

Kontinuierliche Eiprofilmaßbestimmung - Praxiseinsatz in Dortmund

Ein Bauvorhaben der Stadtentwässerung Dortmund umfasst unter anderem die Modernisierung von Mauerwerkskanälen im Eiprofil, die sich zwischen 97 und 135 Jahren im Dauerbetrieb befinden. Für eine größtmögliche Ausführungssicherheit der angestrebten Innensanierung sollte das reale Profilmaß über den gesamten Verlauf aller Haltungen bestimmt werden. Dazu wurde mit der Dreh- und Schwenkkopfkamera IBAK ORPHEUS 2 eine kontinuierliche, lasergestützte Profilmaßbestimmung in einem Arbeitsgang mit der optischen Inspektion vorgenommen. Die Messergebnisse dienen der mit der Planung beauftragten VOGEL Ingenieure GmbH als Grundlage für die Sanierungsplanung sowie für die Auswahl und Konfektionierung der Schlauchliner.

1. Aufgabenstellung

Die Stadtentwässerung der Stadt Dortmund mit nahezu 600.000 Einwohnern betreibt ein 1.996 km langes, weit verzweigtes Entwässerungsnetz. Neben den Abwasserkanälen werden im Stadtgebiet auch Versickerungs- und Rückhaltebecken mit einer Flächengröße von 33 ha unterhalten. Der Eigenbetrieb hat die VOGEL Ingenieure GmbH beauftragt, die Renovierung von sanierungsbedürftigen Mischwasserkanälen zu planen. Erklärtes Ziel des Vorhabens ist es, die im Zeitraum zwischen 1882 und 1920 gebauten Kanäle zu erhalten und zu modernisieren. Bei den Sanierungsobjekten handelt es sich unter anderem um 24 gemauerte Haltungen im Eiprofil in den Rohrnennweiten von EI 600/900, 700/1050 und 900/1350 mit einer Gesamtlänge von über 1230 Metern. Die Stadtentwässerung der Stadt Dortmund legt großen Wert auf eine versierte und umfassende Planung, da diese maßgeblich zum Ergebnis einer Sanierungsmaßnahme beitrage. Die VOGEL Ingenieure GmbH empfehlen eine Bestimmung der realen Profilmaße im Zuge der ohnehin erforderlichen optischen Inspektion.

2. Planung und Vorbereitung

Die seinerzeitige Bauweise erfolgte hydraulisch günstig mit teilweise gebogenen Trassenverläufen. Die Seitenzuläufe auch größerer Sammler sind teilweise ohne direkte Zugänglichkeit z. B. in Form eines Kontrollschachtes am Hauptsammler angeschlossen. Die betroffenen abwassertechnischen Anlagen befinden sich überwiegend in stark frequentierten Verkehrsanlagen, in der Fußgängerzone sowie Haupteinkaufsstraßen mit erhöhten Anforderungen an die Baustellenablauforganisation. Zur Verkehrssicherung wurden verkehrsrechtliche Genehmigungen in Abstimmungen mit der Straßenbehörde eingeholt. Um eine ausreichend gute Aussagequalität zu erhalten, wurden die zu untersuchenden Haltungen außer Betrieb genommen und die Abflüsse umgeleitet. Die Haltungen wurden im Vorfeld mittels Hochdruck-Spülung gereinigt. Als Ausgangsdaten lagen vereinzelte Ergebnisse der TV-Inspektionen aus den Jahren 2006 bis 2014, digitale Lagepläne und die Daten der Schachtvermessungen vor. Für die Durchführung der optischen Inspektion von Haltungen und Schächten, sowie Profilmaßbestimmung waren mehrere begleitende Leistungen erforderlich, die durch verschiedene Dienstleister ausgeführt wurden. Die VOGEL Ingenieure GmbH übernahmen die aufwändige Gesamtkoordination, um eine reibungslose Abwicklung der Datenerfassung und einen aufeinander abgestimmten zeitlichen Ablauf aller Arbeitsschritte sicherzustellen.

3. Grenzen bisheriger Verfahrensweisen

Ergänzend zu den Bestandsdaten hat sich das örtliche Messen an Schächten als Standard etabliert. In begehbaren Profilen wurden bisher zusätzliche punktuelle Messungen im Profil durchgeführt. Allerdings kann sich das Profil in gemauerten Kanälen innerhalb weniger cm im Umfang ändern. Mit der punktuellen Messung an den Rohrenden werden variierende Innenmaße über den Haltungsverlauf nicht erfasst und damit im weiteren Vorgehen nicht berücksichtigt. Bestenfalls fließen sprunghafte Veränderungen der Nennweite im Haltungsverlauf in die Schlauchliner-Konfektionierung ein. Diese Dimensionswechsel sind meist während der optischen

Inspektion feststellbar (vgl. Abb. 5). Dimensionswechsel können aber auch fließend sein, sodass sie nicht mit bloßem Auge erkennbar sind (vgl. Abb. 6). Eine möglichst genaue Kenntnis des Ist-Profiles ist aber relevant für die Konfektionierung der Schlauchliner unter der Maßgabe, eine technische Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren erreichen zu wollen.

