

## Schachtinspektion mit 4K-Auflösung

Seit mehr als 12 Jahren können mit der 360°-Scanner-Technologie Schächte lückenlos und mit hoher Inspektionsgeschwindigkeit optisch erfasst werden. Die Nehlsen AWG GmbH & Co. KG ist seit Anfang dieses Jahres mit der neuen Generation der PANORAMO SI mit 4K-Auflösung im Einsatz. Neben der höheren Bildqualität erweist sich für die Wilhelmshavener die Mobilität des flexiblen Systems als entscheidender Mehrwert für eine leistungsfähige Auftragsabwicklung.

### Historie

Der Schacht stellt als Übergang vom Rohrsystem zum Straßenkörper einen der wichtigsten Bestandteile des Netzes dar. Er dient als Zugang für das Betriebspersonal, zur Reinigung, TV-Inspektion, Dichtheitsprüfung und Sanierungsmaßnahmen. Auf der IFAT 2008 wurde erstmals die von der IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG entwickelte Schachtinspektionstechnik PANORAMO SI (Schachtinspektion) vorgestellt. Bis dahin war die Aufnahme und Dokumentation von Schächten wegen fehlender technischer Möglichkeiten vernachlässigt worden; der Fokus lag auf der Aufklärung der Hauptkanäle und Anschlussleitungen. Seit mehr als 12 Jahren ermöglicht das Inspektionssystem PANORAMO SI den Schacht in die Inspektion und Dokumentation des Gesamtnetzes mit einzubeziehen. Im Jahr 2019 präsentierte IBAK auf der RO-KA-TECH in Kassel mit der PANORAMO SI 4K erstmals ein Ultra-HD-System für den Schacht, das im Fahrzeug verbaut aber auch portabel im Akkubetrieb verwendet werden kann. Mit der mobilen 360°-Kamera-Technologie kann nun auch die Innenansicht von schwer zugänglichen Schächten 100% vollständig erfasst und mit einer 4K-Auflösung betrachtet werden.



Bildunterschrift (DSC01211 PANORAMO SI 4K Nehlsen Fahrzeug.jpg):

In wenigen Minuten mobil einsatzbereit: Das geringe Gewicht der Winde KW SI ist leicht zu handhaben, muss aber nicht getragen werden. Das mobile Gestell bringt die PANORAMO SI 4K sicher und zügig an jeden noch so schwer zugänglichen Schacht.

### Nehlsen AWG

Die Abfallwirtschaftsgesellschaft Wilhelmshaven GmbH (AWG) gehört seit Januar 2010 als hundertprozentige Tochtergesellschaft zur Nehlsen GmbH & Co. KG. Seit Oktober 2018 firmiert

das 12-köpfige Team um Bau- und Projektleiter Thorsten Schäfer unter dem Namen Nehlsen AWG GmbH & Co. KG (Nehlsen AWG). Das umfangreiche Leistungsspektrum des in Wilhelmshaven ansässigen Unternehmens reicht von der Dichtheitsprüfung über die Kanalreinigung und -inspektion bis hin zur Kanalsanierung mittels Kurz- und Schlauchliner. Anfang dieses Jahres holte Schäfer einen neuen Mercedes-Vito in der IBAK-Hauptniederlassung in Kiel ab. Ausgestattet mit der PANORAMO SI 4K bearbeitet das Unternehmen seitdem seine „Schacht-Aufträge“ mit der neuen Generation mit Ultra-HD-Auflösung. Die neue Kabelwinde KW SI mit 12 Meter Kamerakabel ist platzsparend in dem kompakten Vito untergebracht; kann aber auch an einem mobilen Gestell mit Laptop eingesetzt werden. Je nach den Gegebenheiten im Einsatzgebiet arbeitet die Nehlsen AWG flexibel entweder mit dem mobilen System oder effizient aus dem Fahrzeug heraus.



Bildunterschrift  
(DSC01179 PANORAMO SI Nehlsen 4K  
Gestell ueber Schacht.jpg):

In einer einzigen vertikalen Befahrung wird das gesamte Schachtinnere und in wenigen Sekunden optisch mit einer 4K-Auflösung gescannt. (Zur Veranschaulichung ohne Blendschutz abgebildet.)

