

Abb. 1: Prozentuale Verteilung der Zustandsansprachen (beispielhafte Kanaldatenbank einer Stadt mehr als 600.000 Einwohnern)

Software-Entwicklung ArtIST von IBAK

Künstliche Intelligenz entlastet Inspekteur

Die IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG arbeitet an einer Software, die den Inspekteur bei der Erfassung von Inspektionsdaten entlastet. Das große Potenzial ergibt sich aus der künstlichen Intelligenz (KI) bzw. „Artificial Intelligence“ (AI) der Software, die eine automatische Zustandserkennung von Standardvorkommnissen ermöglichen soll. IBAK verzeichnet bereits beachtenswerte Fortschritte bei der Entwicklung des aufwendigen KI-Projektes.

Von Manfred Weber, Technischer Leiter bei IBAK

1. Arten von künstlicher Intelligenz

KI-Systeme können in schwache oder starke KI klassifiziert werden. Schwache KI („weak“ oder „narrow“ AI) ist ein KI-System, das für eine bestimmte Aufgabe entwickelt und trainiert wird. Virtuelle persönliche Assistenten, wie Siri von Apple, sind Anwendungen der schwachen KI. Auch IBAK arbeitet mit dieser

Form von KI-Systemen. Bei der Software-Entwicklung namens ArtIST (Artificial Intelligence Software Tool) geht es nicht um weit entfernte Zukunftsfantasien, sondern um einen konkreten KI-Anwendungsfall für die Kanalrohrbranche. „Der Kern der Künstlichen Intelligenz besteht darin, selbständig große Datenmengen zu verarbeiten, darin eigenständig Muster zu erkennen und auf deren Grundlage autonom

Entscheidungen und / oder Vorhersagen zu treffen.“¹ Mit Blick auf die Kanalrohrbranche ist die Zustandserkennung von Standardvorkommnissen im Kanalrohr eine konkrete wiederkehrende Tätigkeit.

2. Der Bedarf in der Kanalrohrbranche

Allein die öffentliche Kanallänge wird auf über 594.000 km geschätzt². Die öffentlichen Leitungsnetze stellen zudem in der Regel das größte Anlagevermögen einer Kommune dar. Der Aufwand, diese unterirdischen Werte regelmäßig zu inspizieren, ist hoch und qualifiziertes Personal knapp. Der Bedarf in der Branche ist folglich vorhanden, dieser Herausforderung mit Hilfe eines selbstlernenden Systems zu begegnen.

Ziel der IBAK-Software-Entwicklung ArtIST ist es, den Kanalrohrinspekteur bei der Inspektionsdatenerfassung zu entlasten, indem Standardvorkommnisse im Kanalrohr automatisch erkannt werden. Durch die Unterstützung bei Routine-Auswertungen kann der Inspekteur Schadensanalysen zielgerichteter durchführen. Für seine umfangreiche Arbeit wird eine enorme Zeitersparnis bei sehr hoher Ergebnisqualität erwartet.

3. Die Daten beeinflussen die Qualität

Um KI-gestützte Anwendungen entwickeln zu können, werden Daten für das Testen und Trainieren der Algorithmen benötigt.³ Seit mehr als 15 Jahren werden mit dem IBAK-Kamerasystem Panorama Kanalrohrinspektionsdaten erhoben. Für die KI-Software liefert diese 360°-Kamera-Technologie optimale Bilddaten, weil damit eine 100% vollständige Erfassung der Rohrrinnenansicht vorliegt. Die hoch-effiziente Scanner-Technologie stellt folglich lückenlose Basisdaten sicher, denn ein Übersehen im Sinne von „Nicht-Aufzeichnen“ relevanter Rohrabschnitte ist ausgeschlossen. Ein Teil der seit 2002 zahlreich ausgewerteten Panorama-Daten wurde und wird weiterhin als Lernstoff für die „Ausbildung“ der KI-Software verwendet.

Bedeutender als die Quantität an Daten sind die Qualität und vor allem der adäquate Kon-

1 Kreutzer, R. T./ Sirrenberg, M. (2019): Künstliche Intelligenz verstehen: Grundlagen - Use-Cases - unternehmenseigene KI-Journey., Springer Gabler, S. 9

2 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152743/umfrage/laenge-des-kanalnetzes-in-deutschland-im-jahr-2007/>

3 Simon, W. (2019): Künstliche Intelligenz. Was man wissen muss. Was kann sie? Wie funktioniert sie? Was sind die Folgen?, BoD, Norderstedt, S. 67

