

Simon Bender; Dirk Luxenburger; Dirk Zasada; Dr.-Ing. Ralf Hasselbach; Dr. Dirk Werth

Remote Inspektion von Kläranlagen und Kanalstandhaltungsmanagement

Eine unbesetzte Kläranlage und ein Pumpwerk wurden digitalisiert und virtuell zugänglich. Die interaktive Darstellung von Video- und Betriebsdaten in Echtzeit und eine Analyse der Betriebsgeräusche der Abwasserpumpen mit KI ermöglichen die Fernüberwachung.



Mit dem digitalen Zwilling und Virtual Reality (VR) soll die Inspektion von Abwasserinfrastruktur beim Entsorgungsverband Saar (EVS) aus der Ferne möglich werden. In einem Pilotprojekt wurden eine unbesetzte Kläranlage und ein Pumpwerk digitalisiert und in der virtuellen Realität zugänglich gemacht. Die Anwendung ermöglicht die interaktive Darstellung von Video- und Betriebsdaten in Echtzeit und analysiert darüber hinaus die Betriebsgeräusche der Abwasserpumpen mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI). Der Nutzer hat dadurch die Möglichkeit sich in Echtzeit einen umfassenden Eindruck von der Anlage, deren

Umgebung und aktuellen Laufleistung zu machen. Ein zukünftiges Projekt erforscht darüber hinaus den Einsatz von KI in der Kanalstandhaltung für die automatisierte Analyse von Videodaten aus Inspektionsfahrten.

Ausgangssituation

Für den erfolgreichen Betrieb einer Kläranlage ist die regelmäßige Wartung und Inspektion der technischen Infrastruktur essenziell und dient als Grundlage für eine sichere und zuverlässige Daseinsvorsorge in Deutschland sowie als Voraussetzung für

Hinweis zum Fördermittelgeber

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Verbundprojekt „KIKI – KI basierte Kanalstandhaltung“ zur Fördermaßnahme „Digital GreenTech – Umwelttechnik trifft Digitalisierung“ innerhalb des Aktionsplans „Natürlich. Digital.Nachhaltig“. Der Aktionsplan steht im Kontext der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“ des BMBF.

GEFÖRDERT VOM



**Digital
GreenTech**

die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für Abwassereinleitungen. Insbesondere die Aufbereitung von Abwasser ist ein aufwändiger Prozess und wird teils von komplexen Anlagen unterstützt. Die Hersteller von Spezialmaschinen sowie die Betreiber



Bild 3 Die Funktionsweise des digitalen Zwillings
Quelle: AWSi

seines realen Vorbilds möglichst präzise wiedergeben kann, benötigt er eine breite Datengrundlage aus Sensorwerten und weiterführenden Informationen aus Drittsystemen wie z. B. ERP Software. Die Visualisierung des Zwillings kann auf verschiedene Arten erfolgen und hängt meist von dem Einsatzzweck ab. In Kombination mit den Technologien Augmented und Virtual Reality lassen sich die virtuellen Replikat realitätsnah und ortsunabhängig begutachten und ermöglichen eine erweiterte Mensch-Maschine Interaktion.

Ortsunabhängige Inspektion

In einem gemeinsamen Pilotprojekt statten der EVS und das AWSi eine unbesetzte Kläranlage und ein Pumpwerk mit mehreren Kamerasystemen aus. Die Betriebsdaten der Anlagen werden in eine zentrale Datenbank übertragen, wo sie analysiert, angereichert und aufbereitet werden können. Die Standorte der 360°-Kameras werden so gewählt, dass ein Rundumblick auf das Gelände der Kläranlage ermöglicht wird. Dadurch können sowohl die einzelnen Anlagenteile als auch das Betriebsgelände eingesehen und z. B. nach Starkregenereignissen oder Stürmen auf Schäden untersucht werden. Zusätzlich sorgen 180°-Kameras für Detailaufnahmen von strategisch sinnvollen Komponenten der Anlage, wie z. B. einem Abschlagsbecken und einer Drosselklappe. Die Datensicht und die optische Sicht werden anschließend an eine VR-Brille gesendet, die dem Nutzer die intuitive Interaktion mit beidem ermöglicht und gleichzeitig das Gefühl von Präsenz vermittelt. Der Nutzer kann schließlich jederzeit seinen Rundgang in der Brille durchführen, so als wäre er vor Ort, indem er zu den einzelnen Kamerastandorten springt und sich

dann frei in dem 360°-Bild umsehen kann. Mit den Controllern der VR-Brille kann er auf bestimmte Teile der Anlage draufzeigen und sich die dazu passenden Betriebsdaten sowie weitere hinterlegte Dokumente wie Schaltpläne ansehen. Die Darstellung im dreidimensionalen Raum ermöglicht es hier neue Arten der Visualisierung zu nutzen, als die bisher üblichen schematischen Darstellungen am klassischen Monitor. So können erweiterte Datenanalysen durchgeführt und historische Werte abgerufen werden, die dem Nutzer einen breiten Überblick über den Zustand der Anlage ermöglichen.