### Praxisfall

Mit der Neuanschaffung war Teamkollege Kevin Westerholt unter anderem in einer Kommune südwestlich von Wilhelmshaven im Auftrag eines Wasserverbandes im Einsatz. Dort sollte eine flächendeckende Ersterfassung des Schmutzwassernetzes vorgenommen werden. Für den Hauptkanal sollte ein Kanalkataster zur Bestandsaufnahme erstellt und der Zustand dokumentiert werden. Zudem sollten die abgehenden Anschlussleitungen und Schächte inspiziert werden. Die Befahrung der etwa 1000 Schächte führte Westerholt mit der PANORAMO SI 4K durch. Aus diesem Projekt werden nachfolgend beispielhaft 2 Schächte betrachtet. Diese befanden sich auf schmalen Grundstücken innerhalb eines Ferienhausgebiets. Jeweils hinter dem Haus in einem engen Bereich zwischen Hauswand und bepflanzter Grundstücksgrenze gelegen, waren die Schächte für ein Inspektionsfahrzeug unzugänglich. Eine von zahlreichen Situationen, in denen das Fahrzeug nicht direkt am Schacht positioniert werden konnte.

### Leistungsfähiger durch Mobilität

Für die Inspektion dieser Schächte entnahm Westerholt mit wenigen Handgriffen die kompakte Winde aus dem Fahrzeug. Per Schnellverschlussystem auf dem mobilen Gestell fixiert, war die

PANORAMO SI 4K kurzerhand zu einem mobilen System umgebaut. Westerholt erreichte die für das Fahrzeug unzugänglichen Schächte zügig ohne dabei Equipment tragen zu müssen. Mit den großen Luftreifen des mobilen Gestells war der Inspekteur auch auf unwegsamem, holprigen oder stark bewachsenem Gelände flott unterwegs. Unabhängig von Stromanschlüssen war das System inklusive spritzwassergeschütztem Laptop dabei über leistungsstarke Standard-Wechselakkus versorgt.

### **Bewährtes PANORAMO-Prinzip**

Wie auch bei der Vorgängergenerationen werden bei der PANORAMO SI 4K zwei hochauflösende Digitalkameras mit 185°-Fisheye-Objektiven verwendet. Die Kameras sind oben und unten am Gehäuse angebracht und nehmen in Abständen von 5 cm halbsphärische Bilder auf. Der Scan erfolgt bei der Rückwärtsfahrt von der Sohle aufwärts. Durch die verzerrungsfreien Weitwinkelobjektive wird dabei die Rundumsicht eines Schachtabchnitts fotografiert. Auf diese Weise wird das gesamte Schachtinnere in einer einzigen vertikalen Befahrung in wenigen Sekunden optisch gescannt. Die Bilder werden digital an den Laptop übertragen und dort zu vollsphärischen 360°-Kugelbildern zusammengesetzt. Daraus ergibt sich eine komplette, reale 3D-Innenansicht des Schachtes. Diese steht dem Bediener sofort live zur Verfügung. Der Scanvorgang erfolgt unabhängig von der Anzahl der Ereignisse im Schacht und ist damit zeitlich planbar. Anders als in der Videotechnik, bei der eine kontinuierliche Beleuchtung bei bewegter Kamera eine hohe Bewegungsunschärfe in den Aufnahmen bewirkt, garantieren die stroboskopartig abgegebenen integrierten Xenonblitze auch dann noch gestochen scharfe Bilder, wenn das System mit einer Geschwindigkeit von bis zu 35 cm Zentimetern pro Sekunde durch den Schacht fährt. Die exakte Schachttiefe wird vor dem Scanvorgang mittels Laser ermittelt.

### **360° trifft 4K**

Das Format Full HD hat bereits seinen Weg in die Kanalrohbranche gefunden. 4K ist die Abkürzung für 4000. Die Bezeichnung 4K stammt aus den Bereichen des digitalen Fernsehens und Kino-Produktionen. Mit einer doppelten Auflösung in der Breite und einer doppelten Auflösung in der Höhe kann mit der PANORAMO SI 4K mit einer vierfach höheren Auflösung als bei der Vorgängergeneration gearbeitet werden. Sie ist mit 3840 x 1920 Pixel auf 360° hinsichtlich der Auflösung in einer der Videoproduktion vergleichbaren Größenordnung. 4K, oft auch Ultra HD genannt, gilt als Nachfolgeformat von Full HD.

