Standpunkte zur Sanierung von Großprofilen

Düsseldorf 22.05.2025

Zustandserfassung von Großprofilen mit autonomer Drohne

KI generiert

Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtentwässerungsbetrieb

Düsseldorf Nähe trifft Freiheit

Agenda

- Zustandserfassung - etablierte Techniken
- Aufwand durch Inspektionsbegehung
- Drohnen und deren Einsatzbereiche
- Sensoren und Kameras
- Drohneneinsatz im Kanal
- Autonomer Drohneneinsatz
- Projektbeschreibung
- Drohneneinsatz Start- und Zielschacht
- Vergleich Drohne / Begehung
- Fazit

Zustandserfassung - etablierte Techniken

- Düsseldorf betreibt 3 Kamerafahrzeuge zur Inspektion von ca. 1550 km Kanalisation
- hiervon werden 2 Fahrzeuge zur Netzinspektion eingesetzt, ein weiteres Fahrzeug inspiziert fast ausschließlich Hausanschlüsse
- ca. 150 km werden über Begehungen inspiziert

Kamerasysteme der Fa. IBAK

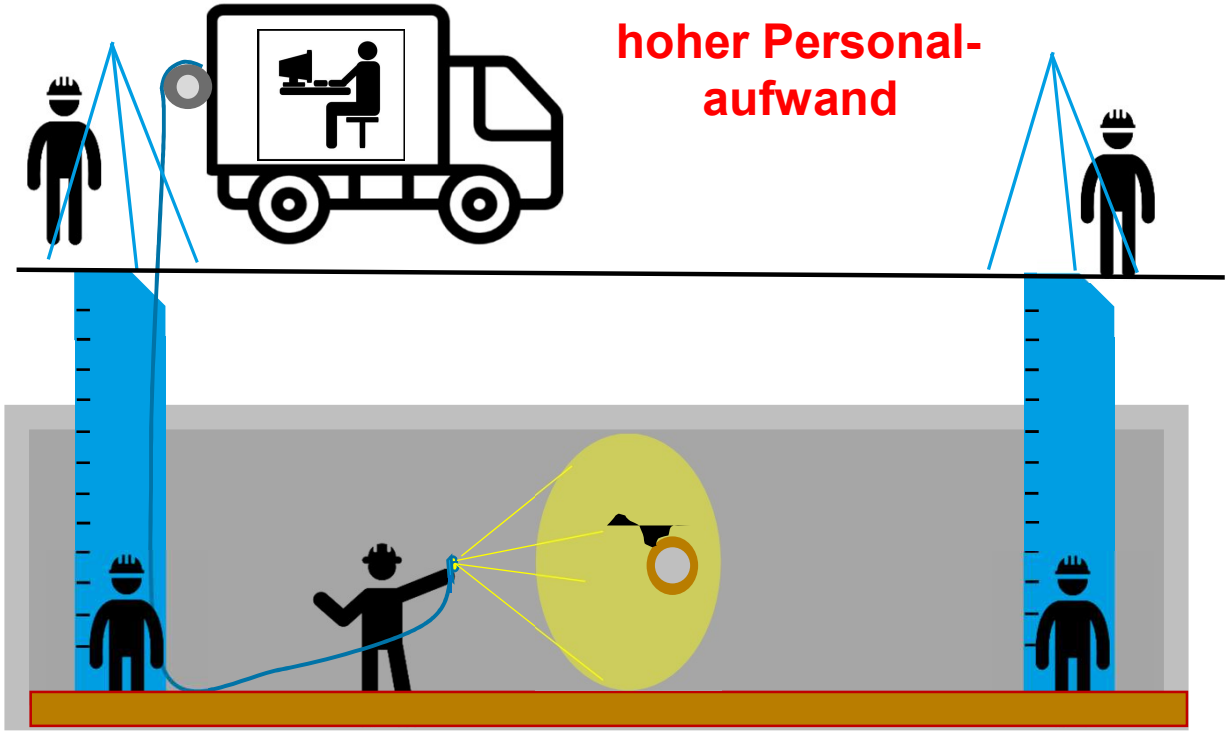
Aufwand durch Inspektionsbegehung

- große Durchmesser
- hohe Wasserführung

➢ müssen begangen werden

Aufwand durch Inspektionsbegehung

- aufgrund großer Durchmesser und hoher Wasserführung müssen ca. 150 km Kanal zur Inspektion begangen werden
- auch Begehungen werden mit einem Kamerasystem „Cerberus“ erfasst
- gerade in diesem Bereichen ist das Thema Drohne sehr aktuell



https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/piktogramme

Drohnen und deren Einsatzbereiche

Axis Vidius ist die derzeit kleinste Kameradrohne der Welt. Sie misst 4,3x4,3x2,5 cm
https://www.ingenieur.de

Der Markt für Drohnen und deren Einsatzmöglichkeiten ist groß

Quadrokopter-Drohne größte Drohne der Welt von Ecke zu Ecke misst sie 6,40 Meter
https://www.golem.de

Drohnen und deren Einsatzbereiche

Anwendungsbereiche:

- Bauwesen, i.R. Hochbau, Industrie
- Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Denkmalpflege
- zur Kartierung von Straßen, Gleisanlagen, Baufortschritten
- Zustandsaufnahme Kanalisation (Nischenprodukt)

➢ und die Dokumentation von Schäden

Sensoren und Kameras

Die verschiedenen Sensoren und Kameras machen fast alles möglich

- **Trägheitssensoren** für Beschleunigung; Ausrichtung; Rotationsbewegung; Stabilisierung
- **GPS (GNSS)** Standortverfolgung
- **Bildverarbeitung** HD-Kameras; Wärmebildkameras; Multispektrale Sensoren, LiDAR-Sensoren
- **Hindernisvermeidung** Ultraschall-, Infrarot-, Radarsensoren
- **Umweltsensoren** Barometer, Temperatursensoren, Feuchtesensoren