KI-basierte Anomalie-Erkennung in Betriebsgeräuschen

Im modernen Pumpwerk Kleinottweiler des EVS stehen zwei Abwasserpumpen (Bild 5) und fördern das Abwasser zu der nahegelegenen Kläranlage in Limbach. Erfahrene Mitarbeiter können bereits vor dem Ausfall der Pumpen an deren Geräusch erkennen,

dass ein Schaden vorliegt oder unmittelbar bevorsteht. Ein solcher Erfahrungswert lässt sich nur über lange Zeit aufbauen und ist mit Ausscheiden des Mitarbeiters leider verloren. Auf der anderen Seite verursacht der Ausfall einer Pumpe längere Ausfallzeiten und hohe Kosten für die Reparatur oder den Austausch. Aus diesen Gründen wurde vor Ort in direkter Nähe zu den beiden Pumpen ein Mikrofon installiert, das die Betriebsgeräusche der Pumpen per Knopfdruck und in Echtzeit in die VR-Brille überträgt, so dass der zuständige Mitarbeiter sich ortsunabhängig auch über diesen Kanal von einem ordnungsgemäßen Betrieb überzeugen kann. Zusätzlich zu dieser Liveübertragung wurde eine Künstliche Intelligenz (KI) trainiert, die ohne weiteres Zutun die Betriebsgeräusche permanent analysiert und Anomalien darin findet. Dazu wurde in einer Woche Trainingsphase ca. 90 GB Audiodaten aufgenommen und als Grundlage für die KI genutzt. Die Daten repräsentieren den Normalzustand und enthalten Aufnahmen von unterschiedlichen Betriebsphasen der Pumpe, verschiedenen Wetterlagen und Materialien im Abwasser, die das Pumpengeräusch beeinflussen können. Weicht das aktuelle Geräusch stark davon ab, wird eine Anomalie festgestellt und eine Audiodatei erzeugt, die das Geräusch enthält und durch das Personal der besetzten Zentralkläranlage überprüft werden kann. Diese Einschätzung wird wiederum an die KI zurückgespielt, so dass sich die Genauigkeit im Laufe der Zeit immer weiter verbessert. So können mögliche Betriebsstörungen frühzeitig aus der Ferne erkannt und Maßnahmen eingeleitet werden.



Bild 4 Der Außenbereich des Pumpwerks Kleinottweiler (Stadtteil von Bexbach) kann komplett inspiziert werden.
Quelle: EVS



Bild 5 Die Abwasserpumpen im Pumpwerk Kleinottweiler können mithilfe der künstlichen Intelligenz auf Anomalien bei den Betriebsgeräuschen überprüft werden.
Quelle: EVS

KI-basierte Kanalstandhaltung

Gemeinsam mit den Partnern IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG, Eurawasser Betriebsführungsgesellschaft mbH, AHT AquaGemini GmbH und der TU Clausthal forschen das AWSi und der EVS seit Mai 2021 am gemeinsamen Forschungsprojekt „KIKI – KI-basierte Kanalstandhaltung“, mit dem Ziel moderne KI-Methoden in den Prozessen der Kanalstandhaltung zu entwickeln und zu evaluieren. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt hat zum

Ziel die aktuellen Inspektionsverfahren mit KI-Methoden anzureichern, so dass eine automatisierte Schadensdetektion und -beschreibung in Videoaufnahmen möglich wird. Weiterhin wird basierend auf historischen Daten und zusätzlichen Lageparametern wie z. B. die Verkehrsbelastung ein Degradationsmodell entwickelt, das den Alterungsprozess des Kanalnetzes prognostizieren und Handlungsempfehlungen für eine optimale Instandhaltungsstrategie geben kann. Auch in diesem Forschungsprojekt wird der digitale Zwilling erneute Anwendung finden. Die relevanten Informationen der Kanaldatenbank werden mit Daten aus Drittquellen kombiniert und in der Datenbank des digitalen Zwillings zusammengeführt. Aus diesen Informationen wird anschließend ein dreidimensionales Modell generiert, das die Geometrie und den Zustand, inkl. der historischen Schadensinformationen enthält und anschaulich visualisiert. Der Nutzer hat durch die dreidimensionale Darstellung wiederum die Möglichkeit, mithilfe einer Datenbrille, z. B. einer Mixed Reality Brille, das Modell interaktiv zu analysieren und als Planungsgrundlage für Sanierungsmaßnahmen zu verwenden.

