Redaktioneller Beitrag

3D-Rohrverlaufsmessung - ein Erfahrungsbericht aus der Praxis

Wahrscheinlich werden mit Nassau eher die Bahamas verbunden als ein rheinland-pfälzisches Städtchen. Die Hauptstadt des karibisch bunten Inselstaates war jedoch nicht der Einsatzort des IB-SK Ingenieurbüros S. Kämpfer, sondern die Verbandsgemeinde um die gleichnamige Kleinstadt an der Lahn. Sie beauftragte das in Allendorf ansässige Unternehmen mit der Erfassung und Inspektion des Kanalnetzes. Für ein gesamtheitliches Sanierungskonzept sollte nicht nur der Zustand der Haupt- und Anschlussleitungen ermittelt, sondern auch deren Rohrverlauf mit Breiten-, Längen- und Höhenangaben (xyz-Koordinaten) vermessen werden.

Ausgangslage

In Zimmerschied, einer von 19 Ortslagen der Verbandsgemeinde Nassau mit 100 Einwohnern, wurde das umfangreiche Projekt gestartet. Über die Kanalisation des am Südhang des Westerwaldes auf einer Höhe von 460 m über NN gelegenen kleinen Ortes waren bisher lediglich analoge Bestandspläne vorhanden. Die Dokumentation bezog sich größtenteils auf die Hauptleitungen im öffentlichen Bereich, die durch die Vermessung der Schachtbauwerke und Kamerainspektion in ihrer Lage relativ gut bekannt waren. Über die Anzahl, Zustand und Lage der Anschlussleitungen lagen in den Bauarchiven keine Angaben vor. „Eine lagerichtige und geometrisch exakte Erfassung von gekrümmten und verzweigten Leitungsverläufen ist für ein umfassendes und nachhaltiges Sanierungskonzept notwendig.“, erläutert Diplom-Ingenieur Sven Kämpfer vom Ingenieurbüro IB-SK. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird der Verlauf der Anschlussleitungen in einem Arbeitsgang mit der optischen Inspektion erfasst. Diese Aufgabe übernimmt die Kanal Wambach GmbH, ein erfahrener Dienstleister mit 50 Mitarbeitern und 35 Einsatzfahrzeugen. Das Unternehmen bedient sich zur elektronischen Vermessung der Leitungsverläufe neuester 3D-Technik der IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG.

Bildunterschrift:
Im Vorfeld der 3D-GeoSense Rohrverlaufsmessung wurden die Schachtkoordinaten und Solhöhen durch das IB-SK Ingenieurbüro S. Kämpfer vermessen und der nachdigitalisierte Plan der Hauptleitungen über ein Luftbild der Region gelegt. Diese Grundinformationen wurden als Stammdaten in das IKAS Evolution importiert.

Vorgehensweise

Ausgehend vom Hauptkanal wurden mit dem lateralen Inspektions- und Vermessungssystem 3D-GeoSense die Untersuchung und Aufzeichnung des Rohrverlaufs in nur einem Arbeitsgang vorgenommen. Die parallel zur Rohrachse ausgerichtete Dreh- und Schwenkkopfkamera konnte zügig in den vielfach gekrümmten Anschlussleitungen vorgeschoben werden. Der Vortrieb erfolgte dabei durch Spülen. Pumpe, Schlauch und Düse waren optimal aufeinander abgestimmt, so dass die leichte Kamera weit eingespült werden konnte und gleichzeitig wenig Wasser verbraucht wurde.

Bildunterschrift:

Während die ORION 2.8 L Kamera mit Hilfe des LISY-3-Systems und Spüldüse PHOBOS 3D durch die Anschlussleitungen gespült wurde, baute sich die Darstellung des Leitungsverlaufs unmittelbar am Bildschirm auf.

Die Ermittlung der xyz-Koordinaten des Leitungsverlaufs erfolgte zuweilen während der Vorwärtsfahrt und fallweise während der Rückwärtsfahrt der Kamera. Beide Methoden lieferten unmittelbar einen realitätsgetreuen Lageplan mit Breiten-, Längen und Höhenangaben der zum jeweiligen Zeitpunkt befahrenen Leitung auf dem Monitor im Bedienraum.