Drohneneinsatz im Kanal

Beispiel eines Drohnentyps
für die Kanalinspektion (Elios 3)

Steuerung über Pilot

https://www.spectair.com/elios/

Inspektionseinsatzbereiche:

- Tanks, Kessel, Silos,
- Rohrleitungen
- schwer zugängliche Bereiche
- Kanäle

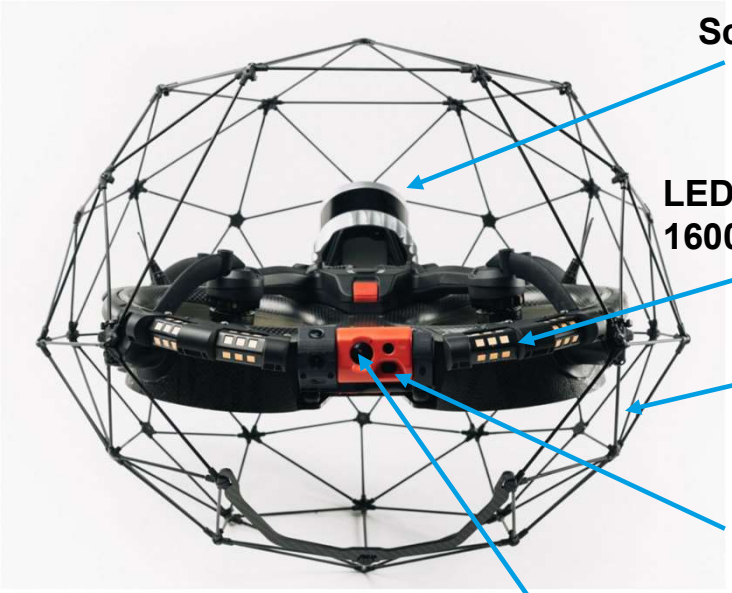
Drohneneinsatz im Kanal

Steuerung über Pilot

Beispiel eines Drohnentyps für die Kanalinspektion (Elios 3)

- 4 K Videomaterial mit 12-Megapixel-Bildauflösung
- Vermessungsmodul LiDAR-Sensor (**L**ight **D**etction **A**nd **R**anging)

Zusatzkamera z.B. eine Insta 360 X5



https://www.spectair.com/elios/

Drohneneinsatz im Kanal

- ✓ **Datenerfassung**: Mit hochauflösenden Kameras können detaillierte Videoaufnahmen und 3D-Modelle erstellt werden. Dies ermöglicht eine genaue Erfassung und Analyse von Schäden wie Risse, Muffen oder Einbrüche etc.
- ➢ Die Inspektion muss durch einen versierten Piloten durchgeführt werden
- ➢ Funkverbindung muss ständig gegeben sein, daher nur „begrenzt einsetzbar“
- ➢ ……

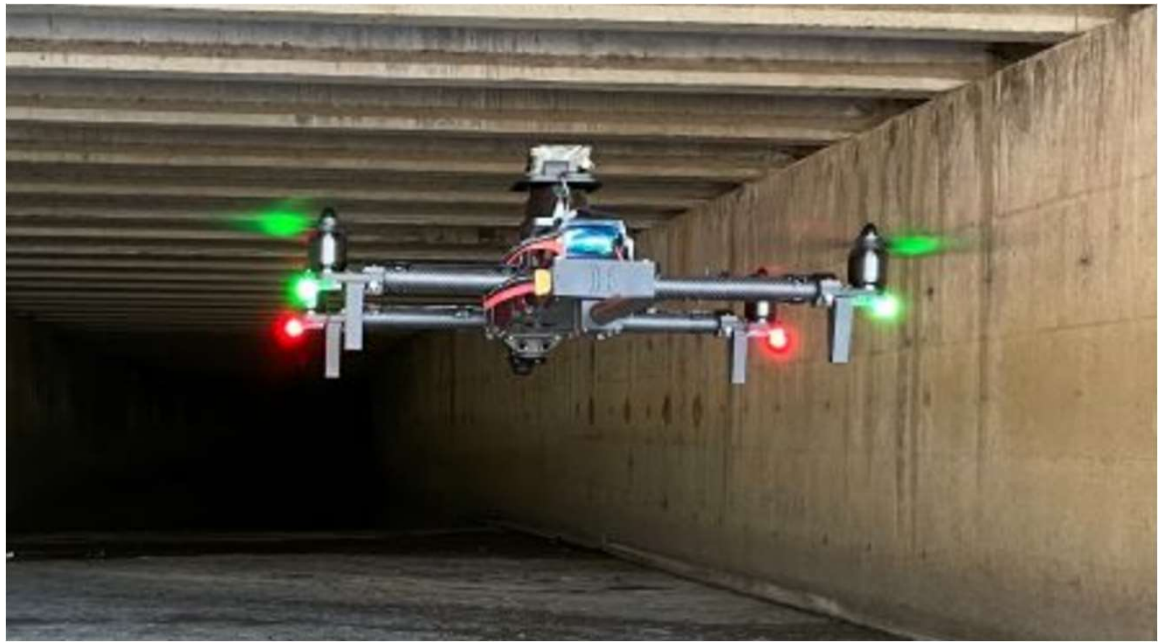
Steuerung über Pilot

https://www.spectair.com/elios/

Autonomer Drohneneinsatz

Autonom fliegende Drohne

In Zusammenarbeit mit UNITECHNICS und Hovering-Solutions hat der SEBD eine Inspektion einer Teilstrecke des Hauptsammlers Nord durchgeführt



