

Intelligentes Kanalmanagement

Wie KI-basierte Methoden Inspektionsdaten strategisch nutzbar machen

”

Das neue ISAM-Tool von IBAK enthält einige wertvolle Arbeitshilfen, die die Zustandsbeurteilung und Altersprognose von Kanälen unterstützt.

Michael Figge, Geschäftsführer EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH.



Historisch gewachsene, uneinheitliche Inspektionsdaten erschweren eine verlässliche Zustandsbewertung kommunaler Kanalnetze. Mit dem IBAK Sewer Asset Management“, kurz ISAM, entwickelt IBAK eine auf Künstliche Intelligenz (KI) gestützte Toolbox, die Daten validiert, Substanz bewertet, Alterungsprozesse prognostiziert und strategische Sanierungsentscheidungen ermöglicht. Der Beitrag zeigt auf, wie moderne Daten- und KI-Verfahren den Weg zu einem nachhaltigen und wirtschaftlichen Infrastrukturmanagement ebnen.

1. Uneinheitliche Daten, wachsende Herausforderungen

Die Kanalwirtschaft steht zunehmend vor der Aufgabe, große Mengen historisch gewachsener Inspektionsdaten sinnvoll nutzbar zu machen. Über Jahrzehnte wurden Kanalnetze mit unterschiedlichen Systemen, Normen und Kodierungen erfasst –

oft uneinheitlich und schwer vergleichbar. Dadurch fehlt vielen Netzbetreibern eine verlässliche Grundlage, um den tatsächlichen Zustand ihrer Haltungen einzuschätzen und Entwicklungen über das gesamte Netz hinweg abzuleiten.

Hinzu kommt, dass bestehende Haltungsdaten in vielen Fällen unvollständig, fehlerhaft oder nicht plausibilisiert sind. Eine systematische Überprüfung dieser Daten ist bislang nur mit hohem manuellem Aufwand möglich. Gleichzeitig steigt der Bedarf an belastbaren, langfristigen Prognosen: Wie entwickelt sich das Netz? Wo verschlechtert sich der Zustand am stärksten? Wo droht der größte Werteverfall? Und wie wirkt sich das auf zukünftige Kosten der Infrastruktur aus?

Diese fehlende Datendurchgängigkeit erschwert sowohl zielgerichtete Instandhaltungsstrategien als auch eine be-

darfsgerechte Inspektionsplanung. Ohne verlässliche Zustandseinschätzung und Prognosemodelle bleiben Investitionsentscheidungen unsicher – ein zunehmendes Problem angesichts begrenzter Budgets, steigender Anforderungen und älter werdender Netze.

2. Die ISAM-Prozesskette – wie aus Inspektionsdaten strategische Entscheidungen entstehen

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, entwickelt IBAK eine webbasierte, KI-gestützte Toolbox: das „IBAK Sewer Asset Management“ (ISAM). Das System wird ein vorausschauendes, datenbasiertes und assistiertes Management von Kanalsystemen ermöglichen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Substanzermittlung, Wiederbeschaffungskosten und Netzalterungsprognose des Kanalnetzes sowie die Instandhaltungsplanung und die strategische Netzplanung.

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz im Sewer Asset Management erfordert höchste Sorgfalt im Hinblick auf Transparenz, Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit. Deshalb finden die Entwicklungen bei IBAK unter hohen Qualitätsmanagement-Aspekten statt, unter anderem wird die KI-Verordnung eingehalten. ISAM folgt einer klar strukturierten, aufeinander abgestimmten Prozesslogik, die aus Kanalinspektionsdaten ein strategisch nutzbare Steuerungsinstrument formen wird. Die Prozesskette bildet den roten Faden vom Rohdatensatz bis zur vorausschauenden Netzbewirtschaftung – und veranschaulicht, wie aus Daten belastbare Entscheidungsgrundlagen werden. Die Prozesskette wird nachfolgend kurz beschrieben.