4. Kontinuierliche Profilmaßbestimmung

Die optische Inspektion erfolgte mit der IBAK ORPHEUS 2, die durch die am voll rotationsfähigen Kamerakopf integrierten Laser eine Profilmaßbestimmung über die gesamte Haltungslänge von Eiprofilen ermöglicht. Der Laserscan wurde unmittelbar im Anschluss an die optische Inspektion auf dem Rückweg der Kamera vom Zielschacht zum Startschacht durchgeführt. Die massiven Ausbrüche in der Sohle und Krümmungen in der Haltung erforderten einen extrem robusten Fahrwagen. Der leistungsfähige Kamerafahrwagen IBAK T 86 fuhr zuverlässig mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von etwa 5 bis 7 cm/sek. zurück bis der Längenzähler 0,0 m anzeigte. Der Inspekteur startete die Aufnahme für die kontinuierliche Profilanalyse über die Software IKAS evolution. Da die Laser in die Inspektionskamera integriert sind, musste das Laser-Mess-System nicht mit einer Halterung vor der Kamera angebracht werden. Somit entfällt für den Inspekteur zusätzlicher Aufwand für die Montage und der Aufnahmevorgang für die Profilanalyse fügt sich optimal in die Arbeitsabläufe der TV-Inspektion ein.



Abb.1:

Für die kontinuierliche Profilmaßbestimmung über die gesamte Länge der Haltungen im Eiprofil kam in Dortmund die ORPHEUS 2 zum Einsatz. Der endlos rotationsfähige Messkopf der Inspektionskamera ermöglichte die Erhebung der real vorliegenden Innen-Umfangsmaße in einem Arbeitsgang mit der Inspektion.

5. Funktionsweise

Wird die Betriebsart vom Inspektionsmodus umgeschaltet auf den Laser-Scan-Modus, schaltet sich das Licht automatisch aus, das Laser-Mess-System automatisch ein und die Kamera blickt automatisch auf die Rohrwand. Anhand der beiden Laserpunkte bestimmt das System den Abstand der Kamera zur Rohrwand. Durch das Zurückfahren aus dem Kanalrohr bei gleichzeitigem Rotieren der Kamera wird schließlich das gesamte Profil der Haltung erfasst. Es entsteht eine Spirale von Lasermesspunkten. Bei schnellerem Zurückziehen entstehen größere, lang gestreckte Spiralen, da weniger Lasermesspunkte erfasst werden. Je langsamer die Kamera zurückgefahren wird, umso engere Spiralen bilden sich, da die Laserpunktmessungen in dichteren Abständen erhoben werden. Da der Rohrmittelpunkt aus den erhobenen Werten berechnet wird, muss die Mittelachse des Kamerakopfes nicht zwingend in der Mittelachse des Rohres liegen.

6. Analyse mittels Software

Die auf diese Weise erfassten Laserpunkte wurden mit der Software IKAS evolution analysiert und durch die Planer der VOGEL Ingenieure GmbH ausgewertet. Ein Anwender hat die Wahl, ob er die Analyse am Arbeitsplatz in der TV-Anlage oder am PC im Büro vornehmen möchte. Die Wahl der geeigneten Vorgehensweise hängt entscheidend vom Anwendungsfall ab. Da die vorgesehene Nutzung der Messdaten von Bau- oder Gewährleistungsabnahmen bis hin zur Auswahl und

Konfektionierung von Schlauchlinern reicht, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an eine sachgerechte Nachbereitung der Messergebnisse. Im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchung erfolgte die Datenverarbeitung unter Anwendung der Profilanalyse-Office-Version durch die Experten der VOGEL Ingenieure GmbH.

6.1. Plausibilitätsprüfung der Messdaten

Den Sollwert für die jeweilige Haltung im Eiprofil hinterlegte das Ingenieurbüro in den Einstellungen der Software zur der Profilanalyse. In den Ansichtsoptionen kann die Sollwertkurve für eine vergleichende Darstellung der Messpunkte mit dem Idealmaß eingeblendet werden. Diese Option ist hilfreich für die Plausibilitätskontrolle (vgl. Abb. 2).

Beim Anklicken einer Position im Haltungsprofil springt die Software an die entsprechende Position im Video. Dabei kann das Videobild so versetzt werden, dass die Messstelle optimal betrachtet werden kann. Dadurch konnten die Messwtergebnisse anhand der Videoaufzeichnung aus der optischen Inspektion unmittelbar plausibilisiert werden. Das Ingenieurbüro konnte auf diese Weise auffällige Messwerte real vorliegenden Gegebenheiten wie Restwasser in der Rohrsohle, verfestigte Ablagerungen, Anschlussöffnungen, fehlenden Wandungsteile oder einragende Hindernisse zuordnen.