https://hoveringsolutions.com

Projektbeschreibung

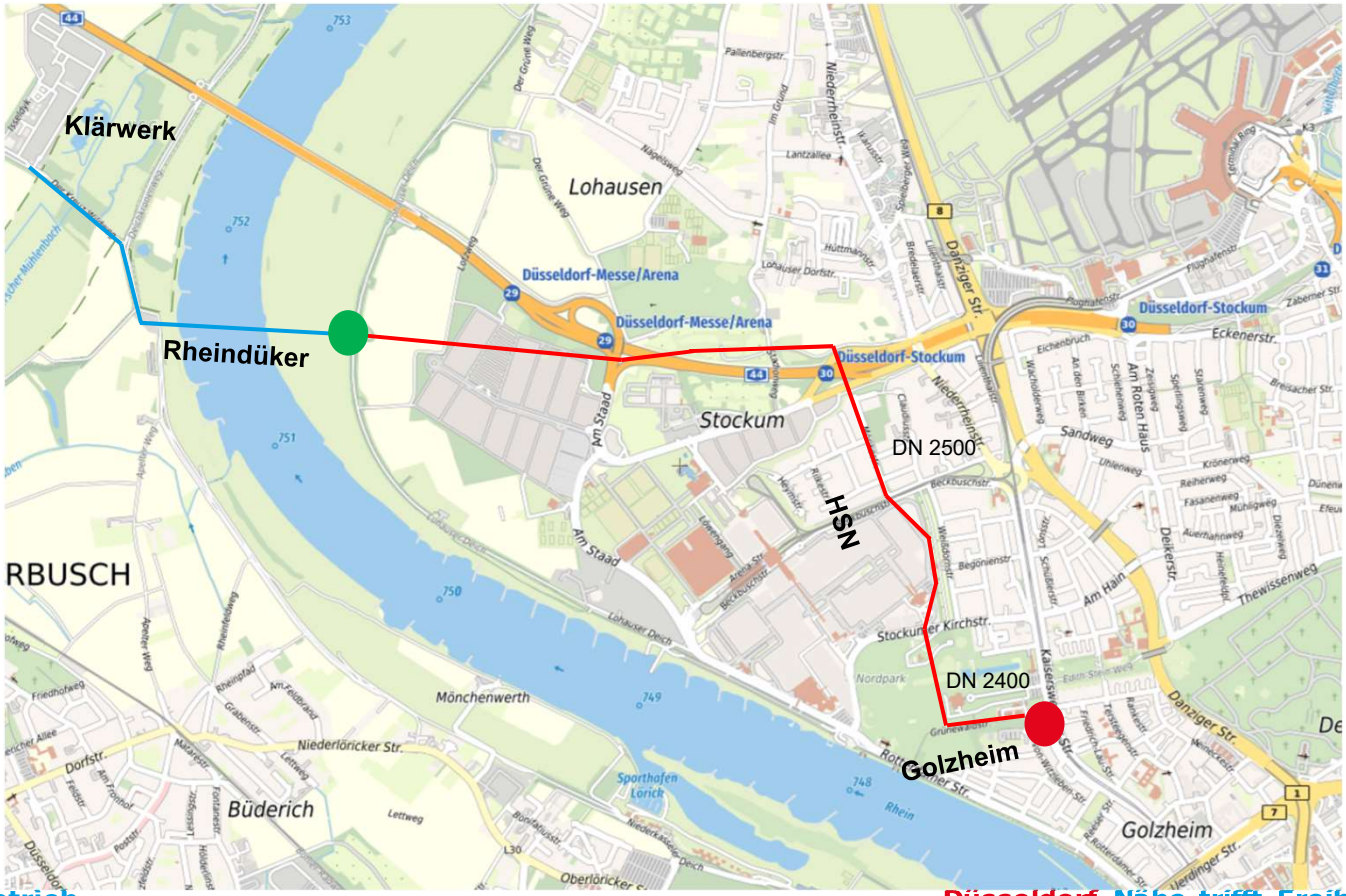
Teilstrecke
Hauptsammler Nord
4,5 km Länge

- Kreis,- Hauben,- Maulprofil

- Beton / Mauerwerk

  Ø DN 2400
  Ø DN 2500

  Wasserführung
  30 - 50 cm



Projektbeschreibung

- Daten und Schnittstelle (I 32) sowie Pläne für die gesamte zu untersuchende Strecke wurden an den AN übermitteln.
- AN prüft die Unterlagen und setzt Markierungen für sinnvolle Flugabschnitte
- Terminvereinbarung / Ausweichtermin
- Alle Schächte müssen auf Zugänglichkeit geprüft und notfalls instandgesetzt (Steigbügel)werden

