

Exklusiv

KI-unterstützte Zustandsbewertung, Teil 3

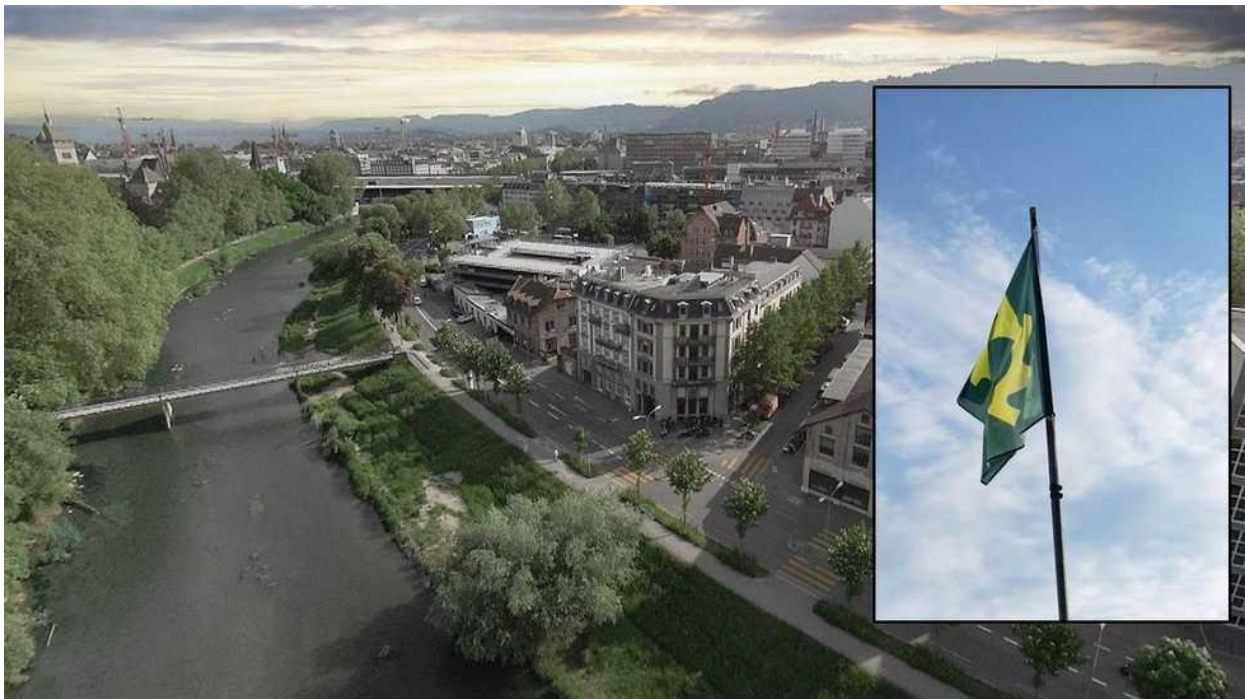
Die „Post-TV-Lösung“ von Pallon

Marco Deubler

05.06.2023, 10:35 Uhr, aktualisiert 22.11.2023, 12:23 Uhr

FÜSSEN

Die Teile 1 und 2 dieser Fachartikelserie (vgl. B_I umweltbau 6/22 und 2/23) haben gezeigt, wie künstliche Intelligenz im Bereich der Kanalzustandskodierung funktioniert, in den klassischen Workflow der Kanalstandhaltung implementiert werden kann und welche (exemplarischen) Herausforderungen dabei aus fachtechnischer Sicht zu bewältigen sind. Wie die auf dem Markt vertretenen Entwickler derartige Fragestellungen für welche Zielgruppen lösen und welche Erfahrungen sie dabei gemacht haben, sollen die nächsten Teile der Artikelserie aufzeigen. Den Auftakt macht die Pallon AG in Zürich.