2.1. Inspektionsdaten als Ausgangspunkt

Am Anfang stehen die vorhandenen Inspektionsdaten – oft über Jahrzehnte gesammelt und entsprechend heterogen. Unterschiedliche Kodierungssysteme (Normgenerationen), Schnittstellen und Erfassungsqualitäten prägen dieses Fundament. ISAM übernimmt diese Daten als Ausgangsbasis.

2.2. Stammdatenprüfung

Bevor eine Bewertung möglich ist, analysiert ISAM die hinterlegten Stammdaten wie z.B. Materialtyp, Rohrdimension, Baujahr oder Haltungslänge. Das System prüft diese Angaben automatisiert auf Plausibilität und identifiziert Auffälligkeiten, Inkonsistenzen und Lücken.

2.3. Datenkorrekturvorschläge

Stellt ISAM bei der Prüfung der Haltungs- oder Inspektionsdaten Unstimmigkeiten fest, ist ein integriertes Datenkorrektursystem vorgesehen. Dieses befindet sich derzeit in der Entwicklung. Ziel ist es, einen konsistenten und belastbaren Datenbestand zu schaffen. So wird das System künftig Methoden der Datenanalyse (statistisch und logisch), KI-gestützte Mustererkennung, automatisierte Texterkennung sowie Informationen aus 3D-Modellen nutzen. Die Überarbeitung des Datenbestandes wird somit ohne den bisher notwendigen hohen manuellen Aufwand – sozusagen „per Mausklick“ – generiert.

2.4. Substanzberechnung und Wiederbeschaffungskosten

ISAM ermittelt die Substanzwerte nach etablierten Verfahren, wie aus dem Projekt SUBKANS^[1], und berechnet parallel dazu die Wiederbeschaffungskosten der einzelnen Haltungen. So entsteht ein Gesamtbild aus technischem und wirtschaftlichem Zustand – eine doppelte Perspektive, die in der Netzbewirtschaftung zunehmend unverzichtbar wird.

2.5. Prognosen zur Substanz- und Wertentwicklung

Auf dieser Grundlage erstellt ISAM haltungsscharfe, straßenweise sowie netzweite Prognosen: Wie entwickelt sich die Substanz des Netzes? Wo droht ein Wertverfall? Welcher Abschnitt wird in fünf oder zehn Jahren kritisch? Diese Zukunftsperspektive macht stärker sichtbar, wie sich das Netz unter natürlichen Alterungsprozessen weiterentwickelt.

2.6. Vorausschauende Instandhaltungs- und Inspektionsplanung

Die letzte Stufe der Prozesskette führt die Informationen in die Praxis über. Die Prognosen ermöglichen konkrete Vorschläge zur Instandhaltungs- und Inspektionsplanung: Maßnahmen können zukünftig priorisiert, Intervalle bedarfsgerecht angepasst und Budgets langfristig gesichert werden. Ergänzend identifiziert ISAM potenzielle Hotspots, also Abschnitte mit besonderem Handlungsbedarf.

3. Aufarbeitung der Inspektionsfilme

Die im Rahmen von Kanalinspektionen aufgezeichneten Videodaten stellen eine zentrale Informationsquelle für ISAM dar. Um deren Informationsgehalt in höchster Qualitätsstufe verfügbar zu machen, wurde eine neue Methode zur 3D-Rekonstruktion des Leitungsinnen entwickelt, die in diesem Beitrag zum ersten Mal vorgestellt wird.

Mithilfe von Verfahren aus dem „Visual Computing“ sowie KI-gestützter Bildanalyse werden die Inspektionsfilme systematisch aufbereitet. Aus den Videosequenzen entstehen hochauflösende visuelle Abwicklungen (isometrische Scans) sowie eine dreidimensionale Rekonstruktion der Rohrrinnenfläche in Form eines Oberflächenmodells („Mesh“). Diese 3D-Modelle ermöglichen eine präzisere Erfassung geometrischer Eigenschaften und liefern belastbare Informationen unter anderem zu Profilform, Rohrdimension sowie strukturellen Merkmalen wie Deformationen oder Bruchstellen.