Bei Bedarf wurde das Ergebnis der 3D-Verlaufsmessung durch eine zusätzliche Hydrostatische Höhenmessung verifiziert. Dabei handelt es sich um eine Methode, die die Höhe von Rohrnetzen mit einer Genauigkeit von ± 1 cm ermittelt. Mit Hilfe eines Drucksensors wird bei diesem Verfahren die im Spülschlauch stehende Wassersäule gemessen. Ist eine zentimetergenaue Erfassung der Höhe relevant für eventuell notwendige Sanierungsmaßnahmen, findet diese Methode Anwendung.

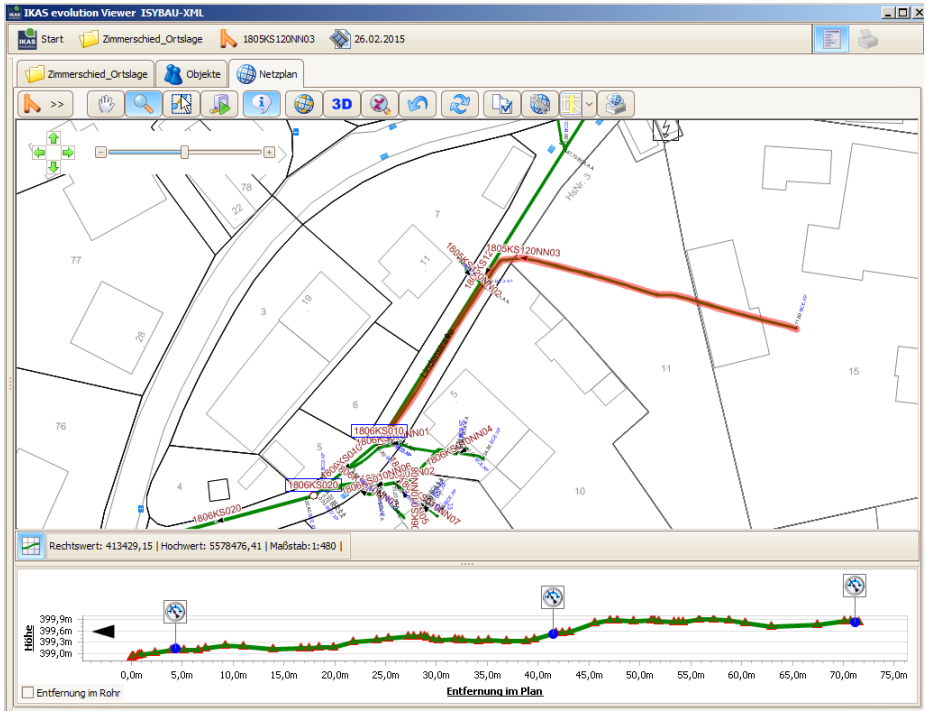
Bildunterschrift:

Vorbereitung zur „Nullmessung“ am Schachtdeckel als Referenz für die Hydrostatische Höhenmessung.

Im vorliegenden Praxisprojekt sollte die Hydrostatische Höhenmessung punktuell in die Aufzeichnung des Leitungsverlaufs einbezogen werden. Dazu wurde die hochauflösende Kamera mit der Spüldüse PHOBOS 3D im Vorfeld der Leitungsbefahrung für eine „Nullmessung“ auf den Schachtdeckel positioniert, um einen Referenzdruck für alle weiteren Folgemessungen zu erhalten. Während der Inspektion und 3D-Verlaufsmessung konnte daraufhin das Einspülen der Kamera an einen beliebigen Punkt angehalten werden, um die Wassersäule erneut zu messen. Daraus ermittelte die Software die Druckveränderung gegenüber der „Nullmessung“ und bestimmte die Höhe der Rohrleitung an dem Messpunkt zentimetergenau.