Pallon-Hauptquartier am Sihlufer in Zürich | Foto: Pallon AG

Ich habe mich mit Christian Koch getroffen, der aus Nordrhein-Westfalen stammt und die Firma Pallon, ehemals Hades, zusammen mit drei ehemaligen

Kommilitonen von der ETH Zürich vor ca. vier Jahren ebenda gegründet hat. Die Pallon-Räumlichkeiten im Dachgeschoss eines Gebäudes im Zürcher Industriequartier, einem mittlerweile aufgewerteten, ehemaligen Industriestandort mit einem Arbeitsplatzzuwachs „in der Kreativwirtschaft“ (O-Ton Stadt Zürich), versprühen ein dezentes Start-Up-Klima. Im Einklang damit steht im Laufe des Gesprächs eingestreutes „Insiderwissen“ wie die Tatsache, dass dem Pallon-Team als erstes Büroinventar nicht mehr als eine Siebträger-Kaffeemaschine und ein Staubsauger-Roboter genügt hat. Statt Weiteres im Vorspann vorwegzunehmen, sei nun auf das Interview mit Christian Koch sowie den Steckbrief zur Pallon AG im Folgenden verwiesen.

ISAS: *Herr Koch, lassen Sie uns den Blick zunächst darauf richten, wie ihr bei Pallon bisher mit der Herausforderung umgegangen seid, eine KI-Bildererkennung für Kanalinspektionen zu entwickeln. Wie im Steckbrief unten beschrieben ist, habt ihr bereits einen Workflow zur KI-basierten Erzeugung einer vollständigen Zustandskodierung etabliert. Wie habt ihr es auf dem Weg dorthin geschafft, die beiden Welten des Ingenieurwesens und der Informatik fachlich und kulturell auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen?*

Christian Koch: Fachlich hatten wir schon zum Gründungszeitpunkt gute Voraussetzungen, da unser Gründerteam aus zwei Umweltingenieuren und zwei Informatikern besteht, die Interessen und Kompetenzen auch für die jeweils andere Seite haben. Mein Mitgründer Dominik war zudem Swiss National Science Fellow, also Inhaber eines nationalen Forschungsstipendiums für die Anwendung von KI-gestützter Bildererkennung auf die Zustandserfassung von Kanälen. Somit hatte er bereits vor der Gründung unseres Unternehmens beide Welten gut verstanden. Schon zu Beginn der Entwicklung haben wir Ingenieure mehrere Jahre lang eine enorme Menge an Kanalvideos manuell gesichtet und kodiert, damit unsere Informatiker mit einem fachtechnisch verlässlichen Datensatz zum Training der Bildererkennung arbeiten können. Mittlerweile haben wir das Team um weitere, insgesamt etwa 20 Umweltingenieure, Informatiker, Datenwissenschaftler und Designer ergänzt. Jeder Neuankömmling hat bei uns einen einmonatigen Kurs zur Kanalzustandserfassung inklusive Abschlussprüfung intern abzulegen, bevor wir ihn auf die Kanaldaten loslassen. Für die Vereinigung der beiden angesprochenen Welten sorgt zudem unser monatlich abgehaltener „Domain Knowledge Workshop“, in dem ein Vertreter der Ingenieurswelt unseren ITlern Sachverhalte der Kanalinstandhaltung näherbringt. Ganz prinzipiell ergeben sich zwischen der Technik und IT naturgemäß häufig Diskussionspunkte, da unsere Ingenieure mit ihren Ideen meist mehr wollen als der Informatiker zulassen kann, da die Informatik an sich eine sehr saubere, akkurate Wissenschaft ist.

Für derartige Diskussionen finden wir immer gemeinsam und konstruktiv eine Lösung, und damit wären wir auch schon beim Kulturellen. Unabhängig von den einzelnen Fachspezialisierungen eint uns nämlich, dass wir alle zusammen ein junges, sehr wissbegieriges, manchmal vielleicht auch etwas nerdiges Team sind und vor allem ein sehr vertrauensvolles und freundschaftliches Miteinander pflegen. Wir alle haben Lust, gemeinsam etwas in der Welt zu bewegen, und das ist die wichtigste Basis für eine erfolgreiche Verknüpfung von Technik und IT.