Eine besondere Herausforderung bei der Erstellung aussagekräftiger Abwicklungen liegt in der häufig ungleichmäßigen Ausleuchtung der Aufnahmen in der Praxis. Darüber hinaus stellen Abweichungen von der idealisierten Rohrgeometrie eine Hürde dar. Beides kann zu Verzerrungen, Doppelabbildungen oder irreführenden Helligkeitsverläufen führen.

Im Vergleich zur gängigen Praxis lassen sich durch die Kombination aus 3D-Rekonstruktion und photogrammetrischer Ausleuchtungskorrektur diese Effekte gezielt beheben (vgl. Abbildung 1).



3D-Rekonstruktion erleben: Unter diesem Link haben Sie die Möglichkeit, die Haltung aus Steinzeug in der Rohrdimension DN 300 als Mesh in einer kurzen Video-Animation zu betrachten.
[Hier klicken oder QR-Code scannen.](#)



Abbildung 1:

Ausschnitt aus einer Abwicklung mit 3D-Rekonstruktion und photogrammetrischer Ausleuchtungskorrektur.

Im Unterschied zu rein heuristischen Aufhellungsverfahren werden dabei ausschließlich aufnahmebedingte Helligkeitsschwankungen korrigiert, während reale materialbedingte Farbunterschiede erhalten bleiben.

Die so erzeugten, geometrisch konsistenten und photogrammetrisch korrigierten Abwicklungen bilden die Basis für die weiterführende Nutzung der Inspektionsfilme innerhalb von ISAM.

Schlüsselkomponente Datenkorrektursystem

Das Datenkorrektursystem ist eine zentrale Schlüsselkomponente innerhalb der ISAM-Prozesskette. Es nutzt die importierten Inspektionsdaten ebenso wie die neu gewonnenen Informationen aus den 3D-rekonstruierten und aufbereiteten Inspektionsfilmen, um fundierte Vorschläge für fehlende oder widersprüchliche Stammdaten zu erzeugen.



Abbildung 2:

ISAM-Autokorrektursystem: Datenprüfung, 3D-Rekonstruktion und KI-basierte Methoden sowie regelbasierte Ergänzungen zur Ableitung konsistenter Stammdaten.

Eine KI-gestützte Bildanalyse identifiziert im Videomaterial beispielsweise das tatsächliche Haltungsmaterial. Die 3D-Rekonstruktion liefert ergänzend belastbare Informationen unter anderem zu Profilform und Rohrdimension. Sofern im Film vorhanden, liest eine KI-basierte Texterkennung automatisch eingeblendete Angaben aus und nutzt sie zur Plausibilisierung der bestehenden Datensätze.

Ergänzt werden diese Verfahren durch regelbasierte und stochastische Methoden, die technische Zusammenhänge und statistische Muster auswerten. Auf dieser Basis entstehen konsistente Ergänzungsvorschläge, etwa zu Baujahr, Material, Dimension oder Profiltyp.

Durch die Kombination aller Verfahren entsteht ein präziser und belastbarer Datenvorschlag, der Datenbestände systematisch bereinigt, ergänzt und für die nachgelagerten Bewertungs- und Prognoseprozesse in ISAM nutzbar macht.

4. ISAM-Prognosemodell zur Vorhersage des Substanzverlusts

4.1. Repräsentativer Datensatz

Das Prognosemodell von ISAM stützt sich auf einen umfassenden historischen Datensatz: Aus einer Vielzahl von Kommunen, deutschlandweit verteilt, liegen jeweils mindestens zwei zeitlich aufeinanderfolgende Inspektionen pro Haltung vor. Diese zeitliche Abfolge ermöglicht es, die tatsächlichen Veränderungen in der Substanz einzelner Haltungen nachzuvollziehen. Daraus erkennt das Modell typische Muster des Substanzverlusts – abhängig von Faktoren wie Baujahr, Material oder Rohrdimension.