Aber was sind die Vorteile eines 4K-Formates in der Schachtinspektion? Die höhere Auflösung bringt zunächst einmal eine verbesserte Bildschärfe und hat dadurch noch einen weiteren einschlägigen Vorteil: Da sich auf der gleichen Fläche deutlich mehr Bildpunkte befinden, kann der Betrachter näher an ein Objekt zoomen, ohne dass einzelne Pixel sichtbar werden. Zudem werden mit Ultra HD Farben und Kontraste deutlich differenzierter wiedergegeben. Davon profitiert der Betrachter der filmähnlichen Darstellung bei der Zustandsanalyse. Infiltrationen oder fein strukturierte Risse lassen sich nochmal deutlich besser erkennen.

### **Datenübertragung**

Während des Scanvorgangs werden die Daten digital an das Untersuchungsfahrzeug bzw. den Laptop übertragen und stehen dem Operateur zur Orientierung und Hinderniserkennung als Live-Bilder zur Verfügung. Für die verlustfreie Übertragung der Bilder und sonstiger Daten verwendet IBAK einen Gigabit-Ethernet-Standard, der aus dem Computer-Netzwerk-Bereich bereits bekannt und in der Lage ist, 1.000.000.000 Bits pro Sekunde zu übertragen. Bei der Inspektionsfahrt kann an signifikanten Stellen der Videomodus eingestellt werden. So lassen sich Bewegungsabläufe wie beispielsweise fließendes Wasser uneingeschränkt erkennen.

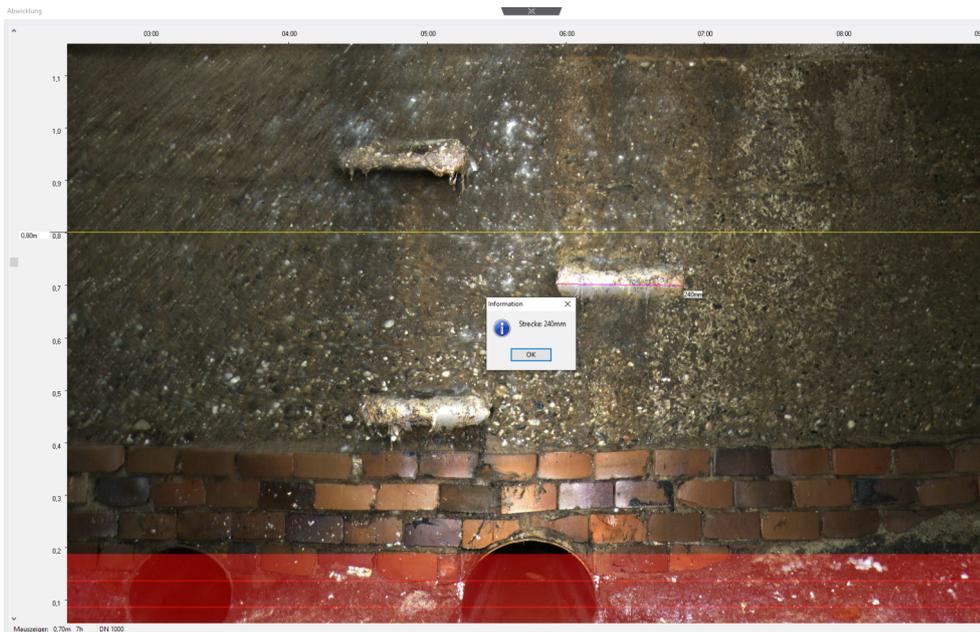
### **Effiziente Arbeitsteilung**

Die Zustandserfassung der PANORAMO-SI-Filme kann wahlweise im Büro oder direkt vor Ort erfolgen. Die Nehlsen AWG hat sich für die Analyse im Büro entschieden, um Standzeiten des Fahrzeuges zu vermeiden. Die Analyse des Materials findet damit nicht in Hektik und Lärm der Straße statt. Losgelöst von der Schachtbefahrung wird die Zustandserfassung im Büro nach