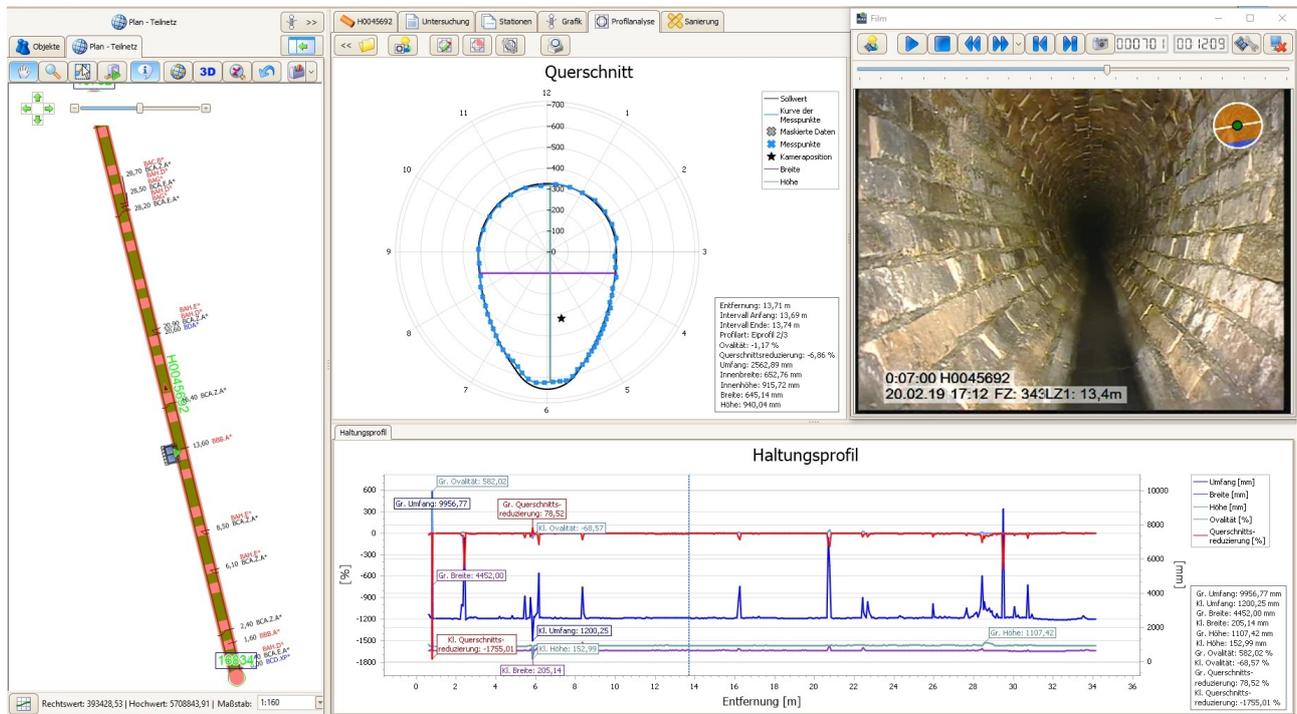


Abb 2:

Ansicht der Software IKAS evolution

- Links: Netzplan mit Markierung der aktuellen Kameraposition (Videosymbol) in der aktuell bearbeiteten Haltung (rot hinterlegt)
- Mitte oben: Querschnitt des Rohres als Ausschnitt der vermessenen Spirale (blaue Linie) mit hinterlegter Sollwertkurve (schwarze Linie)
- Rechts oben: Videobild unmittelbar vor der Messstelle
- Rechts unten: Grafische Darstellung über die gesamte Haltung (blaue Linie = Ovalität, rote Linie = Querschnittsreduzierung; die senkrechte blaue Linie entspricht der Querschnittsposition)

6.2. Nachbearbeitung der Messdaten

Mit Maskierungen können Bereiche im Rohr markiert und eliminiert werden, deren Auswirkungen auf die Berechnung der Innen-Umfangmaße unerwünscht ist. Dieses können z.B. Anschlüsse oder stehendes Wasser sein. Die in diesen Bereichen erfassten Messwerte stellen keine relevanten Maße des Eiprofils im eigentlichen Sinne dar. Hierzu zählen auch Ablagerungen, die bei einer

anstehenden Sanierung im Ergebnis keine Rolle spielen, da sie vorher entfernt werden. Deshalb bietet die Software die Möglichkeit, die Messdaten zu bereinigen. Die Maskierungen sind mit den Sanierungsanforderungen entsprechenden Sachverstand vorzunehmen. Das Ingenieurbüro legte über eine oder mehrere Schichten im jeweils betroffenen Streckenabschnitt Winkelbereiche fest, deren Messwerte aus der Berechnung der Innen-Umfangmaße herausgenommen werden sollten (vgl. Abb 3). Innerhalb einer Maskierung wurden die realen Werte gegen ideale Werte ersetzt. Die Berechnung der idealen Werte erfolgte unter Berücksichtigung der erfassten Messwerte und auf Grundlage eines idealen Profils.