ISAS: *Kommen wir zu Ihrem KI-System: Während der TV-Untersuchung ist der Inspekteur zwar dazu angehalten, zugunsten eines möglichen Geschwindigkeitsvorteils keine Zustandskodes zu dokumentieren – an sich spielt die*

Pallon-KI da aber noch keine Rolle. Die kommt nämlich erst nach Fertigstellung der TV-Inspektion ins Spiel, sobald die aufgenommenen Videodateien und eine Austauschdatei mit den Stammdaten der untersuchten Objekte in die Pallon-Web-App hochgeladen werden. Warum habt ihr euch dafür entschieden, das KI-System erst nach vollendeter TV-Untersuchung – „post-TV“ – und nicht schon währenddessen als eine Art Assistenzsystem für den TV-Inspekteur, das er bei „Wissenslücken“ live einlernen kann, einzusetzen?

Koch: Die Entwicklung unserer KI begonnen haben wir auf Basis von 3D-Kugelbildscanner-Aufnahmen. Hier erfolgt die Zustandskodierung klassischerweise erst im Nachgang der TV-Inspektion. Bei der Erweiterung unserer KI-Kodierung auf Dreh-Schwenkkopf-Kameras haben wir uns zwar mit einer Umstellung des Workflows befasst, sind jedoch bei der „Post-TV-Lösung“ geblieben. Wir sehen darin den besten Ansatz, unseren Kunden möglichst homogene und hochwertige Daten zu liefern, weil wir so die korrekte Nutzung der Software und die Qualitätssicherung besser gewährleisten können. Die Unsicherheiten des KI-Systems minimieren wir dann intern durch einen sehr gezielten und systematischen Einsatz unserer Fachexperten. Denn wenn die Überprüfung der KI durch den TV-Inspekteur auf dem Fahrzeug erfolgen soll und die Qualität der Nacharbeiten somit nicht kontrolliert werden kann, sind die Daten weiterhin durch die Subjektivität und Fachkunde des Inspektors geprägt und bilden daher keine einheitliche und qualitativ hochwertige Datenbasis.

Darüber hinaus möchten wir den TV-Inspekteur weitestgehend entlasten, sodass er seine Ressourcen in andere Arbeitsgänge vor Ort, z.B. in die Stammdatenüberprüfung oder in eine optimale Videoaufnahme, lenken und gleichzeitig eine höhere Inspektionsleistung erbringen kann.

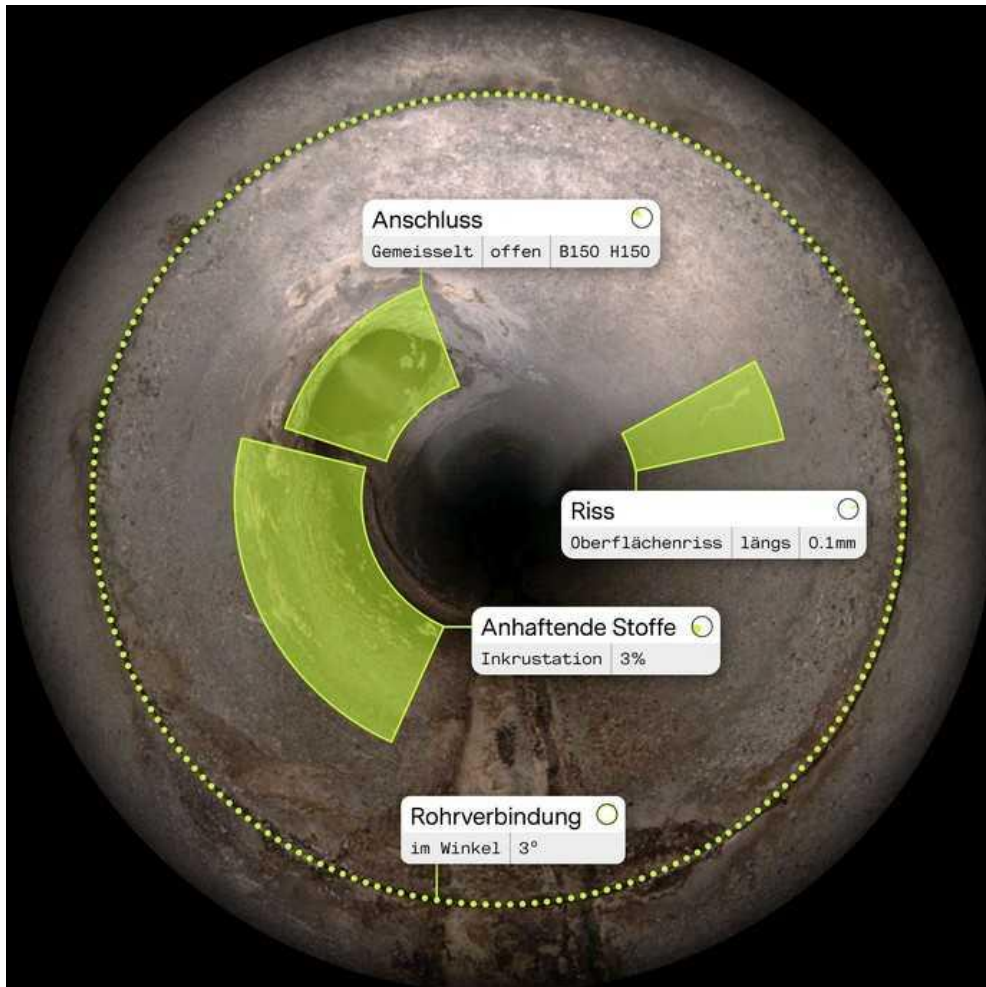
Weitere Beweggründe zur „Post-TV-Lösung“ waren für uns die uneingeschränkte Serververfügbarkeit sowie die Tatsache, dass wir durch den Workflow offen für alle beliebigen Kamerasysteme sind und TV-Inspektionsfirmen kein spezielles Equipment neu anschaffen müssen, wenn sie sich einer KI-Dienstleistung bedienen möchten. Abschließend sei erwähnt, dass die „Post-TV-Kodierung“ auch dann einen Vorteil hat, wenn zu einem Kanalnetz diverse, vom Menschen kodierte TV-Inspektionen aus der Vergangenheit vorliegen und der Netzbetreiber im Nachhinein eine Zustandskodierung all dieser vorhandenen Daten nivelliert auf ein homogenes Niveau wünscht.