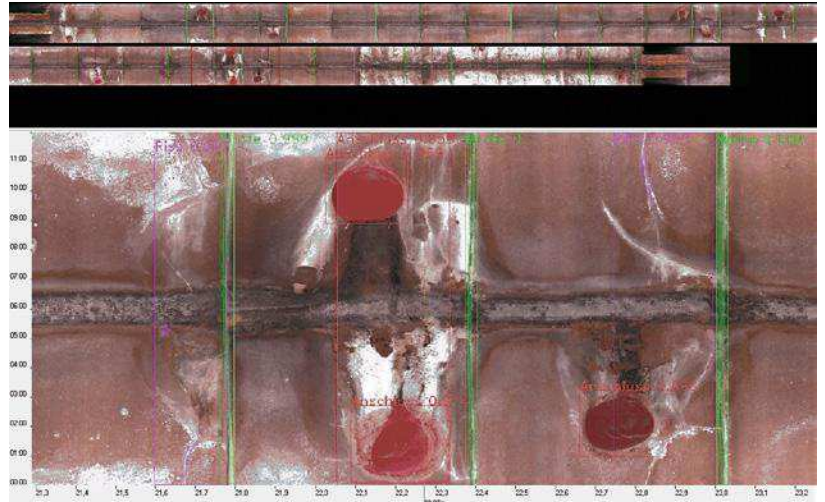


Abb. 2: Links: Durch Maskierungen (lila dargestellt) visualisierte Anschlüsse, die das Softwaretool ArtIST in einem für das KI-System unbekanntem Film als solche mit Hauptkode und Charakterisierung erkannt hat. Rechts: Maskierungen auf der Panorama-Abwicklung für den schnellen Überblick über die gesamte Untersuchung.

text der Daten.⁴ Um die Bilddaten „wertvoll“ zu machen, müssen sie mit weiteren Informationen angereichert werden. Es sind Bewertungen und Entscheidungen notwendig, die mittels maschinellen Lernens in einer Menge von Daten als Muster oder Gesetzmäßigkeiten erkannt werden können. Die Qualität der KI-Software hängt entscheidend davon ab, welche Daten dem KI-System zugeführt werden. Werden ihm mangelhafte oder inkonsistente Informationen geliefert, wird es lernen, mangelhafte Einschätzungen vorzunehmen.

4. Das überwachte Lernen

Als Pionier und Begründer der Kanalrohrinspektionsbranche ist bei IBAK das Know-how vorhanden, um die Qualität der Daten in der entscheidenden Entwicklungsstufe des „überwachten Lernens“ sicherzustellen. Die IBAK-KI-Entwickler werden gezielt im Thema Kanalrohrinspektion geschult und nehmen regelmäßig an Fortbildungen und internationalen Fachkonferenzen teil. Auf Basis IBAKs mehrere Jahrzehnte umfassenden Erfahrungen in der Kanalrohrinspektion und spezifischer Schulungen des IT-Fachpersonals werden die eingehenden Daten geprüft. Darüber hinaus werden die Daten in Gegenproben extern verifiziert. Damit wird die Qualität der Daten stets von Fachleuten beurteilt, die diese nicht erhoben haben. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die angestrebte hohe Ergebnisqualität der IBAK-ArtIST-Software nachhaltig und objektiv erreicht werden kann.

Bei IBAK ist ein 6-köpfiges Entwicklerteam mit dem KI-Projekt beschäftigt. Verstärkt wird das KI-Team durch 9 weitere Mitarbeiter, die die Annotierungen – die Zuordnung von Informationen zu einem Bild – vornehmen. Auf diese Tätigkeit entfallen etwa 80 Prozent der Zeit an einem KI-Projekt.⁵ Für ArtIST dienen zunächst ausgewertete Panorama-Aufnahmen als Beispielbilder. Diese sind durch die dazugehörigen Schadenskürzel gemäß der europäischen Norm DIN EN 13508-2 kategorisiert⁶. Diese Norm umfasst ein Kodiersystem für die Beschreibung der Beobachtungen, die im Inneren von Abwasserleitungen und Kanälen bei der optischen Inspektion auftreten können. Anhand von definierten Zeichen werden die unterschiedlichen Schadensarten beschrieben und mit den Beispielbildern als richtige Antworten vorgegeben. Auf diese Weise lernt das Programm, wie Anschlüsse, Risse,

Wurzeleinwüchse und weitere Schadensbilder aussehen. Wird der KI-Software dann ein neuer Inspektionsfilm vorgelegt, kann sie diesen nach dem gelernten Muster analysieren.