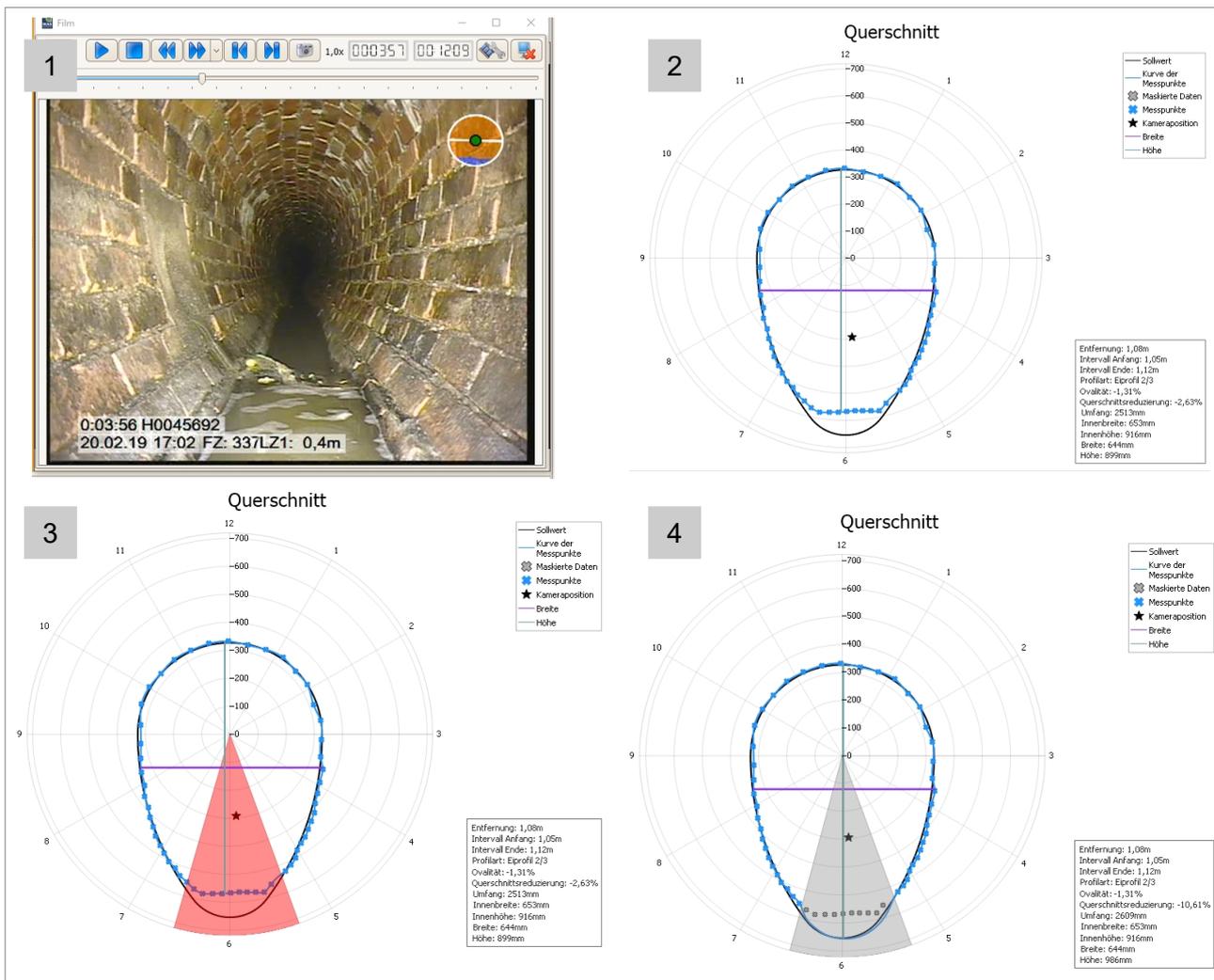


Abb 3:

1. Videobild unmittelbar vor der Messstelle mit sichtbarem Abwasser in der Sohle
2. Querschnitt des Rohres als Ausschnitt der vermessenen Spirale (blaue Linie)
→ schwarze Linie = Soll-Querschnitt
→ Ausgewiesen wird der gemessene Umfang: 2513mm
3. Auswahl des Bereichs für eine Maskierung (roter Winkelbereich), um Auswirkung dieser Messpunkte auf die Berechnung des Umfanges zu verhindern
4. Innerhalb der Maskierung werden die realen Messwerte gegen ideale Soll-Werte ersetzt.
→ Ausgewiesen wird der bereinigte Umfang: 2609 mm

Diese fachliche Nachbearbeitung hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Aussagekraft der Messdaten für die Schlauchliner-Konfektionierung. Beispielhaft sei dazu die Bereinigung der Messpunkte in Abbildung 3 angeführt. Der ausgewiesene gemessene Umfang an dieser Stelle vor der Nachbearbeitung war 2513 mm. Einige Messpunkte berücksichtigen das anstehende Wasser

in der Sohle. Diese Messpunkte wurden durch ideale Werte für diese Rohrennenweite ersetzt. Der bereinigte Umfang für diese Stelle ist nun 2609 mm und damit 3,8 % größer als der tatsächlich gemessene. Durch die fachgerechte Nachbearbeitung wurde sichergestellt, dass irrelevante Messpunkte nicht in die Planung der Renovierung einfließen.