Ergebnisse

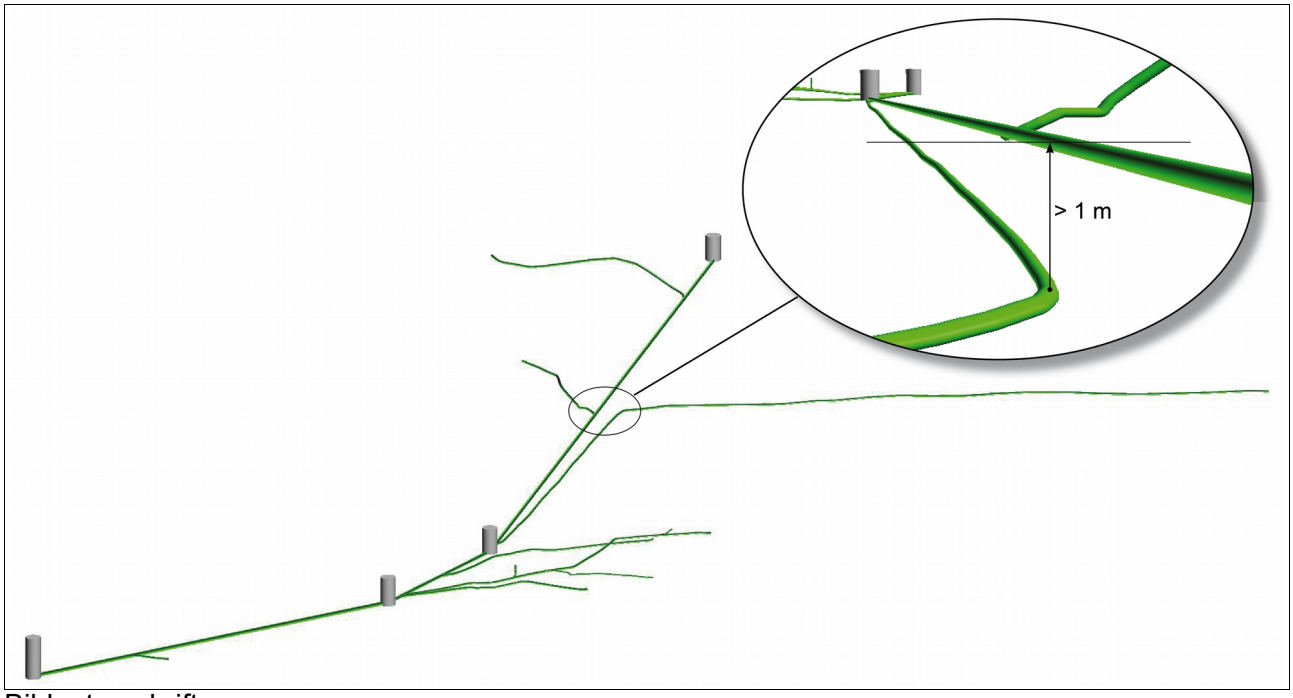
Im Folgenden wird auszugsweise auf einzelne Messergebnisse Bezug genommen. Dies vermittelt beispielhaft den Informationsgewinn, den die geometrisch korrekte Ermittlung der xyz-Koordinaten von gekrümmten und verzweigten Leitungsverläufen liefert.



Bildunterschrift:
Bildschirmansicht der IKAS Evolution-Software.
oben: Netzplan mit 2D-Darstellung der inspizierten und vermessenen Anschlussleitung mit einer Länge von 73,1m (in Rot dargestellt).
unten: Höhenverlauf der rot markierten Leitung. Die Dreiecke auf der grünen Linie stellen Richtungsänderungen dar, die von dem in die Kamera integrierten Sensor erfasst wurden. An den drei blau gekennzeichneten Punkten wurde zusätzlich ein hydrostatisches Höhenprofil aufgenommen, um die Aufzeichnung der z-Koordinate aus der 3D-GeoSense-Messung zu validieren.