***ISAS:** Wo wir schon bei der Schadensansprache sind: Wie „sensibel“ muss bzw. darf eine KI dabei aus eurer Sicht sein?*

Koch: In der Theorie muss eine KI in der Lage sein, alle Auffälligkeiten und Schäden im inspizierten Objekt so detailliert wie möglich zu erfassen – das ist unser Anspruch, aber auch so in den Regelwerken gefordert.

Was von dieser meist sehr umfangreichen Dokumentation jedoch in die finalen Ausgabedaten übernommen wird, hängt ganz stark vom technischen Verwendungszweck der Daten ab. Beispielsweise soll jemand, der unsere Daten für eine Zustandsbewertung weiterverwenden möchte, ein Datenpaket erhalten, das so gefiltert ist, dass nur die markanten Schäden vorhanden sind, damit er bei der Priorisierung der betrachteten Objekte innerhalb eines Sanierungskonzeptes den Überblick behält. Derjenige, der sich im Anschluss daran mit der Sanierungsplanung befasst, sollte neben den sanierungsbedürftigen auch die Schäden im Ausgabedatensatz wiederfinden, die nicht direkt sanierungsrelevant sind, aber bei

der Sanierungsplanung einbezogen werden müssen, z.B. eine radial verschobene Verbindung, die vor dem Liner-Einbau abgefräst werden muss. Ein Techniker, der an einer Alterungsmodellierung interessiert ist, freut sich wiederum darüber, wenn er mit sämtlichen Beobachtungen der KI – auch den sehr sensiblen – ungefiltert arbeiten kann, weil ihm dadurch die Beurteilung des Abnutzungsvorrats bzw. der Schadensentwicklung leichter fällt. Mit diesen verschiedenen Sensibilitätsniveaus möchten wir erreichen, dass der Ingenieur, der unsere Daten in die Hände bekommt, gerne damit arbeitet, je nachdem, welches Ziel er damit verfolgt.



Output der KI-Zustandskodierung von Pallon: Art, Position und Ausmaß (= Quantifizierung) der Schäden und weiterer Besonderheiten im Kanal | Foto: Pallon AG

ISAS: Gibt es denn bestimmte Schadensbilder, deren Erkennung der KI von Anfang an sehr leichtgefallen ist? Oder umgekehrt: Gibt es Schäden, bei denen die KI sich schwer tut und nach all den Jahren der Entwicklung „einfach immer noch nicht will“?