6.3. *Ergebnisse aus Dortmund*

Die Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der Analyse zusammenfassend dar. Die Messdatenanalyse ergab, dass alle hier betrachteten vermessenen Profile im Umfang und Höhe größer als die Angaben aus den Bestandsplänen sind. Die maximale Umfangabweichung innerhalb einzelner Haltungen (Maximalmaß zu Minimalmaß) lag in 7 von 24 Fällen über 7 % (vgl. rot hinterlegte Werte, Tab 1). In der Haltung 10 ist der maximal gemessene Umfang um 12,5 % größer der in dieser Haltung gemessene minimale Umfang. Damit muss sich ein Schlauchliner für diese Haltung von dem minimalen Umfang ausgehend um 12,5% dehnen, um den maximalen Umfang erreichen zu können.

In der Haltung 11 ist der minimal gemessene Umfang um 17,02 % größer als der ideale Umfang für die in den Bestandsdaten angegebene Rohrennenweite EI 600/900. Diese Maßabweichung hat die Planer der VOGEL Ingenieure GmbH dazu veranlasst, die Rohrennenweite für diese Haltung auf EI 700/1050 zu korrigieren. In der Haltung 20 wurde ein Zwischenmaß festgestellt: der minimal gemessene Umfang ist um 13,11 % größer als der ideale Umfang. Damit ist die Haltung 20 größer als EI 600/900 aber kleiner als EI 700/1050 (vgl. Tab. 1, rot dargestellte Werte).

Aber auch bei nicht auf den ersten Blick gravierenden Massabweichungen zu den Angaben in den Bestandsdaten ist eine fachliche Auswertung der Daten angeraten. Dazu ein Rechenbeispiel der VOGEL Ingenieure GmbH, dass sich auf die Haltung 1 der Tabelle 1 bezieht: Laut Bestandsdaten handelt es sich um die Rohrdimension EI 600/900. Damit wird von einem idealen Umfang von $U_{EI\ 600/900, Soll}$ gleich 2,38 m ausgegangen. Unter der Annahme, dass die Schlauchlinierfertigung mit einem Untermaß von 3% erfolgen kann, ergibt sich ein Umfang von $U_{EI\ 600/900, -3\%}$ gleich 2,31 m. Der maximal gemessene Umfang in dieser Haltung beträgt $U_{max, Ist}$ gleich 2,53 m. Damit muss sich der für die Rohrdimension EI 600/900 bestellte und mit 3% Untermaß gefertigte Schlauchliner um bis zu 9,5% dehnen können, um den maximalen Umfang dieser Haltung zu erreichen. Die Dehnfähigkeit muss bei der Auswahl eines geeigneten Schlauchliners besondere Beachtung finden. Eine Dehnung von 9,5% liegt für einen Teil der am Markt befindlichen Schlauchliner-Systeme außerhalb des sicheren Grenzbereichs.¹

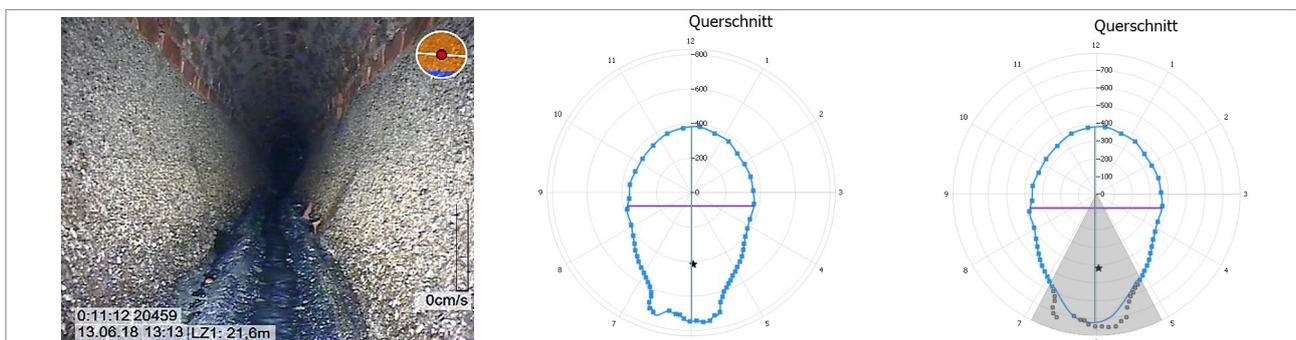


Abb. 4:
 links: Videobild unmittelbar vor der Messstelle
 Mitte: Querschnitt des Rohres als Ausschnitt der vermessenen Spirale mit Ausbrüchen in der Sohle
 rechts: Maskierung des Bereichs, der vor Schlauchliniereinzug mit PCC-Mörtel reprofiliert wird: Messwerte werden in diesem mit Soll-Werten ersetzt

¹ Vgl. weiterführende Erläuterungen dazu im Fachartikel von Markus Vogel (2018): „Schlauchlining – bewährt, aber nicht trivial!“ <https://www.vogel-ingenieure.de/assets/Uploads/module/downloads/bbr-0708-2018-20-31-Vogel.pdf>

Durch den Laserscan der Haltungen konnten Daten und damit Erkenntnisse gewonnen werden, die über eine rein optische Inspektion hinausgehen bzw. diese unter Umständen berichtigen. Im Videobild aus der optischen Inspektion in der Abbildung 4 entsteht beispielsweise der visuelle Eindruck, die Betonfläche sei nach Innen eingewölbt. Diese Anmutung würde auf einen reduzierten Umfang in diesem Bereich schließen lassen. Durch die Profilmäßbestimmung (Abb. 4 Querschnitte Mitte und rechts) konnte die Vermutung, die auf Basis der Bilddaten der optischen Inspektion entstanden war, widerlegt werden.