Projektbeschreibung

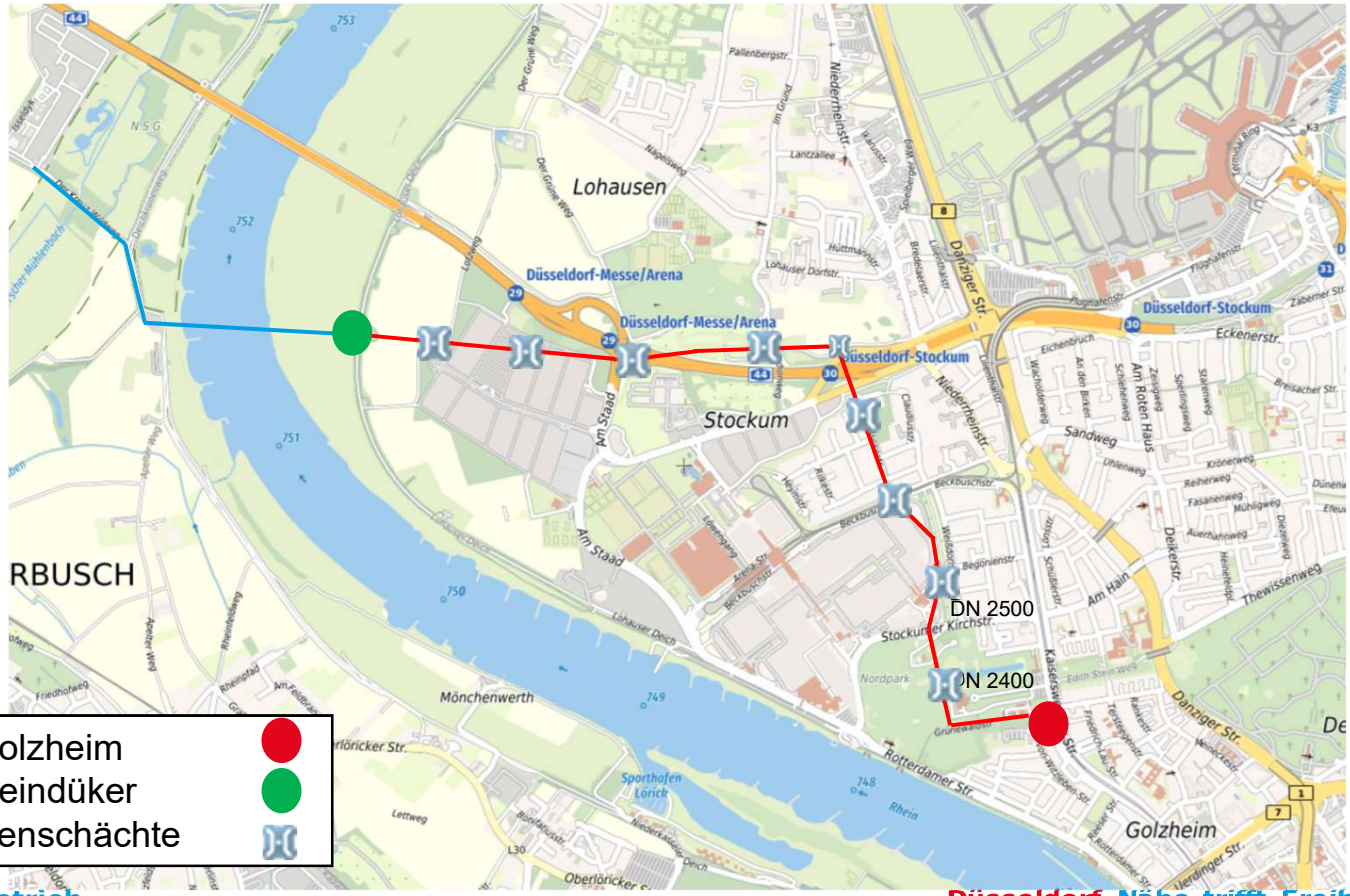
- 11 Schächte
- 10 Flugabschnitte

Inspektionszeit 1 Tag

Datenaufbereitung
Fa. UNITECHNICS

Zustandserfassung
Fa. Pallon (KI)

Bewertung SEBD



Start Golzheim
Ziel Rheindüker
Zwischenschächte

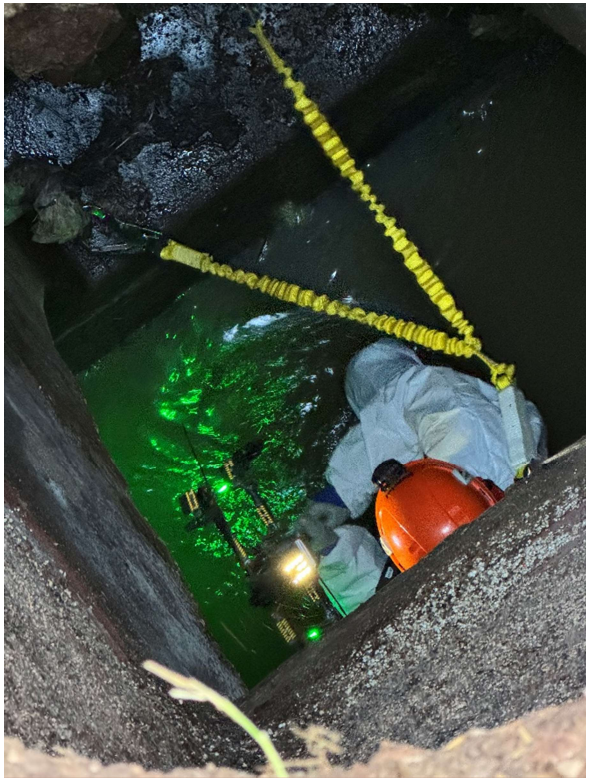
Drohneneinsatz „Start- und Zielschacht“

Im Startschacht werden das Profil vermessen und die Daten in die „Drohne“ eingegeben.