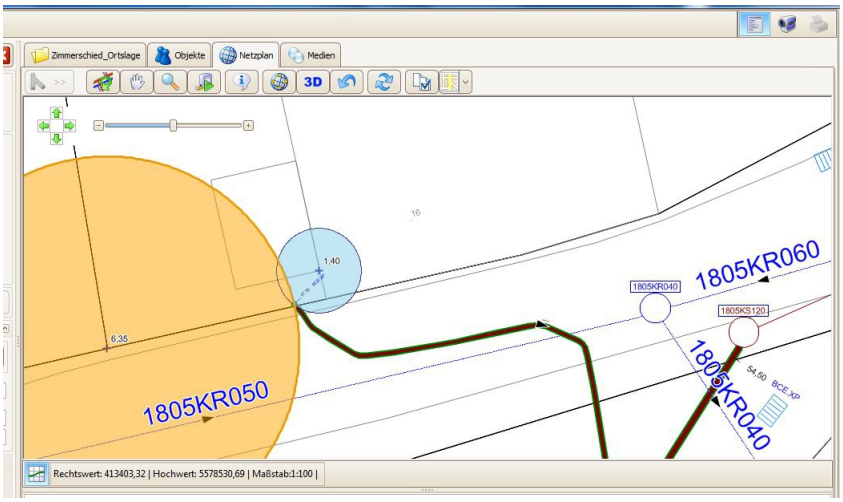
Auf der 2D-Darstellung der oben abgebildeten Anschlussleitung kann der Eindruck entstehen, dass diese über eine weite Strecke parallel zur Haltung verlaufen wurde. Sogleich stellt sich die Frage, warum die Leitung nicht auf dem kürzesten Weg in die Hauptleitung entwässert wurde. Hier wird die Bedeutung der Höhenangabe deutlich: Die betreffende Anschlussleitung liegt über einen Meter unter der Hauptleitung, sodass ein Gegengefälle entsteht. Für eine Einbindung auf dem kürzesten Weg müsste das Abwasser nach oben gepumpt werden. Um die zufließende Leitung auf das Niveau der Bezugsleitung zu bringen, wurde diese mit geringerer Neigung verlegt und mündet erst kurz vor dem Schacht in die Hauptleitung.

Darüber hinaus belegt der gemessene Leitungsverlauf von über 73 m eindrucksvoll, dass die Kamera weit eingespült werden kann und damit auch sehr lange Verläufe exakt vermessen werden können.



Bildunterschrift:
Mit dem 3D-Viewer kann ein ausgewählter Netzbereich aus jedem gewünschten Blickwinkel dreidimensional angezeigt werden.

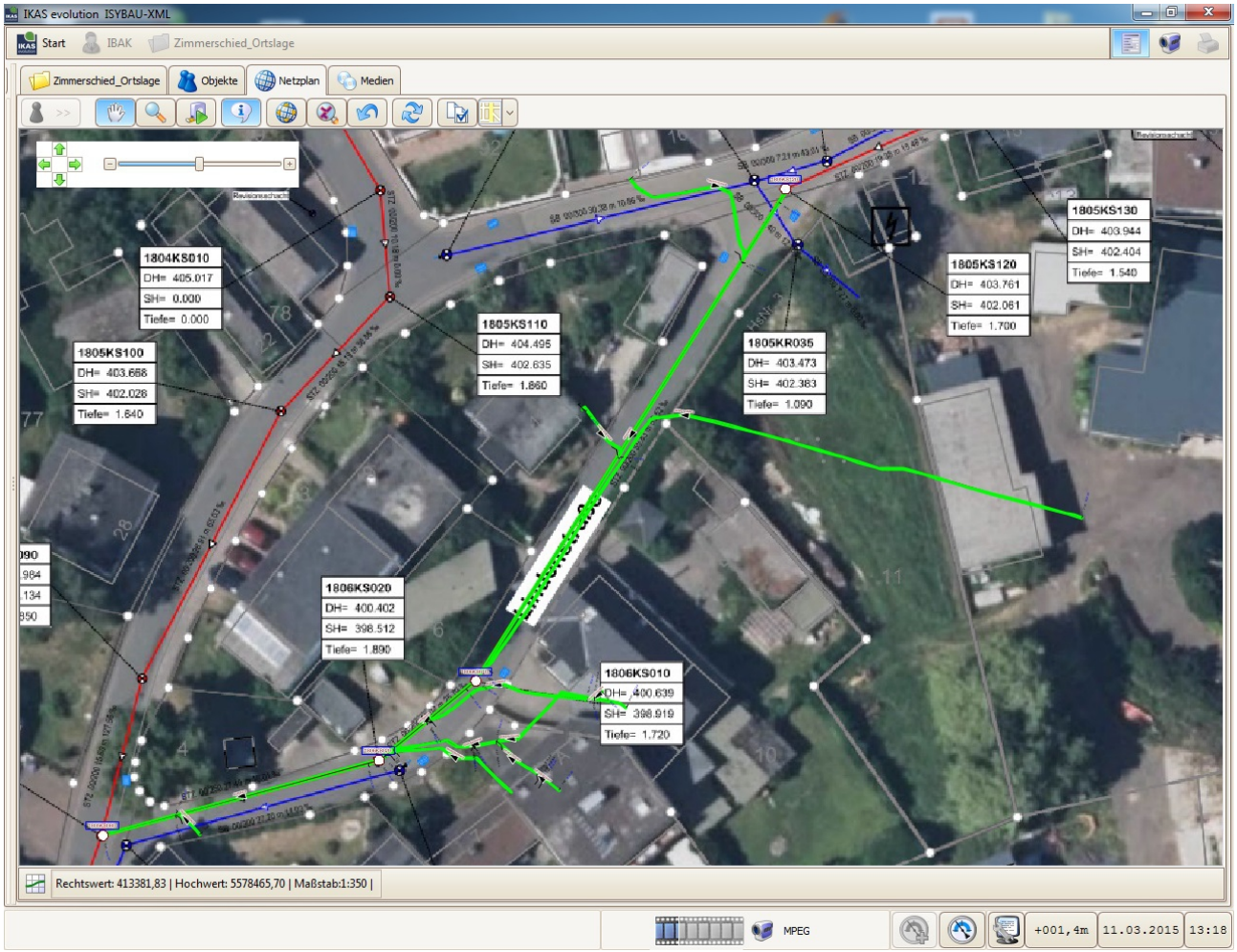
Während der laufenden Inspektion und automatischen Vermessung war die Kameraposition jederzeit der sich dynamisch aufbauenden Netzgrafik zu entnehmen. Für den vorliegenden Erfahrungsbericht sollte der Endpunkt des unten abgebildeten Leitungsverlaufes oberirdisch nachvollzogen werden. Die Position der Kamera wurde dazu mit einem Ortungsempfänger lokalisiert und über eine Dreiecksmessung anhand bekannter örtlicher Gegebenheiten bestimmt. Der Schnittpunkt beider Kreise ergibt die mittels Ortungsempfänger bestimmte Kameraposition und entsprach genau dem Kamerastandort, den die Verlaufsmessung auswies.