Haltung	Bestandsdaten (BD)					Messergebnisse Profilanalyse				
	Baujahr	Haltungs-länge [m]	DN Breite [mm]	DN Höhe [mm]	Idealer Umfang [mm]	U, min [mm]	Differenz U ideal zu U min	U, max [mm]	Differenz U ideal zu U max	Differenz U max zu U min
1	1920	46,7	600	900	2379	2432	2,23 %	2528	6,26 %	3,95 %
2	1920	57,7	600	900	2379	2439	2,52 %	2584	8,62 %	5,95 %
3		53,4	600	900	2379	2436	2,40 %	2607	9,58 %	7,02 %
4	1899	67,5	600	900	2379	2430	2,14 %	2612	9,79 %	7,49 %
5	1905	132,16	900	1350	3569	3663	2,63 %	3816	6,92 %	4,18 %
6	1882	17,6	600	900	2379	2565	7,82 %	2747	15,47 %	7,10 %
7	1882	130	600	900	2379	2502	5,17 %	2612	9,79 %	4,40 %
8	1883	47,55	600	900	2379	2563	7,73 %	2651	11,43 %	3,43 %
9	1883	48,14	600	900	2379	2568	7,94 %	2739	15,13 %	6,66 %
10	1900	28,84	600	900	2379	2607	9,58 %	2933	23,29 %	12,50 %
11	1900	6,14	600	900	2379	2784	17,02 %	2883	21,19 %	3,56 %
12	1900	9,99	700	1050	2776	2832	2,02 %	3075	10,77 %	8,58 %
13	1900	73,94	700	1050	2776	2790	0,50 %	3073	10,70 %	10,14 %
14	1900	70,1	700	1050	2776	2834	2,09 %	2961	6,66 %	4,48 %
15	1900	70	700	1050	2776	2928	5,48 %	3021	8,83 %	3,18 %
16	1910	29,49	600	900	2379	2556	7,44 %	2675	12,44 %	4,66 %
17	1894	37,3	600	900	2379	2522	6,01 %	2650	11,39 %	5,08 %
18	1894	41,8	600	900	2379	2541	6,81 %	2659	11,77 %	4,64 %
19	1894	28,9	600	900	2379	2522	6,01 %	2617	10,00 %	3,77 %
20		29,5	600	900	2379	2691	13,11 %	2733	14,88 %	1,56 %
21	1897	35,8	600	900	2379	2442	2,65 %	2627	10,42 %	7,58 %
22	1897	51,73	600	900	2379	2428	2,06 %	2590	8,87 %	6,67 %
23	1897	59,54	600	900	2379	2480	4,25 %	2621	10,17 %	5,69 %
24	1897	59,54	600	900	2379	2482	4,33 %	2626	10,38 %	5,80 %

Tab. 1:

Auszug der Messergebnisse aus Dortmund (U = Umfang).

Alle hier betrachteten Profile sind im Umfang und Höhe größer als die Angaben aus den Bestandsplänen. Der Unterschied der gemessenen Profile (zwischen minimaler und maximaler Umfang) ist von gering (grün hinterlegt, bis. 4 %) über mittelmäßig (gelb hinterlegt, 4 % bis 7 %) bis groß (rot hinterlegt, mehr als 7%).

Sprunghafte Veränderungen der Nennweite im Haltungsverlauf, wie in Abbildung 5 dargestellt, können im Videobild der optischen Inspektion erkannt werden. In der gleichen Haltung traten aber auch fließende Dimensionswechsel auf, wie Abbildung 6 veranschaulicht. Diese in Teilen „schleichende“ Vergrößerung des Umfangs ist im Rahmen der optischen Inspektion nicht erkennbar. Die im Projekt erzielte genaue Kenntnis des Ist-Profiles über den Haltungsverlauf ist relevant für die weitere Sanierungsplanung. Je nach Schlauchliner-System könnte es erforderlich sein, die fortlaufende Profilvergrößerung "zu teilen" und einen Zwischenschacht vorzusehen. Durch diese Maßnahme können Schlauchliner-Systeme mit optimaler Passform für alle Bereiche der im Umfang heterogenen Haltung sichergestellt werden.