Drohne wird ausgerichtet und startet zum Zielschacht

Flugabschnitt ca. 650 Meter

Drohneneinsatz „Start- und Zielschacht“



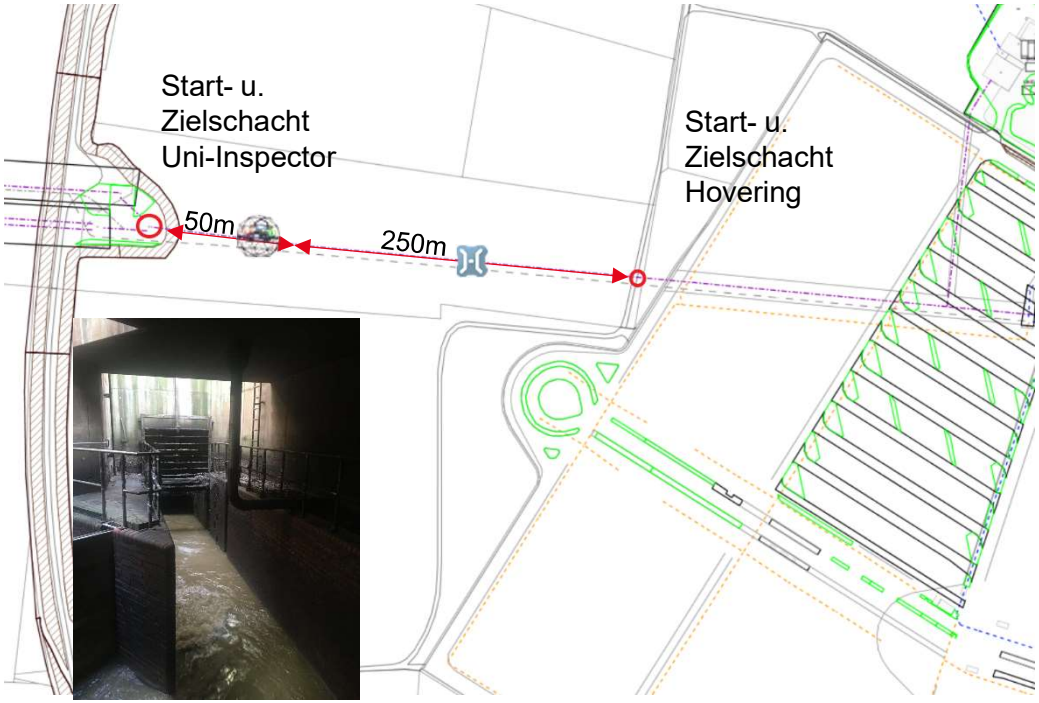
Die Flugzeit bis zum Zielschacht dauert einige Minuten, daher sollte der 2. MA schon dort sein, um die Drohne in Empfang zu nehmen.

Zielschacht wird zum Startschacht usw.

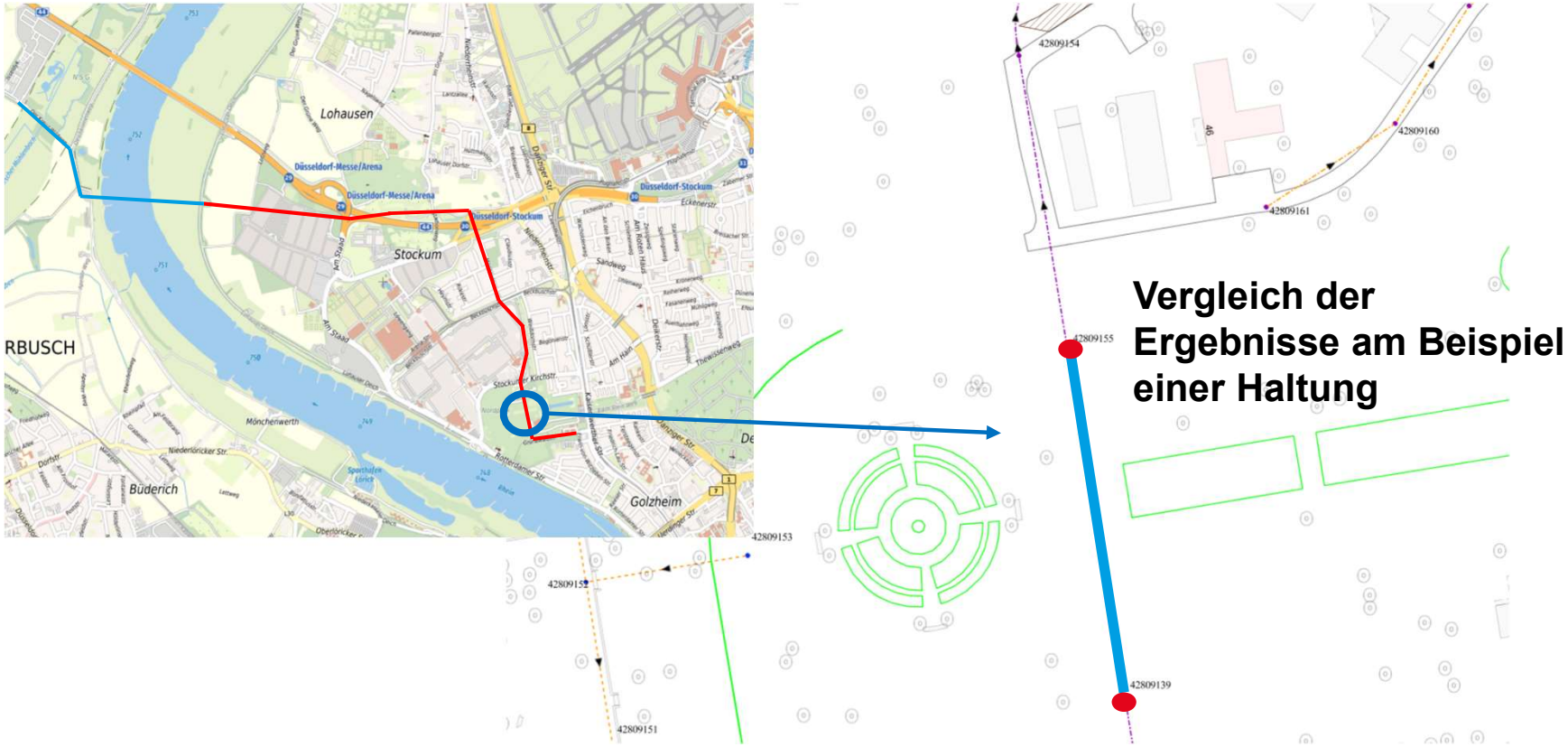
mit Flugabschnitten zwischen 200 und 650 Metern