Bildunterschrift:
Die Position der Kamera wurde oberirdisch lokalisiert und bestätigte die Genauigkeit der 3D-Verlaufsmessung.
(Blauer Kreis: bekannte Hausecke zum Ortungspunkt; orangefarbener Kreis: bekannte Grundstücksecke zum Ortungspunkt).

Fazit

Die geodätisch exakte Lagevermessung abwassertechnischer Anlagen leistet einen wertvollen Beitrag für eine wirtschaftliche und nachhaltigen Sanierungsplanung. Die Rohrverlaufsmessung liefert xyz-Koordinaten der Leitungen und vervollständigt damit die Information über das inspizierte Netz. Der generierte Lageplan der verzweigten Anschlussleitungen erleichtert das Auffinden des Rohrs für eventuelle Sanierungsmaßnahmen oder sonstige bauliche Planungen. Bruno Wambach, geschäftsführender Gesellschafter der Kanal Wambach GmbH betont darüber hinaus die Vorteile der Inspektion und Vermessung in einem Arbeitsgang: „Damit überzeugt nicht nur das Ergebnis, sondern auch der effiziente Arbeitsprozess.“ Sven Kämpfer ergänzt: „Zeit und damit Kosten werden sowohl bei der Erhebung aussagekräftiger Daten über Zustand und Lage als auch durch ein auf dieser Basis erstelltes, auf Dauer ausgerichtetes Sanierungskonzept gespart.“ Die Kanal Wambach GmbH bearbeitet den Auftrag mit Hilfe der 3D-GeoSense Rohrverlaufsmessung und der Hydrostatischen Höhenmessung im gesamten von der Verbandsgemeinde Nassau verwalteten Gebiet. Die umfassenden Daten dienen dem erfahrenen IB-SK Ingenieurbüro S. Kämpfer für die Kalkulation eventuell notwendiger Investitionen und Planung der baulichen Umsetzung unter optimalen Mitteleinsatz.



Bildunterschrift:
Auszug des Lageplans nach Inspektion und Vermessung der ersten Haupt- und Anschlussleitungen.