Anwenderbericht Laserscan im Eiprofil

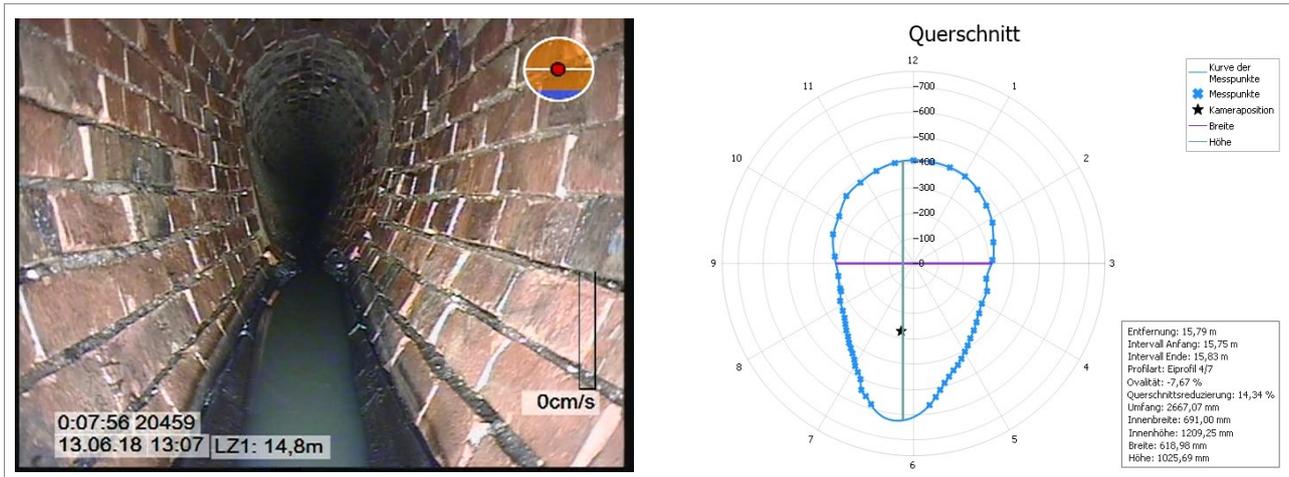


Abb. 5:

links: Videobild unmittelbar vor der Messstelle: sprunghafte Änderungen der Nennweite im Haltungsverlauf sichtbar
rechts: Querschnitt des Rohres als Ausschnitt der vermessenen Spirale auf Höhe der Profiländerung

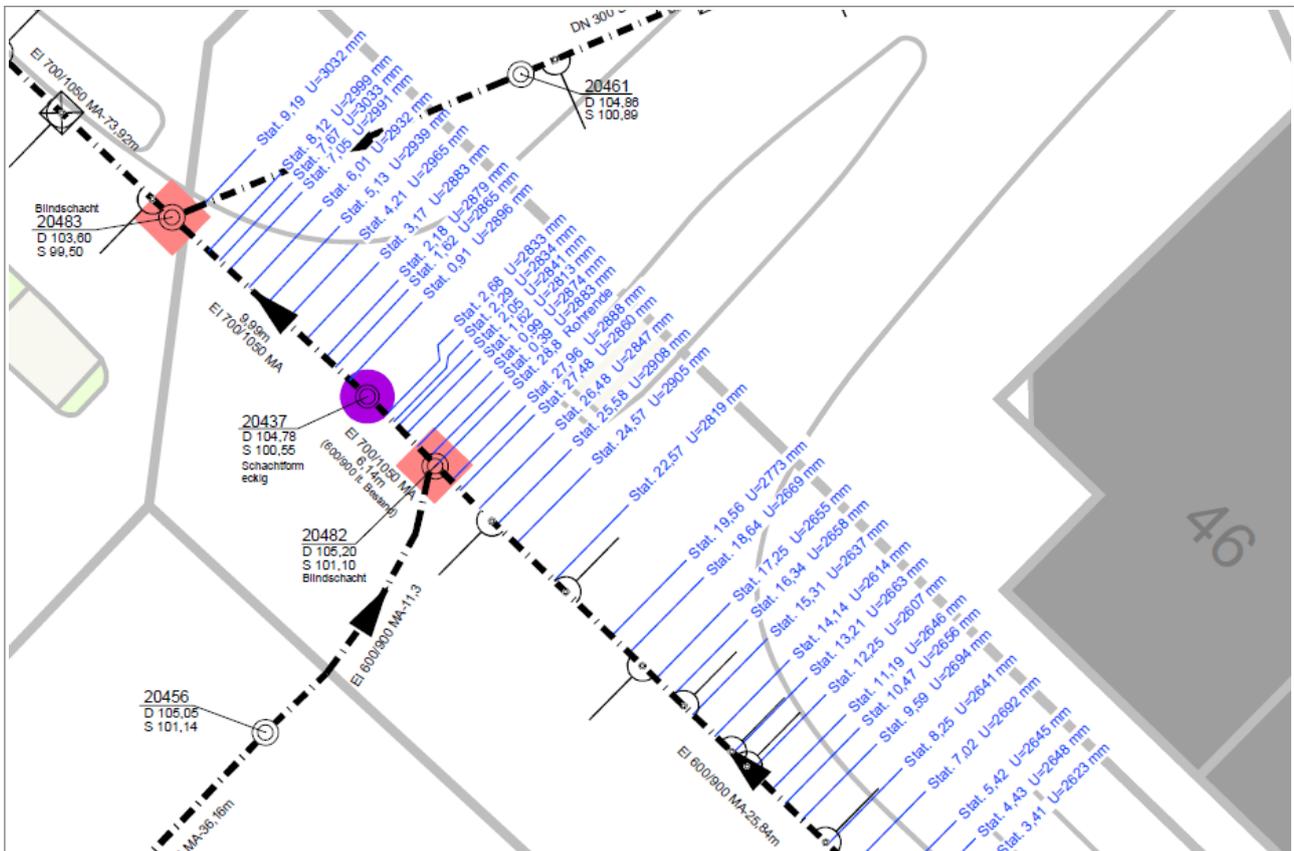


Abb. 6:

Auszug aus dem Lageplan der Stadtentwässerung Dortmund: Innerhalb der Haltung wurden neben sprunghaften Umfangsänderungen (U = Umfang) auch fließende Dimensionswechsel festgestellt, die nicht im Rahmen der optischen Inspektion erkennbar, aber relevant für die Konfektionierung der Schlauchliner sind.

