Systems bei unerwarteten Hindernissen, das Vorgehen bei technischen Störungen sowie Anforderungen an Arbeits- und Baustellensicherheit. Auch Stromversorgung, Witterung und die Abstimmung mit dem Netzbetrieb können für die Durchführung relevant sein. Diese Erfahrungen sind auch in die technische Regelwerksarbeit eingeflossen. Das DVGW-Merkblatt W 492 gibt Hinweise zur Auswahl

Das Spektrum der bei bisherigen Inspektionen dokumentierten Befunde ist breit. Erfasst wurden beispielsweise Ablagerungen und Inkrustationen, Veränderungen von Rohrinnenoberflächen und Beschichtungen, Rohrverbindungen, Einbauten und Fremdkörper. Auch geometrische Besonderheiten oder Hindernisse können sichtbar gemacht werden. In einzelnen Bestandsleitungen wurde beispielsweise Wurzeleinwuchs festgestellt.

Bei Bestandsleitungen kann die Kamerainspektion die vorhandenen Informationen über eine Leitung gezielt ergänzen. Dies ist beispielsweise sinnvoll, wenn aufgrund des Leitungsalters, betrieblicher Auffälligkeiten oder einer geplanten Maßnahme zusätzliche Informationen über den Innenzustand benötigt werden. Bei grabenlosen Verfahren kann es relevant sein, den tatsächlich vorhandenen Leitungszustand vor Beginn der Arbeiten zu kennen. Abgänge, Einbauten, Querschnittsveränderungen, Ablagerungen oder Hindernisse können Einfluss auf die Auswahl und Durchführung eines Sanierungsverfahrens haben.

Nach Abschluss einer Baumaßnahme lässt sich der Innenzustand eines Leitungsabschnitts vor Abnahme beziehungsweise Inbetriebnahme dokumentieren. Sichtbar werden können beispielsweise Verschmutzungen oder Fremdkörper sowie Auffälligkeiten an Rohrinnenoberflächen. Damit erhalten sowohl Auftraggeber als auch ausführende Unternehmen eine nachvollziehbare Dokumentation des zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandenen Zustands. Bild 2 zeigt Beispiele von Befahrungen.

Was muss vor einer Befahrung geklärt werden?

Eine Kamerainspektion beginnt mit einer möglichst klaren Definition der Fragestellung und einer belastbaren Einschätzung der Leitungssituation. Wenn bekannt ist, welche Information benötigt wird und unter welchen Randbedingungen die Untersuchung stattfinden soll, lässt sich entscheiden, welches System eingesetzt wird und wie die Befahrung vorbereitet werden muss.



Bild 3: Schema für den Ablauf einer Kamerainspektion (Bild mit KI-Unterstützung)

und zum Einsatz zerstörungsfreier Inspektionsverfahren.

Bild 3 fasst die notwendigen Schritte einer Leitungsinspektion zusammen.

Fazit

Kamerainspektionen liefern dort einen Nutzen, wo konkrete Informationen zum Innenzustand einer Trinkwasserleitung für Entscheidungen benötigt werden. Die möglichen Anwendungen reichen von der Untersuchung von Bestandsleitungen über die Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen bis zur Qualitätssicherung bei Neubau- und Baumaßnahmen.

Die Erfahrungen zeigen, dass sich die Eignung unterschiedlicher Inspektionsysteme heute deutlich fundierter bewerten lässt. Mit zunehmender Zahl praktischer Einsätze wächst das Wissen darüber, welche Leitungs-

situationen mit welchem System untersucht werden können, welche Randbedingungen die Befahrbarkeit bestimmen und welcher Informationsgewinn unter den jeweiligen Bedingungen realistisch zu erwarten ist. Das DVGW-Merkblatt W 492 beschreibt Fähigkeiten und Anwendungsziele zerstörungsfreier Inspektionstechnologien sowie Anforderungen an den Inspektionsablauf und unterstützt damit die Auswahl eines geeigneten Verfahrens für die jeweilige Aufgabenstellung. Erkenntnisse aus OptInspekt wurden bei der Erarbeitung des Merkblatts berücksichtigt.

Danksagung

Die Autoren danken den am DVGW-Forschungsvorhaben OptInspekt beteiligten Wasserversorgungsunternehmen für die Unterstützung bei der Durch-

führung der Untersuchungen. Dem DVGW gilt der Dank für die Förderung des Forschungsvorhabens.

Literatur

- [1] Juschak, M.; Kobert, M.: Einsatzpotentiale und Möglichkeiten der optischen Inneninspektion von Trinkwasserleitungen. 3R, Ausgabe 9/2019, Vulkan-Verlag GmbH, 2019.
- [2] Anders, L.: TV-Inspektion von bis zu 2500 m langen Druckleitungen DN 80 bis 300. 3R, Ausgabe 9/2019, Vulkan-Verlag GmbH, 2019.
- [3] Meltzer, T., Korth, A., Donath, O., Juschak, M. (2025): Potenziale der optisch-akustischen Inspektion von Trinkwasserverteilungssystemen – OptInspekt. DVGW-Forschungsbericht W 202017.
- [4] DVGW-Merkblatt W 492 "Zerstörungsfreie Inspektionstechnologien für Trinkwasserleitungen – Anforderungen und Ziele" (2023-12)

SCHLAGWÖRTER: Zustandserfassung, Kamerainspektion

AUTOREN



Dr. Andreas Korth

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Dresden
andreas.korth@tzw.de



Theresia Meltzer

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Dresden
theresia.meltzer@tzw.de