Koch: Da gibt es für beide Fälle schon ein paar Kandidaten. Relativ einfach hat die Erkennung von Anfang an bei Anschlüssen, verschobenen Verbindungen, Rissen, Ablagerungen und Inkrustationen funktioniert. Immer noch eine große Herausforderung sind Schäden wie die Exfiltration oder eindringendes Bodenmaterial, die zum Glück sehr selten vorkommen und daher auch in der Trainingsdatenbasis weniger repräsentiert sind. Wenn sie einmal vorhanden sind, dann sind sie selbst durch den Menschen schwierig zu identifizieren.

ISAS: *In Teil 2 dieser Fachartikelserie haben wir konkret einige Challenges für KI-Zustandskodierungssysteme aus unserer Sicht beschrieben, z.B. die oftmals unbekanntenen Eigenschaften der verwendeten (Dreh-Schwenkkopf-)Kamerasysteme oder die Unterscheidung von Zuständen innerhalb und außerhalb der Systemgrenzen. Habt ihr diese Punkte als Herausforderung empfunden?*

Koch: Ja, diese Themen waren bzw. sind allesamt anspruchsvoll für uns. Gerade bei Aufnahmen mit der Dreh-Schwenkkopfkamera spielen sehr viele unbekannte Parameter und individuelle Faktoren eine Rolle. Hier hilft es uns schon viel weiter, wenn uns Kamerahersteller die technischen Eigenschaften ihrer Kamerasysteme zur Verfügung stellen, oder wenn sich die TV-Inspektoren unseren Merkblättern anpassen, die die möglichst „KI-gerechte“ Kamerabedienung beschreiben. Tut sich die KI bei der Einordnung von Stellen schwer, die nicht adäquat abgeschwenkt wurden, gibt sie ohnehin einen Hinweis zur gezielten Nacharbeit durch einen Techniker aus. Wir haben viel Zeit in die Lösung dieser Probleme gesteckt und arbeiten weiterhin an der Optimierung. Wie wir diese Probleme angegangen sind und gelöst haben, werde ich hier natürlich nicht verraten.

ISAS: *Dennoch ist es schön, dass wir schon einige Einblicke in die Pallon-KI bekommen haben. Welche Zielgruppen möchtet ihr damit ansprechen?*

Koch: Unser System ist so gestaltet, dass es für alle Akteure auf dem Feld der Kanalstandhaltung – Kanalnetzbetreiber, Ingenieurbüros und TV-Inspektionsfirmen – nutzbar ist. Im Laufe der Zeit hat sich herauskristallisiert, dass Ingenieurbüros die Homogenität und Objektivität der KI-Zustandskodierung als Grundlage für alle weiteren Planungsschritte besonders wertschätzen. Dazu zählen die Zustandsbewertung, die Sanierungsplanung genauso wie die Alterungsmodellierung. Aber auch Netzbetreiber sehen einen Mehrwert darin, ihre Kanalstandhaltung durch den Einsatz von KI und Daten-basierten Algorithmen zu beschleunigen und sich dadurch mit der Einhaltung der gesetzlichen Überwachungsfristen leichter tun. Darüber hinaus zählen eine Vielzahl an TV-Inspektionsfirmen zu unserem Kundenstamm. Bei ihnen ist die manuelle Post-TV-Kodierung von 3D-Kugelbildscanneraufnahmen von Haltungen und Schächten sowie die allgemeine Qualitätssicherung der Zustandskodierung der Flaschenhals. Mit Pallon können sie dies überwinden und mit gleicher Mannschaft und Hardware mehr inspizieren.

ISAS: *Schneiden wir noch das Thema Datensicherheit an. Welchen Stellenwert hat es für euch?*

Koch: Das hat einen sehr hohen Stellenwert für uns. Da haben wir schon sehr viel Zeit investiert und durften bereits die Sicherheitsprüfungen einiger Stadtentwässerungen bewerkstelligen. Wir handhaben sämtliche Daten verschlüsselt, anonymisiert und gespiegelt, sichern also immer ein zweites Abbild, und greifen auf Rechenzentren in der Schweiz und in Belgien zurück. Unseren Sicherheitsstandard haben wir in unseren AGB und unserem Sicherheitsdatenblatt für jeden Interessenten transparent zusammengefasst.