Da die betrachteten Haltungen über das gesamte Bundesgebiet verteilt sind, bildet sich daraus zunächst ein generalisiertes Modell, das die üblichen Degradationsverläufe deutscher Kanalnetze widerspiegelt. Um sicherzustellen, dass dieser Datensatz tatsächlich repräsentativ ist, wurde er mit den Ergebnissen der DWA-Umfrage 2020 abgeglichen. Die wesentlichen Netzkennwerte zeigen keine relevanten Abweichungen, sodass der Datensatz als verlässlicher Querschnitt deutscher Kanalinfrastrukturen gelten kann.

Das daraus abgeleitete Grundmodell ist jedoch nicht starr. Es dient zugleich als Ausgangspunkt für ein „Finetuning“, mit dem Kommunen ihre spezifischen Rahmenbedingungen – etwa besondere Belastungssituationen oder regionale Netzstrukturen – einfließen lassen können. Dadurch lässt sich die Prognosequalität gezielt verbessern und an lokale Gegebenheiten anpassen.

4.2. Validierung des Modells

Zur Überprüfung der Modellgüte wurde das Modell mit bekannten Substanzwerten von deutschlandweit zufällig ausgewählten Haltungen zu einem früheren Zeitpunkt (t_1) gestartet. Anschließend prognostizierte das Modell deren Substanzentwicklung zu einem späteren Zeitpunkt (t_2). Der anschlie-

ßende Vergleich von Prognose und die zum Zeitpunkt (t_2) tatsächlich vorliegende Substanz zeigt eine hohe Übereinstimmung ($R^2 = 0,89$).

Ein solcher Wert belegt, dass das Modell den realen, kontinuierlichen Substanzverlust von Haltungen sehr zuverlässig nachbildet – und klassische Verfahren deutlich übertrifft.^[2] Gleichzeitig bietet das Modell eine solide Grundlage, um regionale Besonderheiten einzubeziehen und die Prognosegenauigkeit vor Ort weiter zu steigern.

4.3. Technische und wirtschaftliche Betrachtung

Für Anwendende stehen die Alterungsprozesse nicht nur technisch (Abnutzungsgrad), sondern auch ökonomisch als Wertverlust (in €) zu Verfügung. Aus Letzterem wird nachvollziehbar, welchen finanziellen Verlust eine Haltung im Zeitverlauf aufgrund des Substanzverlusts erleidet, wenn keine Erhaltungsmaßnahmen erfolgen. Damit wird der Substanzverlust in einen konkreten Geldwert übersetzt. Dieser Ansatz macht auch deutlich, welche wirtschaftlichen Folgen verzögerte Instandhaltungen haben und in welchen Bereichen strategisches Handeln besonders dringlich ist. Die Kombination aus technischer Substanzprognose und monetärer Wertentwicklung ermöglicht damit eine präzise Priorisierung von Maßnahmen und unterstützt eine vorausschauende Netzbewirtschaftung, die sowohl technische als auch wirtschaftliche Risiken im Blick behält.

5. Nutzen für Strategie, Planung und Netzbewirtschaftung

Für Anwendende eröffnet ISAM neue Handlungsspielräume in der strategischen Sanierungs- und Instandhaltungsplanung. Beispielsweise können durch die zuverlässigen Prognosen langfristig orientierte, nachhaltige Erhaltungsstrategien entwickelt werden. Gleichzeitig steigt die Planungsgenauigkeit in Bezug auf Prioritäten, Eingriffszeitpunkte und die Identifikation kritischer Abschnitte

im Netz. Hotspots lassen sich frühzeitig erkennen, sodass gezielt und effizient gehandelt werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil liegt in der Möglichkeit einer vorausschauenden Budget- und Ressourcenplanung. Anstatt reaktiv im Sinne einer „Feuerwehrstrategie“ zu agieren, können verfügbare Mittel strategisch und wirkungsorientiert eingesetzt werden.