Diese beispielhaft erläuterten Auswertungen der Messergebnisse durch die Planer der VOGEL Ingenieure GmbH bilden die Grundlage für die Auswahl und das Bestellmaß der Schlauchliner-Systeme. In Kenntnis der real vorliegenden Profilmäße kann eine darauf abgestimmte Schlauchliner-Konfektionierung sowie -Herstellung vorgenommen werden.

6.4. *Datenweitergabe an Auftraggeber*

Die auf der Basis der Vermessungsdaten durchgeführten Auswertungen wurden durch die Software IKAS evolution mit verschiedenen Ansichten anschaulich dargestellt. Von den Ergebnissen der Laserscan-Messung erstellt die Software einen übersichtlichen Report. Dieser ist in die Betrachtungssoftware vollständig integriert. Sämtliche Daten wie Filme und Berichte können mit der Profilanalyse zusammenhängend betrachten werden.

7. Fazit und Ausblick

Im Rahmen der Vorbereitungen einer kontinuierlichen Eiprofil-Vermessung mittels Laser sollten Ablagerungen durch Reinigungsmaßnahmen beseitigt und während der Laserscans lose Ablagerungen auf ein Minimum reduziert werden. Mit der Dreh- und Schwenkkopfkamera IBAK ORPHEUS 2 konnte eine kontinuierliche, lasergestützte Profilmäßbestimmung der Eiprofile in Dortmund vorgenommen werden. Dies war ohne zusätzlichen Zeitaufwand für eine Laser-Montage möglich. Die auf der Basis der Vermessungsdaten durchgeführten Auswertungen konnten mit der Software IKAS evolution anschaulich dargestellt und umfassend analysiert werden. Das im Kanal zum Teil stehende Wasser konnte aus den Messwerten zur Berechnung der Innen-Umfangmaße bereinigt werden. Durch den Laserscan der Haltungen konnten Daten und damit Erkenntnisse gewonnen werden, die weit über eine rein optische Inspektion hinausgehen. Dies gilt insbesondere für die Ermittlung der real vorliegenden Profilmäße.

Da die Planung der Stadtentwässerung Dortmund eine Sanierung der Haltungen im Eiprofil unter Einsatz eines Liningverfahrens vorsieht, sind die Informationen aus der Laser-Profilmäßbestimmung ausschlaggebend für die Auswahl und Konfektionierung der Schlauchliner. Mit der Ermittlung des gemessenen maximalen und minimalen Umfangs über die gesamte Länge der jeweiligen Haltung kann im weiteren Projektverlauf ein Schlauchliner ausgewählt werden, dessen Dehnverhalten optimal auf die real vorliegenden Profilmäße ausgerichtet ist. Dadurch kann verhindert werden, dass sich der Schlauchliner infolge eines unzureichenden Dehnverhaltens nicht vollständig an die Rohrwand anlehnt bzw. dieser bei der Installation Schaden nimmt. Können sich Schlauchliner bei der Installation infolge real größerer Nennweiten als angenommen nicht umfänglich an die Rohrwand anlegen, bildet sich ein größerer Ringspalt als in der statischen Berechnung standardmäßig angenommen.² Diese kann in Abhängigkeit von der realen Belastungssituation zur Überlastung des Schlauchliners im Verlauf der Nutzungsdauer führen. Die Überdehnung der Schlauchliner bei der Installation kann zudem die Innenfolie beschädigen, so dass der Schlauchliner die erforderliche Qualität von Beginn an nicht erreicht. Um diese Risiken zu vermeiden, wird das Bestellmaß an die real vorliegenden Profilmäße angepasst. Die Profilmessung und Datenauswertung in Vorbereitung einer Sanierungsmaßnahme sollte, zur Vermeidung von Zeitverzögerungen und Nachtragserfordernissen, bereits im Planungsstadium erfolgen.

Gegenwärtig arbeitet die VOGEL Ingenieure GmbH an der Ausführungsplanung, sowie an der Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen. Es wurden weitere Voruntersuchungen wie Baugrunduntersuchungen und statische Berechnungen für die Schlauchliner-Systeme durchgeführt. Alle gewonnenen Informationen werden zu einem ganzheitlichen Sanierungskonzept zusammengefasst. Erklärtes Ziel ist es, das Projekt im Sommer 2020 auszuschreiben und ab 2021 mit der Umsetzung zu beginnen.

² Vgl. weiterführende Erläuterungen dazu im Fachartikel von Markus Vogel (2018): „Schlauchlining – bewährt, aber nicht trivial!“ <https://www.vogel-ingenieure.de/assets/Uploads/module/downloads/bbr-0708-2018-20-31-Vogel.pdf>