Drohneneinsatz „Start- und Zielschacht“

Zehnter Flugabschnitt 300 m



Vergleich Drohne / Begehung



Vergleich Drohne / Begehung

Erste Zustandserfassung 2002
Begehungen mit Plan, Fotoapparat, Maßband und Diktaphon

Zustandserfassung **2024** mit autonomer Drohne

Begehung mit IBAK Kamerasystem **2025**

Vergleich Drohne / Begehung

Gesamtuntersuchungsbericht Haltung (normiert)

Haltungsnummer:	42809155 42809139	**Baujahr:**	1953
Untersuchungsnr.:	16	**Unterer Schacht:**	42809155
Firma Auftraggeber:		**Oberer Schacht:**	42809139
Auftragsnummer:		**Insp.-D./Zeit:**	17. Januar 2002 / 00:00:00

Ort:		**Haltungslänge:**	103,70 m
Bezirk:		**Eigentümer:**	Stadtentwässerungsbetrieb
Straße:	4999 Hauptsammler Nord	**Art d. Eigent.:**	
Querschnittsf.:	MAULPROFIL, GESTRECKT	**Rohrbreite:**	2400
Rohrmaterial:	Beton	**Rohrhöhe:**	2400
Entw.-System:	Mischwasser	**Wasserschutz:**	---

Unters.-Firma:		**Operator:**	Vogler		
Unters.-Art:	In Augenscheinnahme	**Unters.-Code:**	B	**Filmtyp:**	
Tour:	B-080102:T03 **Insp.-Richt.:** in	**Videoband:**			
Insp.-Länge:	103,70 m	**Anf.-Video:**		**E.-Video:**	
Insp.-grund:	Fläche	**Fotos:**	1	**Bild-Medium:**	
Innenschutz:					
Bem. zur Vorber.:					

Kommentar:	Haube saniert				
Stammkommentar.:					
Datum d. Vorklassifiz.:	25. Januar 2002	**Schadensklasse:**	4	**Zustandspkt.:**	0
Datum d. Endklassifiz.:	25. Januar 2002	**Schadenskl. man.:**	4		
Sanierungsbew.-pkt.:	0,00	**Schadenskategorie:**	Betrieb		
Bem.-Bewertung:					

Entf.	Schaden	Text / Bemerkung	Foto	Video	S-Kl
0,00	HA	Haltungsanfang SNr.: 42809139			4
32,10	ABP	Abplazug/Glasurfehler; Bem.: Abplatzungen von Klinkern ,rechts und links ca.0.5m²	004		
58,40	S--O	Stutzen, Scheitel; Bem.: Lüftung			
67,20	ABP	Abplazug/Glasurfehler; Bem.: Abplatzungen von Klinkern,rechts und links ca. 0.3m²			
103,70	EH	Haltungsende SNr.: 42809155			

Gesamtuntersuchungsbericht Haltung (normiert)

Haltungsnr	42809155 42809139	**Insp.-Datum:**	17. Januar 2002
Ort:		**Uhrzeit:**	0:00:00
Straße:	Hauptsammler Nord		
Entw.-System:	Mischwasser	**Inspektionsrichtung:**	in
Rohrmaterial:	Beton		
Schaden:	ABP Abplazug/Glasurfehler		

Entfernung: 32,10 m von Anfangsschacht (unterer Schacht): 42809155 gemessen.
71,60 m von Endschacht (oberer Schacht): 42809139 gemessen.

Foto:	004
Bild.-Medium:	
U-Code:	B
Videoband:	
Zählerstand:	
Sch.-Klasse:	
Unterer Schacht:	42809155
Oberer Schacht:	42809139
Haltungsl.:	103,70 m
Insp.-Länge:	103,70 m
Breite:	2.400 mm
Höhe:	2.400 mm

Inspektion von 2002 Begehung

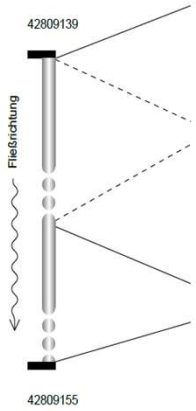
Vergleich Drohne / Begehung

42809155 42809139

Von 42809139 nach 42809155 am 23. Sept. 2024

UNI-INSPECTOR

Projekt	2412 HS Nord	Rohrmaterial	Fertigbeton
Straße	Hauptsammler Nord	Haltungslänge	103.70m
Strang	-	Baujahr	1953
Profilart	M13	Inspektionsgrund	-
Profilhöhe	2400mm	Inspektionsdatum	23. Sept. 2024
Profilbreite	2400mm	Operator	Hovering Solutions



Station	Zeit	Code	Strecke	Langtext	Uhr	Foto
0.0	00:00:00	BCDXP		Anfangsknoten, Inspektionsanfang		
	00:00:00	BDB		Allgemeine Anmerkung - Wasserstand konstant 20%, trüb		58
	00:00:00	BAFCE	A01	Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	9-3	
0.1	00:00:00	BDB	A02	Allgemeine Anmerkung - Sohlauskleidung		59
51.1	00:00:48	BCAE		Anschluss, einfacher Anschluss - gemeißelt, 250mm - Steinzeug, Nicht ersichtlich ob offen weil nicht abgeschwenkt wurde.	12	
	00:00:48	BDB		Allgemeine Anmerkung - Nicht ausreichend abgeschwenkt		60
51.7	00:00:48	BBBA		Inkrustation, 1%	11-1	
102.7	00:01:21	BAFCE	B01	Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	9-3	
	00:01:21	BDB	B02	Allgemeine Anmerkung - Sohlauskleidung		61
	00:01:21	BCEXP		Endknoten, Inspektionsende		

Inspektion von 2024 Drohne

Vergleich Drohne / Begehung

Gesamtuntersuchungsbericht Haltung (normiert)