Christian Koch (l.), Pallon, und Fragensteller Marco Deubler, ISAS, am Schachtdeckel-Tischchen in den Pallon-Räumlichkeiten | Foto: Pallon AG

ISAS: Was sind eure nächsten Entwicklungsschritte?

Koch: Unser oberstes Ziel ist, unser bereits bestehendes System für die Zustandskodierung immer weiter zu optimieren. Erst wenn wir uns dabei auf einem sehr guten Level sehen, gehen wir die nächsten Entwicklungsschritte an. Wir haben viele Ideen und werden diese zu gegebener Zeit mit unseren Kunden teilen. Zentral bleibt für uns nicht die Anwendung von Technologien, sondern das Kreieren von Mehrwert für die Kanalbranche.

ISAS: Spielt bei der weiteren Entwicklung die Pallon-Web-App insofern eine Rolle, dass sie über die Daten- und Videoansicht hinaus um eine Art GIS-Kartenanzeige erweitert wird?

Koch: Die direkte Implementierung einer GIS-Ansicht in unsere Web-App kommt derzeit nicht in Frage, da derartige Software bereits durch andere Anbieter sehr gut umgesetzt ist. Unser Fokus liegt deshalb darauf, die Schnittstelle zu diesen bestehenden Systemen optimal zu gestalten, sodass der Nutzer die Befahrungsvideos inklusive Pallon-Kodierung dann ganz bequem innerhalb seiner GIS-Oberfläche abrufen kann – Pallon ist keine Insellösung.

ISAS: Meinen Sie, dass Ihre KI zur Zustandskodierung einmal an den Punkt kommt, dass sie „ausgelernt“ hat und alle erdenklichen Schäden und Besonderheiten ohne die Nacharbeit des Menschen adäquat erfasst?

Koch: Wir und damit auch unser KI-System werden bestimmt noch einige Jahre dazulernen. Die KI wird sich kontinuierlich verbessern. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Fälle verringern wird, in denen sich die KI bei der Zustandserkennung unsicher ist und einen Rat beim Techniker einholt. Unser Ziel ist nicht der Ersatz des

Menschen, sondern dessen Ergänzung und Entlastung. In unserem Ansatz möchten wir das Beste aus den beiden Komponenten Mensch und Maschine verbinden.

ISAS: *Der Einsatz einer Software für KI-Zustandskodierung würde unter anderem für TV-Inspektoren einen neuen Workflow mit sich bringen, da diese dann bspw. nur mehr die Stamm-, nicht jedoch die Schadensdaten des inspizierten Objekts erfassen würden. Beobachten Sie jetzt schon Anpassungstendenzen in derartigen Berufsbildern?*

Koch: Wir sind der Auffassung, dass sich das Aufgabenprofil des „Kanalzustandserfassers“ ändern wird und er seinen Fokus nicht mehr auf die Beherrschung und Umsetzung von komplexen und sich stetig ändernden Regelwerken, sondern eher auf eine sehr gute Kameraführung, hohe Videoqualität und die korrekte Stammdatenerfassung richten wird.

Von offizieller Seite haben wir mitbekommen, dass die DWA einen eigenen Themenblock zum Umgang mit künstlicher Intelligenz in die Kurse für Kanalinspektoren integriert hat. Genauso haben wir bei diversen Stadtentwässerungen mitverfolgt, dass die angestellten TV-Inspektoren ihr wertvolles Know-how nun zusätzlich für andere Aufgaben der Kanalstandhaltung, z.B. für eine Sanierungsvorplanung, verwenden.