Frank Werner Grauvogel, Abteilungsleiter Stadtentwässerung Planung und Bau Stellv. Teilbetriebsleitung der Technischen Betriebe Solingen, schildert: „Neben dem Klimawandel und dem Fachkräftemangel zählt die Digitalisierung zu den großen Herausforderungen der Stadtentwässerungen. Den Kanalnetzbetreibern stehen seit je her umfangreiche Netzdaten aber auch Tools zur Auswertung und Steuerung zur Verfügung. Neben der klassischen Schadensbewertungen fokussiert sich die Fachbranche immer stärker auf die Substanz des Kanalnetzes insbesondere vor dem Hintergrund der erheblichen zukünftigen Investitionen die längst nicht nur im Entwässerungsbereich liegen. Mit dem erheblichen Datenschatz durch die jahrzehntelange Dokumentation mit der IBAK Hard- und Software aus den Eigenkontrollverordnungen stehen den Technischen Betrieben in Solingen viele Grundlagen zur Verfügung. Das Projekt ISAM hebt dieses Potential und stellt den Technischen Betrieben belastbare Ergebnisse zur gesicherten Investitionsplanung unter Berücksichtigung von Zustand und Substanz des Kanalnetzes zur Verfügung.“

Nutzerinnen und Nutzer können Analysen auf unterschiedlichen Aggregationsebenen durchführen – von einer einzelnen Haltung über Straßenzüge bis hin zum gesamten Kanalnetz. Substanzklassifizierungen, Priorisierungsschemata sowie Szenarioanalysen werden strukturiert zur Verfügung stehen und datenbasierte Entscheidungen auf allen Ebenen der Netzbewirtschaftung unterstützen. Um die beschriebenen Analyse- und Prognoseverfahren flächen-

² Vgl. Laakso et al, 2019; van de Ven et al, 2022; Ma et al, 2023; Hampus Bertilsson et al, 2024

deckend nutzbar zu machen, wird IBAK das Sewer Asset Management (ISAM) als leistungsfähigen Webdienst bereitstellen. Der Zugang über eine moderne Cloud-Infrastruktur wird es Kommunen, Netzbetreibern und Ingenieurbüros ermöglichen, ohne eigene Rechenressourcen oder komplexe Softwareinstallationen auf die KI-basierten Auswertungs- und Prognoseinstrumente zuzugreifen.

„Das neue ISAM-Tool von IBAK enthält einige wertvolle Arbeitshilfen, die die Zustandsbeurteilung und Altersprognose von Kanälen unterstützt. Beginnend bei der integrierten Prüfung der Bestandsdaten auf Plausibilität, über die grafischen Darstel-

lung von Zustands- und Substanzklassen auf Haltungs- und Netzebene bis hin zur monetären Bewertung der Sanierungsleistung erfolgt dies auf einer einheitlichen Plattform. Das Ganze reproduzierbar und transparent. Gerade Betreiber kleinerer Netze können mit dem ISAM-Tool so schnell, intuitiv und unkompliziert einen ersten Überblick über ihr Entwässerungssystem erhalten, wofür bislang viel händischer Aufwand erforderlich war. EURAWASSER hat die Entwicklung des ISAM-Tools intensiv begleitet und freut sich, wenn es zukünftig unseren Gesellschaften für die tägliche Arbeit zur Verfügung stehen wird“, konstatiert Michael Figge, Geschäftsführer EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH.

ISAM testen – mit Ihrem eigenen Teilnetz:
Unter diesem [Link](#) haben Sie die Möglichkeit, unverbindlich die Funktionsweisen von ISAM kennen zu lernen.