individuellen Gesichtspunkten durchgeführt. Am Arbeitsplatz ist es möglich, sich ohne Blickbegrenzung frei im Schacht zu bewegen, in jeder Position anzuhalten, 360° zu schwenken, zu zoomen und Standfotos zu speichern. Kleine Aufträge bearbeitet das Team selbst; bei umfangreichen Projekten, wie im vorliegenden Fall, wird ein Dienstleister mit der Zustandsanalyse beauftragt.

### Datenübergabe

Das Ergebnis des optischen Scanvorgangs ist ein digitaler PANORAMO-SI-Film in 4K-Auflösung, der beispielsweise auf einer Festplatte oder über ein Up- und Downloadportal weitergeben werden kann. Auf dem an den Auftraggeber gelieferten Datenträger befindet sich eine lizenzfreie Betrachtungssoftware. Diese kann auch auf der IBAK-Website zur Installation auf einen beliebigen Rechner kostenfrei herunter geladen werden. Die in die Oberfläche integrierten Untersuchungsdaten geben einen schnellen Überblick über den Inhalt des Datenträgers und ermöglichen einen direkten Zugriff auf den gewünschten Schacht. Neben der perspektivischen Darstellung kann der Schacht in einer Abwicklung dargestellt werden. In diesem Fall wird das Objekt der Länge nach aufgeschnitten und zu den Seiten abgewickelt (vgl. Abb. 1). Sie ermöglicht einen schnellen Überblick über den Schacht, Bauwerkszustand sowie das Ausmessen von allen Objekten auf der Schachtwand, wie zum Beispiel Schäden, Zu- und Abläufe, Materialübergänge oder Abstände zwischen den Steigeisen. Die Untersuchungsberichte und Inspektionsdaten sind adäquat zu allen üblichen Daten-Schnittstellen. Das Inspektionsergebnis kann also ohne Einschränkungen mit den PANORAMO-SI-Filmen und allen vorgesehenen Kennwerten sowohl im ISYBAU als auch im DWA M-150 Format übergeben werden. Im Folgenden wird die Analyse nur auszugsweise der hier betrachteten 2 Schächte wiedergegeben, um ein Einblick in die Vielzahl der Möglichkeiten zugeben.



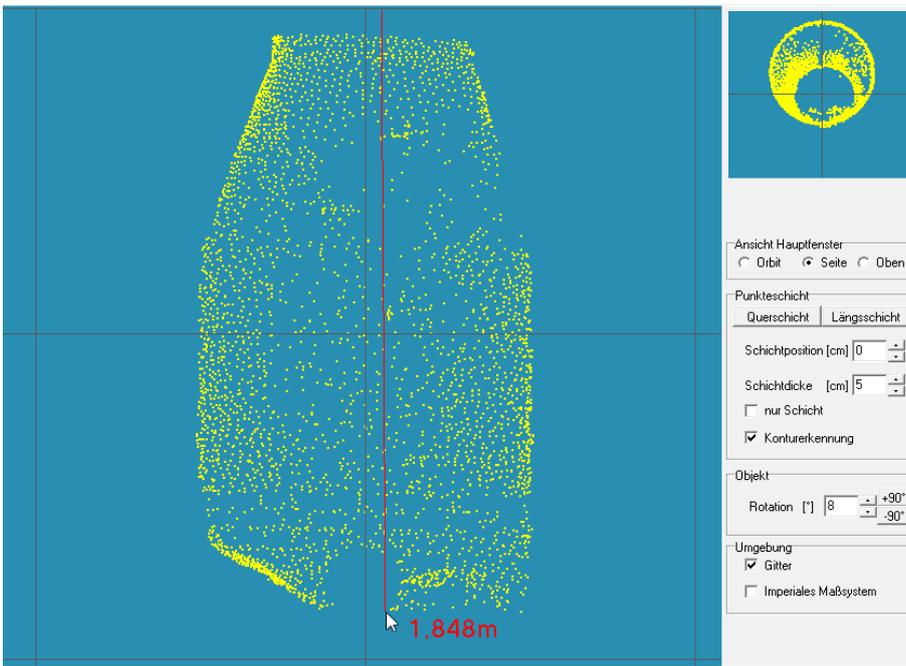
**Abb. 1:** Ansicht der Software IKAS evolution: Abwicklung des Schachtes mit Messung auf der Schachtwand. Für die Breite des Steigeisens wurde eine Strecke (rote Linie) von 240 mm ermittelt.