5. Großer Mehrwert mit Fokus auf das Wesentliche

Für die KI-Entwicklung wurden von IBAK bisher mehrere hundert Kilometer Leitungsnetz analysiert und aufbereitet. Intensiv trainiert wurden dabei unter anderem Anschlüsse, Muffen (verschobene Verbindungen) und Risse. Damit hat sich IBAK als erstes auf Zustandsansprachen konzentriert, die einem Inspekteur am häufigsten bei der Erfassung von Inspektionsdaten begegnen. Eine automatische Erfassung der genannten Zustandsansprachen trägt erheblich zu seiner Entlastung bei, wie nachfolgend aufgezeigt wird.

In einer DWA-Umfrage wurde ein repräsen-

5 Simon, W. (2019): Künstliche Intelligenz. Was man wissen muss. Was kann sie? Wie funktioniert sie? Was sind die Folgen?, BoD, Norderstedt, S. 60

6 Anmerkung der Redaktion: „Kategorisiert“ ist hier im Kontext der Datenverarbeitung eingesetzt. Die Begriffe „Bewertung“ und „Klassifizierung“ werden im Sprachgebrauch der Kanalrohrbranche für die Beurteilung der Ergebnisse aus der optischen Inspektion hinsichtlich eines Handlungsbedarfs verwendet, die in der Regel eine Bauingenieursleistung ist.

4 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi (2019): Technologieszenario „Künstliche Intelligenz in der Industrie 4.0“, S. 22



Von der IHK zu Dortmund

ö.b.u.v. Sachverständiger

für die Prüfung und Sanierung von Kanalisationen inkl. der zugehörigen Technik

& AwSV (VAwS)-Sachverständiger

Aus einer Hand
Rohr- und Kanaltechnik / Anlagensicherheit

in den Phasen

- der Planung, des Baus, des Betriebs
- der Stilllegung, bei Differenzen zwischen Auftraggeber(n) und Auftragnehmer(n)
- vor Gericht, öffentlich und privat

- ✓ prüfen
- ✓ beraten
- ✓ schlichten
- ✓ begutachten

s.helmken@zrkt.de oder **0172/6042182**

tatives Bild des Zustands der Kanalisation in Deutschland ermittelt.⁷ Danach treten die Schäden „einragender oder schadhafter Anschluss“ mit 21% in der Schadensverteilung in Abwasserleitungen und -kanälen am häufigsten auf. Selbst wenn damit lediglich die Schadenerfassung betrachtet wird, zeigt sich bereits, dass die Anschlüsse den größten Anteil der Vorkommnisse darstellen. Der Erfassungsaufwand eines Inspektors geht darüber hinaus. Die in der DWA-Umfrage nicht enthaltenen schadensfreien Anschlüsse sind bei der Inspektion mit zu erfassen und werden von IBAKs ArtIST-Softwaretool erkannt und dokumentiert.

Um anteilig den größten Aufwand eines Inspektors zu ermitteln, müssen neben den Schadenscodes die Stammdaten- und Steuer-codes, wie Rohranschlusspunkte und schadensfreie Anschlüsse, mit in die Betrachtung einbezogen werden. Beispielhaft sei dazu die prozentuale Verteilung der Zustandsansprachen in der Kanaldatenbank einer Stadt mit mehr als 600.000 Einwohnern angeführt (vgl. Abb. 1). Demnach stellt alleine der Hauptcode BCA (Anschluss) 52 % aller Zustandsansprachen dar. Ergänzt um die den Anschluss betreffenden Hauptcodes BAG (einragender Anschluss) und BAH (schadhafter Anschluss) machen Anschlüsse 58 % (hellblau darge-

stellt) des Erfassungsaufwandes eines Inspektors aus.

Allein durch das automatische Erkennen von Anschlüssen hilft die KI-Entwicklung von IBAK dem Inspekteur bereits bei über der Hälfte seiner zu tätigen Angaben. Die in der KI-Entwicklung automatisch erkannten Anschlüsse (BCA) werden dabei vollständig kodiert nach DIN EN13508 mit Hauptcode und Charakterisierung ausgegeben. Die automatisch erkannten Muffen (BA) werden bei Charakterisierung B und C mit vollständigem Kürzel, Position (Uhrzeit) und Quantifizierung angezeigt.

Nimmt man die darüber hinaus von IBAK bereits betrachteten Schadenscodes, Stammdaten- und Steuer-codes dazu, werden im Training der KI-Software etwa 80 % des Erfassungsaufwandes eines Inspektors jetzt schon behandelt.⁸

Bei den trainierten Zustandsansprachen verzeichnet IBAK hohe Erfolgsquoten. Sowohl die Erkennungsraten als auch die Quote der korrekt zugeordneten Zustandskodierungen sind stark steigend. Damit zeichnet sich bereits beim jetzigen Entwicklungsstand des Softwaretools ArtIST ein erheblicher Mehrwert für die Arbeit des Inspektors ab. Täglich lernt das System durch neue Daten hinzu. Es bedarf weiterer Trainings, um komplexe Schadensbilder zu unterscheiden und selten vorkommende Schadensbilder einzubeziehen.