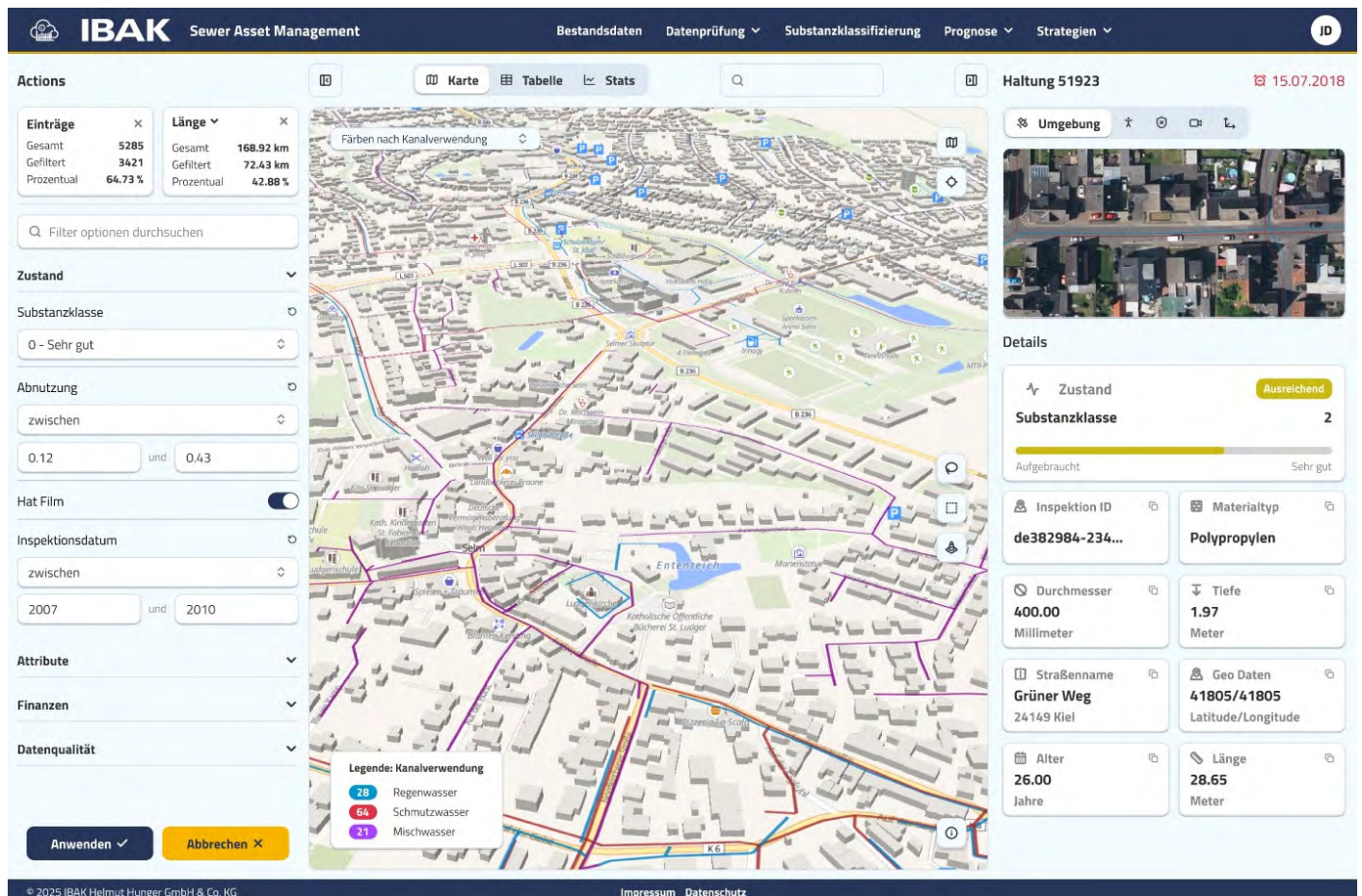


Abbildung 3:

Mit ISAM entwickelt IBAK eine auf künstliche Intelligenz (KI) gestützte Toolbox, die Daten validiert, Substanz bewertet, Alterungsprozesse prognostiziert und strategische Sanierungsentscheidungen ermöglicht.