### Datenauswertung

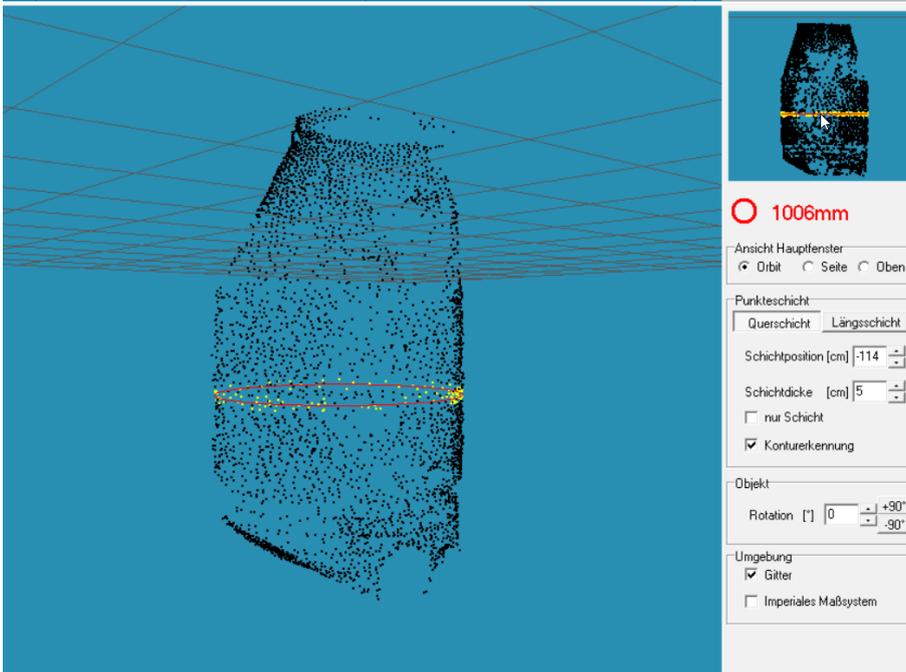
Für die Auswertung der Scandaten steht die IBAK-Kanalanalyse-Software IKAS evolution, Option „PANORAMO-SI-Schachtinspektion“ zur Verfügung. Damit wird den besonderen Anforderungen, die an die Auswertung von Schächten mit häufig unbekannter und/ oder unregelmäßiger Geometrie gestellt werden, Rechnung getragen. Die Software erzeugt automatisch aus den Bilddaten eine aus einer Vielzahl von 3D-Messpunkten bestehende „Punktwolke“, die ebenfalls mit dem mitgelieferten 3D-Betrachtungsprogramm ausgewertet werden kann. Mit Hilfe dieser Punkte kann die Struktur (geometrische Form) des Schachtes in der Punktwolkenvermessung

grafisch dargestellt werden. Neben einer automatischen Erkennung des Durchmessers der Schachtringe (vgl. Abb. 3) oder der Länge und Breite eines Schachtbauteils lassen sich in die Punktwolke beliebige Längs- oder Querschnitte legen, um an diesen über den Cursor Ausmessungen vorzunehmen. So können zum Beispiel die Schachttiefe in der Punktwolke gemessen (vgl. Abb. 2) oder die Maße von bisher nicht dokumentierten Bauteilen ermittelt werden.