6. Der Workflow

Das IBAK-Entwicklungsteam arbeitet auch daran, die informationstechnische Unterstützung in die Arbeitsabläufe des Inspektors einzubinden. Der avisierte Ablauf sieht vor, dass zunächst die optischen Daten wie gewohnt mittels Panoramo-Scan erfasst werden. Dieser Film soll anschließend über die Kanalanalyse-Software IKAS evolution in die ArtIST-Cloud geladen werden. Diese IT-Infrastruktur soll über das Internet verfügbar gemacht werden. Dort soll ausreichend Speicherplatz und die erforderliche Rechenleistung sowie das ArtIST-Softwaretool zur Verfügung gestellt werden, das als Dienstleistung eine Inspektionsberichtsvorlage erstellt. Diese Berichtsvorlage gemäß Zustandskodierung DWA M-149-2⁹ soll dann aus der ArtIST-

Cloud in das IKAS evolution zurückgegeben werden. Der Inspekteur findet diese in Form der Stationsliste wieder, die daraufhin mit Zuständen ausgefüllt ist. Nun kann der Inspekteur die gelisteten Zustände prüfen und ggf. vervollständigen.

7. Ausblick

Die Ausführungen haben gezeigt, dass eine automatische Erfassung der häufigsten Zustandsansprachen bereits erheblich zur Entlastung des Inspektors beitragen kann. IBAK hat sich bei der KI-Entwicklung zunächst auf diese konzentriert: Das bisherige Training deckt etwa 80% der Eingaben ab, die ein Inspekteur im städtischen Bereich regelmäßig für die Erfassung von Standardvorkommnissen vornimmt. Ziel ist dabei, sich nicht auf den Hauptcode zu beschränken, sondern die Zustandsansprachen vollständig mit den dazugehörigen Charakterisierungen und Quantifizierungen anzugeben.

Selbst wenn der Inspekteur in einem ersten Schritt die häufigsten Angaben nicht mehr selbst vornehmen, sondern diese nur noch fachlich kontrollieren muss, ergibt sich bereits ein Mehrwert durch die erzielte Effizienzsteigerung. Mit dem jetzigen Entwicklungsstand startet IBAK die ersten Praxistests und Piloteinsätze. Zugleich wird die „überwachte Lernphase“ fortgeführt, um die Erfolgsquoten zu sichern und weitere komplexe Schadensbilder einzubeziehen. Schließlich sollen selten vorkommende Schadensbilder trainiert werden.

IBAK hat seit Beginn der KI-Entwicklung diverse Anwendungsfälle im Blick, die zukünftig bei der Kanalrohrinspektion dienlich sein können. Um dafür bereits jetzt die Basis zu schaffen, arbeitet IBAK mit einem flexiblen KI-Modell, das sorgfältig und präzise trainiert wird. Alle zukünftigen Anwendungsfälle bauen auf dem jeweils erreichten Entwicklungsstand auf. Das KI-System lernt nur noch das, was es noch nicht kann. So nützen die Erfahrungen mit den Panoramo-Daten-Training auch, wenn IBAK das KI-System zukünftig um MPEG-Daten erweitert. Für die Ausweitung des KI-Systems auf die Auswertung von Videodaten, die mit einer Schwenkkopf-kamera erzeugt wurden, werden bereits Vorbereitungen getroffen, um eine effiziente Weiterentwicklung vorantreiben zu können.

Der Vorreiter der Kanalrohrbranche hat damit alle Voraussetzungen geschaffen, die innovative Schlüsseltechnologie für die Branche nutzbar zu machen. ■

7 Vgl. C. Berger, C. Falk, F. Hetzel, J. Pinnekamp, S. Roder, J. Ruppelt: „Zustand der Kanalisation in Deutschland - Ergebnisse der DWA-Umfrage“ 2015 Korrespondenz Abwasser, Abfall 2016 (63) Nr. 6

8 86,13% ergibt sich als Summe aus den Anteilen Anschlüsse (BCA, BAG, BAH): 57,66%; Risse (BAB): 8,88%; Muffen (BA, verschobene Verbindungen): 1,52%; Rohranschlusspunkte (BCD, BCE): 18,13%

9 Die Zustandskodierung kann den Projektvorgaben entsprechend variiert werden.



Alle Ausschreibungen auf einer Website.

So muss das sein!

BI MEDIEN

BI ausschreibungsdienste

www.bi-medien.de/ausschreibungsdienste