Ausblick

Die Entwicklung der Prototypen zur ortsunabhängigen Inspektion und automatisierten Betriebsgeräuschanalyse sind eindrucksvolle Beispiele für Digitalisierungspotenziale in

der Wasserwirtschaft und können auch darüber hinaus eine breite Anwendung finden. Denkbar sind Einsätze in Bereichen, die von einer ähnlich dezentralen Struktur geprägt sind wie das Versorgungsgebiet des EVS und in denen vorwiegend autonom agierende Anlagen eingesetzt werden. Weitere Potenziale für die Zukunft sind hier kollaborative Ansätze zur Unterstützung von Betriebspersonal mit Datenbrillen vor Ort durch Experten die remote hinzugeschaltet werden können. Auch das noch sehr junge Forschungsprojekt KIKI enthält Komponenten, die für die Kanalstandhaltungsstrategien der Ver- und Entsorger ein wertvolles Werkzeug sein können. Das Projekt hat eine zweijährige Laufzeit und wird im April 2023 abgeschlossen sein.

■ **Dirk Zasada, Dirk Luxenburger, Dr.-Ing. Ralf Hasselbach**
Entsorgungsverband Saar
dirk.zasada@evs.de
www.evs.de

■ **Simon Bender, Dr. Dirk Werth**
August-Wilhelm Scheer Institut
simon.bender@aws-institut.de
www.aws-institut.de

Literatur:

- /1/ Boschert, S.; Rosen, R. (2016): Digital Twin – The Simulation Aspect. In: Hehenberger, P.; Bradley D. (eds) Mechatronic Futures. Springer, Cham

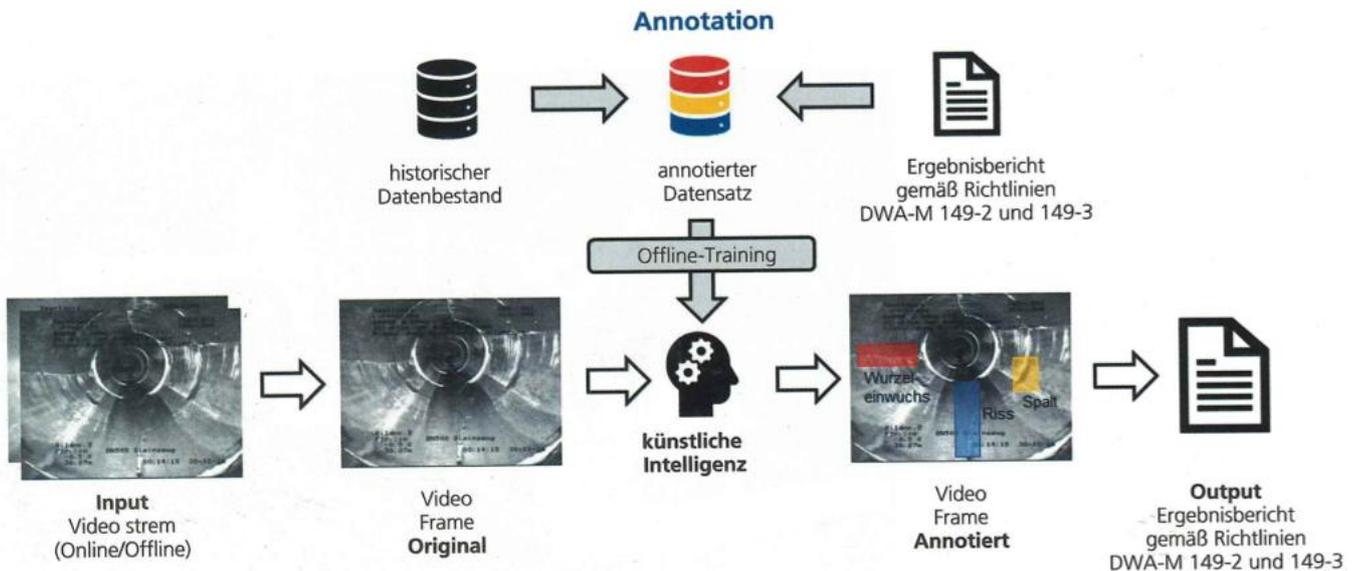


Bild 6 Automatische Erkennung von Schäden in Videos von Inspektionsfahrten durch den Abwasserkanal
Quelle: AWSi