In der Abwicklung sind Messungen nur in zylindrischen Körpern, die dem Durchmesser des Schachtes entsprechen, möglich. Mit der 3D-Vermessung können Objekte, wie zum Beispiel eintragende Stützen oder die Rohrdimension der Zu- und Abläufe, in einem Schacht vermessen werden (vgl. Abb. 4). Bei der 3D-Vermessung spielt es keine Rolle, ob sich das Objekt auf der Schachtwand oder im Inneren des Schachtes befindet. Nach einer Messung wird die geometrische Form des Objektes als Grafik im PANORAMO-Viewer und in der Punktwolke angezeigt. In dem Moment, in dem das 3D-Objekt bei der Messung angezeigt wird, ist dieses auch in der Punktwolke sichtbar (vgl. Abb. 5).

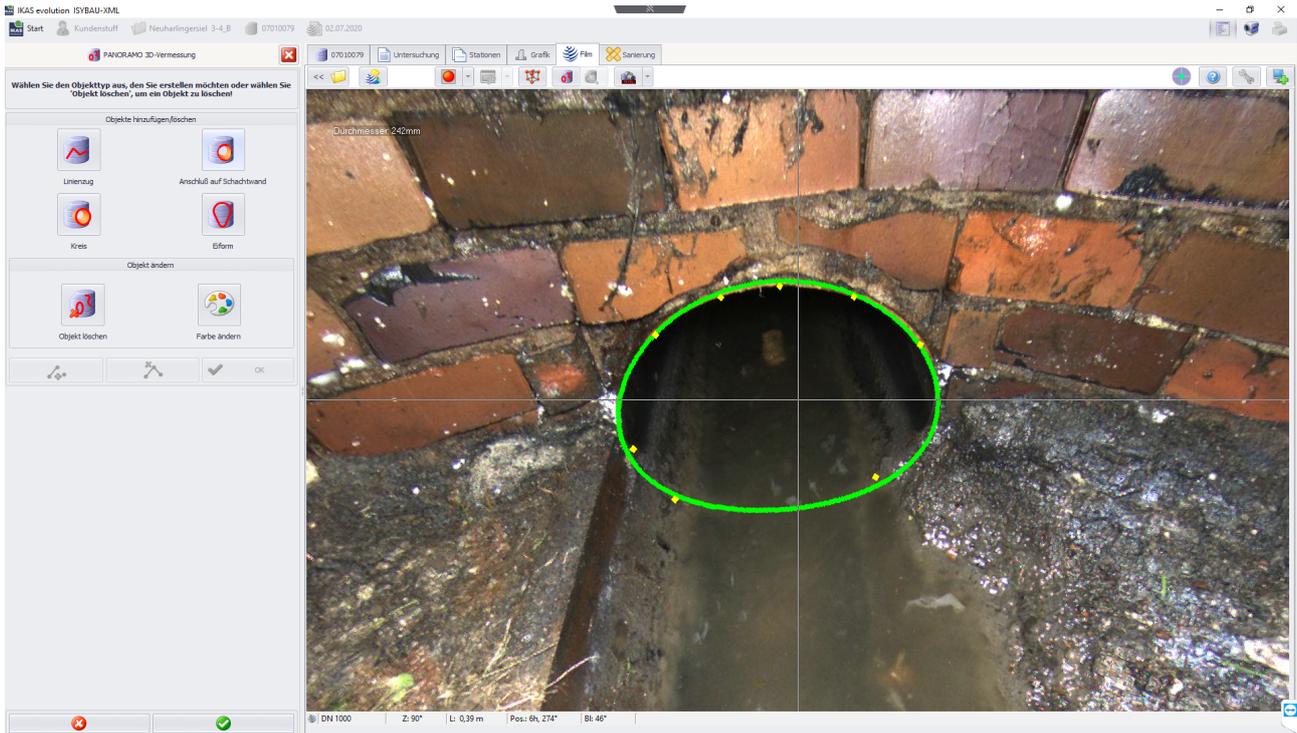


**Abb. 2:** Punktwolke in der Seitenansicht mit Ergebnis einer Tiefenmessung: Die Messstrecke (rote Linie) wird neben dem Mauszeiger mit 1,848 m angegeben.