Haltungsnummer:	**42809155 42809139**	**Baujahr:**	1953
Untersuchungsnr.:	2	**Unterer Schacht:**	42809155
Firma Auftraggeber:		**Oberer Schacht:**	42809139
Auftragsnummer:		**Insp.-D./Zeit:**	20. März 2025 / 08:22:24

Ort:		**Haltungslänge:**	103,70 m
Bezirk:		**Eigentümer:**	Stadtentwässerungsbetrieb
Straße:	4999 Hauptsammler Nord	**Art d. Eigent.:**	
Querschnittsf.:	MAULPROFIL, GESTRECKT	**Rohrbreite:**	2400
Rohrmaterial:	Beton	**Rohrhöhe:**	2400
Entw.-System:	Mischwasser	**Wasserschutz:**	---

Unters.-Firma:		**Operator:**	Setnev / Blachetzki ; Kolonne
Unters.-Art:	In Augenscheinnahme	**Unters.-Code:**	C **Filmtyp:** MPEG
Tour:	C180325.T01 **Insp.-Richt.:** in	**Videoband:**	C180325.T01_1
Insp.-Länge:	102,70 m	**Anf.-Video:**	000007 **E.-Video:** 002017
Insp.-grund:	Fläche	**Fotos:**	8 **Bild-Medium:**
Bem. zur Vorber.:			

Kommentar:			
Stammkommentar.:			
Datum Klassifizierung:	21. März 2025	**Schadensklasse Dichtheit:**	5
Sanierungsbedarfszahl:	7.652 **SZ-man:** 6.500	**Schadensklasse Standsicherheit:**	3
Objektklasse:	3	**Schadensklasse Betriebssicherheit:**	4
Bewerter:	WANG		
Bem.-Bewertung:	Abplatzung des Mauerwerks		

Entf.	Schaden	V	Text / Bemerkung	Foto	Video	D-S-B
0,00	BCE.XP		Endknoten, Rohrende **SNr.: 42809155**		002017	
0,20	BAF.B.E		Pos: 7 - 9; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	221	001923	3 4
0,20	BAF.C.E	B1	Ende; Pos: 9 - 3; Oberflächenschaden, Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	222	001954	
11,90	BAF.B.E		Pos: 3; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	220	001700	3 4
36,00	BAF.B.E		Pos: 7 - 9; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	219	001449	3 4
41,70	BAF.B.E		Pos: 8 - 9; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	218	001354	3 4
51,50	BCA.D.A		Pos: 12; Einfacher Anschluss, gebohrt, offen, Höhe =150,00 mm; , Breite =150,00 mm; Bem.: B		001001	
71,10	BAF.B.E		Pos: 4 - 8; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	217	000805	3 4
75,60	BAF.B.E		Pos: 3; Oberflächenschaden, Abplatzung, Ursache nicht eindeutig feststellbar	216	000508	3 4
102,70	BCD.XP		Anfangsknoten, Rohranfang **SNr.: 42809139**		000007	
102,70	BAF.C.E	A1	Beginn; Pos: 9 - 3; Oberflächenschaden, Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	215	000137	3 4

Inspektion von 2025 Begehung

Vergleich Drohne / Begehung

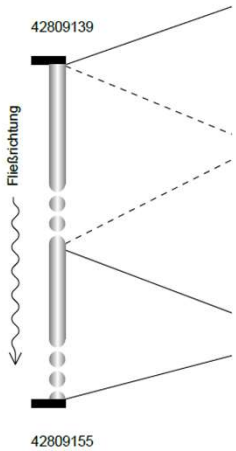
42809155 42809139

Inspektion von 2024

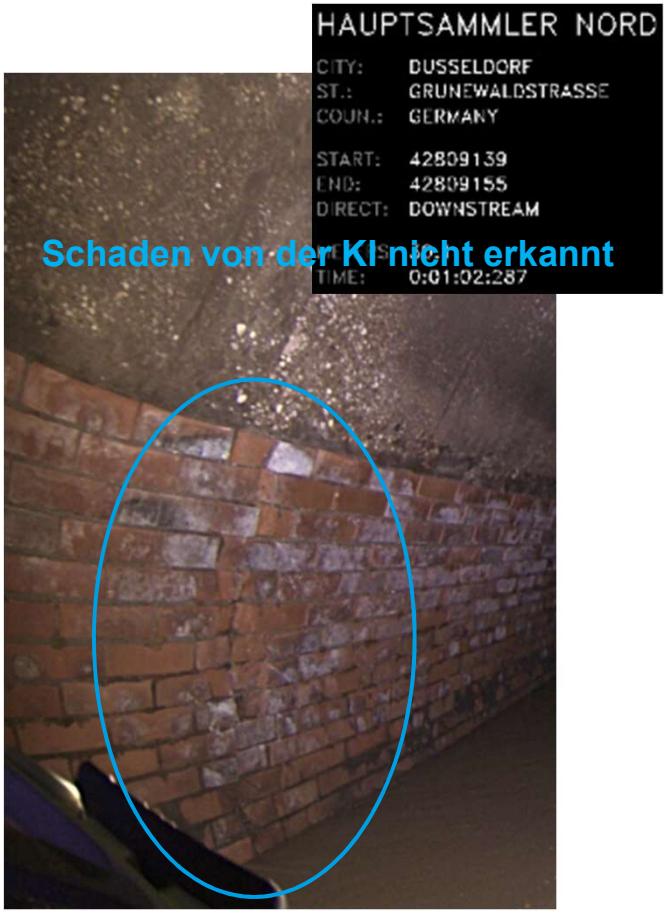
UNI-INSPECTOR

Von 42809139 nach 42809155 am 23. Sept. 2024

Projekt	2412 HS Nord	Rohrmaterial	Fertigbeton
Straße	Hauptsammler Nord	Haltungslänge	103.70m
Strang	-	Baujahr	1953
Profilart	M13	Inspektionsgrund	-
Profilhöhe	2400mm	Inspektionsdatum	23. Sept. 2024
Profilbreite	2400mm	Operator	Hovering Solutions