ISAS: *Ein weiteres Thema, das eine große Bedeutung für die Zukunft hat und mittlerweile auch im Diskurs unserer Branche immer öfter aufgegriffen wird, ist die Nachhaltigkeit. Welchen Beitrag kann Pallon dazu leisten?*

Koch: Laut einer Studie vom Kompetenzzentrum Wasser Berlin werden 15 % der betrachteten Kanäle zu früh erneuert. Dabei entsteht ein gewisser Treibhausgasausstoß, Energie- und Materialverbrauch, der zum jeweiligen Zeitpunkt gar nicht nötig wäre. Genauso hat die Studie gezeigt, dass 20 % der Kanäle zu spät saniert werden, was bedeutet, dass Abwasser über ggf. vorhandene Undichtigkeiten über einen bestimmten Zeitraum fatalerweise ins Grundwasser und das umgebende Ökosystem exfiltrieren kann.

Unser Beitrag besteht darin, so gute Daten wie möglich zu liefern, damit darauf basierend Instandhaltungsentscheidungen zum optimalen Zeitpunkt getroffen und die geschilderten, nachteiligen Umwelteffekte minimiert werden können.

ISAS: *Zum Abschluss würden wir gerne wissen, welche Entwicklungen Sie in der Abwasserbranche in den kommenden Jahren als besonders relevant sehen?*

Koch: Wir nehmen gerade einen gewaltigen Umbruch wahr, der bestimmt noch einige Jahre dauern wird. Das erste Feld, das viele neue Impulse erwartet, sind die Erfassungsmethoden und Sensortechnologien, durch die künftig verschiedenartige Daten auf schnellem und günstigem Wege erfasst werden können. Zweitens werden Entscheidungen im Rahmen der Kanalstandhaltung nicht mehr nur auf technischen Erfahrungen, sondern zunehmend auf einer sicheren Datengrundlage beruhen, was eine große Effizienzsteigerung bewirken kann. Und drittens wird der Aspekt der Nachhaltigkeit insofern zentral werden, dass wir die durch die Kanalstandhaltung erreichten, ökologischen Einsparungen quantifizieren und diskutieren werden. Spannend wird es allemal!

Wir graben für Sie nach Neuigkeiten. Die Ergebnisse gibt es bei uns im Newsletter.

ISAS: *Das denken wir auch. Vielen Dank für das interessante Interview!*

Autor: Marco Deubler, Leiter KI-Implementierung, ISAS GmbH

Steckbrief Pallon AG, Zürich

Betrachtete Objekttypen	Haltungen, Anschlussleitungen, Schächte
Entwicklung	Seit 2018 innerhalb der ETH Zürich, seit 2019 eigenständig
Zielgruppe	V.a. Ingenieurbüros (als Grundlage für Zustandsbewertung, Sanierungsplanung, Alterungsmodellierung), zudem Kanalnetzbetreiber, TV-Inspektionsfirmen
Workflow	TV-Inspektionsdaten (Austauschdatei + Videos) werden nach TV idealerweise ohne Zustandskodierung in die Pallon-Web-App hochgeladen und können nach einer gewissen Analysedauer mit vollständiger Kodierung von dort aus wieder heruntergeladen werden.
Benutzeroberfläche	Web-App mit Rubriken für Daten-Upload, -Download und Ansicht der Objekteigenschaften bzw. Videos; die Web-App ist über einen herkömmlichen Browser abrufbar bzw. in bestehender (GIS-) Software eingebettet.
Verfügbarkeit des Servers	Permanent – Voraussetzung ist Internet-Zugang zum Öffnen der Web-App
Datensicherheit	ISO-zertifizierte Rechenzentren in der Schweiz und Belgien, Redundanz u.a. über Datenspiegelung, BSI-konforme Verschlüsselung des Datenaustauschs
Kompatible Kamerasysteme	3D-Kugelbildscanner für Haltungen und Schächte, Dreh-Schwenkkopf-Kamera, Satellitenkamera, Schiebekamera, Drohne
Unterstützte Rohrtypen	Sämtliche Profile (Kreis, Ei, Rechteck etc.) und Rohrmaterialien im Dimensionsbereich 60 bis 3.000 mm
Kompatible Erfassungs- und Austauschformate	DIN EN 13508-2:2003 bzw. 2011 i.V.m. DWA-M 149-2 bzw. BFR Abwasser → XML-Austauschformat nach DWA-M 150 bzw. BFR Abwasser VSA-KEK (v. a. Schweiz) WRc MSCC (v. a. UK) NASSCO PACP (v. a. USA)