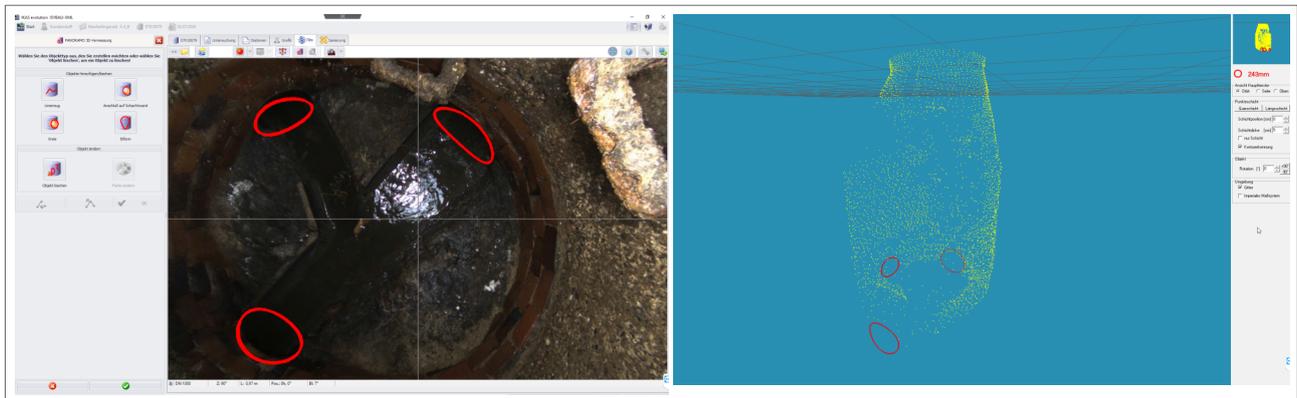


**Abb. 3:** Punktwolke in der orbitalen Ansicht mit Ergebnis der automatischen Konturerkennung: Der Durchmesser der Kreiskontur beträgt 1006 mm (rot angegeben), die betreffende Querschichtposition ist innerhalb der Punktwolke gelb dargestellt.

# Anwenderbericht PANORAMO SI 4K



**Abb. 4:** Ansicht der Software IKAS evolution: Mit der PANORAMO 3D-Vermessung wurde über frei wählbare Messpunkte (gelb dargestellt) der Durchmesser des Zulaufes in der Schachtsohle vermessen.



**Abb. 5:** Ansichten der Software IKAS evolution  
links: Darstellung der vermessenen Zu- und Abläufe (rot) in den Scan-Daten  
rechts: Darstellung der vermessenen Zu- und Abläufe (rot) in der Punktwolke (gelb).

## Zusammenfassung und Fazit

Die Nehlsen AWG setzt die PANORAMO SI 4K im Rahmen von Gewährleistungsabnahmen, zur Fremdwasserfeststellung oder wie im vorliegenden Fall zu Bestandsaufnahme und Zustandsdokumentation ein. Die Befahrungen der Nehlsen AWG mit der PANORAMO SI 4K haben gezeigt, dass auch für ein Inspektionsfahrzeug unerreichbare Schächte eine lückenlose Zustandserfassung mit einer 4K-Auflösung auf komfortable und effiziente Weise möglich ist. Die hohe Produktivität ergibt sich aus dem minutenschnellen Umbau der Inspektion aus dem Fahrzeug heraus zu einem mit Akku betriebenen mobilem System. Je nach den Gegebenheiten am Einsatzort ist eine der beiden Arbeitsweisen vorzuziehen. In keinem Fall muss dabei Equipment durch den Inspekteur zum Schacht getragen werden.

Mit der Software IKAS evolution hat der Inspekteur einen bestmöglichen Überblick beim Scannen des Films im Gelände sowie eine fachgerechte Unterstützung bei der Datenerfassung und Einhaltung der Regelwerke. Dabei ist die Software flexibel genug, um die unterschiedlichsten Anforderungen von Auftraggebern der Nehlsen AWG zur erfüllen. Die im vorliegenden Bericht beispielhaft aufgeführten Messungen haben gezeigt, dass es keinen begründeten Anlass gibt, mit einem Zollstock in den Schacht einzusteigen.



**Bildunterschrift :**  
Mit einem Schacht-System auf alles vorbereitet: Je nach den Gegebenheiten im Einsatzgebiet arbeitet die Nehlsen AWG flexibel mit dem mobilen Gestell oder effizient aus dem Fahrzeug heraus.