Station	Zeit	Code	Strecke	Langtext	Uhr	Foto
0.0	00:00:00	BCDXP		Anfangsknoten, Inspektionsanfang		
	00:00:00	BDB		Allgemeine Anmerkung - Wasserstand konstant 20%, trüb		58
	00:00:00	BAFCE	A01	Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	9-3	
0.1	00:00:00	BDB	A02	Allgemeine Anmerkung - Sohlauskleidung		59
51.1	00:00:48	BCAE		Anschluss, einfacher Anschluss - gemeißelt, 250mm - Steinzeug, Nicht ersichtlich ob offen weil nicht abgeschwenkt wurde.	12	
	00:00:48	BDB		Allgemeine Anmerkung - Nicht ausreichend abgeschwenkt		60
51.7	00:00:48	BBBA		Inkrustation, 1%	11-1	
102.7	00:01:21	BAFCE	B01	Zuschlagstoffe sichtbar, Ursache nicht eindeutig feststellbar	9-3	
	00:01:21	BDB	B02	Allgemeine Anmerkung - Sohlauskleidung		61
	00:01:21	BCEXP		Endknoten, Inspektionsende		



Fazit „autonome“ Drohnenbefliegung

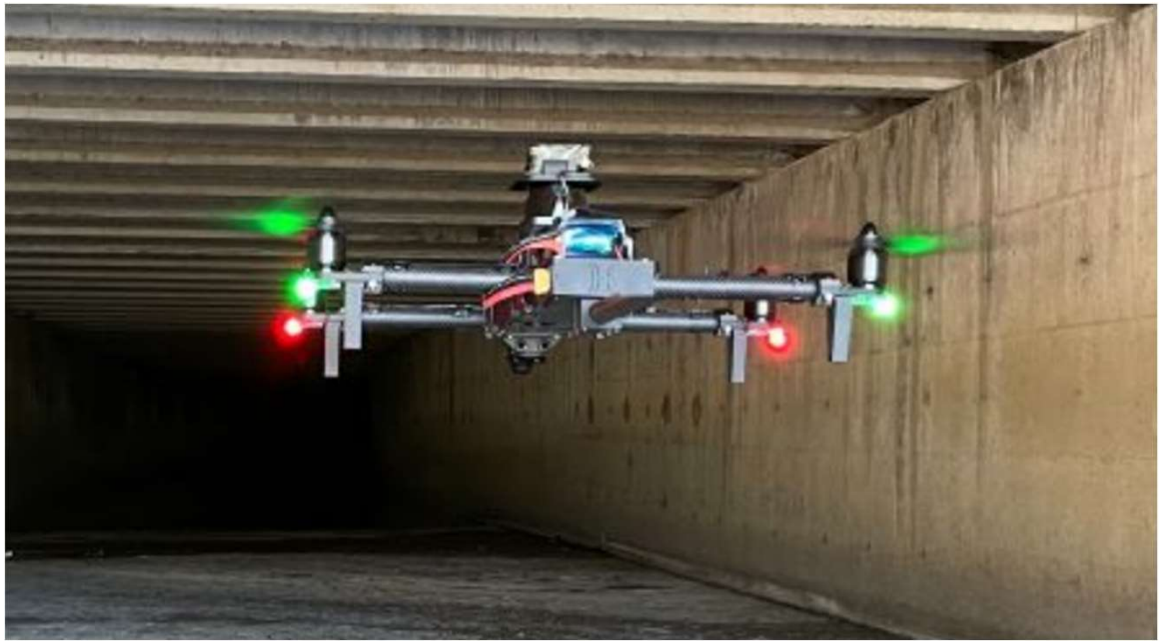
- Drohnen sind aus unserer Sicht gute Werkzeuge, um schnelle Einblicke in die Kanalsubstanz zu bekommen
- geringerer Zeitaufwand, schnelle qualitativ hohe Inspektion möglich
- geringe Risiken für Inspektoren
- geringer Personalaufwand
- kann bei hohen Wasserführungen / Fließgeschwindigkeiten durchgeführt werden
- möglich auch bei nicht anfahrbaren Schächten
- evtl. Vermeidung von Nachtschichten
- verkehrsrechtliche Genehmigungen nicht immer notwendig
- Evtl. Kosteneffizienz
- sinnvoller Einsatz für große Profile ab DN 1600 mit hoher Wasserführung

Fazit autonome Drohnenbefliegung

- Drohenaufnahmen und Schadensbeschreibungen sollten kritisch betrachtet werden
- die Qualität der Aufnahme ist maßgebend für die Schadenserkennung /KI
- mit zunehmendem Querschnitt nimmt die Ausleuchtung ab und der Abstand Kamera / Schaden wird zu groß für ein genaue Schadensbeschreibung
- Drohnenbefliegung kann eine Begehung nicht ersetzen (Sohlschäden)

Fazit autonome Drohnenbefliegung

Die Inspektion mit autonomen Drohnen steckt noch in den „Kinderschuhen“ vergleichbar mit den Anfängen der Kamerainspektion



Zustandserfassung von Großprofilen mit autonomer Drohne

KI generiert

Und nun schnell an die Arbeit …
sonst macht´s die KI

Zustandserfassung von Großprofilen mit autonomer Drohne

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Düsseldorf

Nähe trifft Freiheit

Herausgegeben von:

Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtentwässerungsbetrieb

Michael Schoppen
Abteilungsleitung Netzbetrieb 67/204
Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf
michael.schoppen@duesseldorf.de