

Früherkennung und Vorortung von Leckagen mit KI-basierter Software

Von Erwin Kober und Gerald Gangl

Im Themenkomplex „Wasser 4.0“ werden innerhalb eines Wasserversorgungssystems mit einer Vielzahl an Messpunkten Daten erhoben, die intelligent verarbeitet werden sollten. Abgesehen von reinen Zuflussmessungen oder Zonenüberwachungen können Sensoren innerhalb eines Versorgungssystems einen zusätzlichen Mehrwert liefern, um Zustände zu erkennen. Mit Hilfe intelligenter Software können diese Zustandsinformationen schnell und zuverlässig ausgewertet werden, um im täglichen Betrieb eine Unterstützung und eine Entlastung für das Betriebspersonal zu ermöglichen.

Lecklaufzeit vs. Wasserverlust

Neben den Randbedingungen wie Netzstruktur oder externen Einflussfaktoren auf das Leitungssystem (Boden, Grundwasser u. a.) ist vor allem die Zeitspanne zwischen Auftreten einer Leckage, dem Erkennen, Lokalisieren und Reparieren der entscheidende Faktor, um Wasserverluste reduzieren zu können. Im DVGW-Regelwerk W 400-3-B1 (A) gibt es dazu Vorgaben zu einem Inspektionsturnus in Abhängigkeit der Höhe der Wasserverluste. Eine wirklich effiziente Reduzierung der sogenannten Lecklaufzeit kann jedoch nur durch eine permanente Überwachung des Netzes sichergestellt werden.

Um diesen Aufwand der Überwachung des Netzes für das Betriebspersonal zu minimieren, bieten sich permanent installierte Messgeräte an, deren Werte übertragen und automatisch ausgewertet werden. Mit dem Abgleich der Soll-Ist-Situation kann dann in Abhängigkeit der hydraulischen Verhältnisse eine Lokalisierung im Netz vorgenommen werden.

Wasserverlustmonitoring 4.0 – Detail

Um Wasserverluste in einem Versorgungssystem erkennen zu können, müssen Parameter permanent gemessen werden, die den Zustand eines Versorgungssystems beschreiben. Dabei ist es im Vorfeld relevant festzulegen, welches Ziel erreicht werden soll, wenn ein Messsystem eingerichtet wird. Daraus abgeleitet ergibt sich das erforderliche Messverfahren und die Anzahl der Sensoren mit entsprechender Messgenauigkeit.

Eine typische Zielsetzung besteht darin, Leckagen in einem Versorgungssystem zu erkennen, wozu verschiedene Messverfahren verwendet werden können, die auf der Grundlage von Durchfluss-, Geräusch- oder auch Druckmessungen Aussagen über den aktuellen Zustand liefern. Sollen dagegen auch hydraulische Änderungen im Versorgungssystem (z. B. geschlossene Schieber, erhöhte Kundenabnahme) erkannt werden, reduziert sich die Zahl der geeigneten Messverfahren.

Die hier vorgestellte Methodik setzt auf permanent installierten Durchflussmessgeräten auf. Eine weitere Voraussetzung ist ein hydraulisches Rechenetzmodell – also eine Abbildung des Versorgungsnetzes mit Verbrauchsdaten der Abnehmer, der Zuflussdaten aus den Behältern sowie der Rohrleitungen mit Nennweiten, eingebauten Armaturen usw. Hier sei der Hinweis erlaubt, dass nur ein kalibriertes – also ein entsprechend DVGW GW 303-1 mit Entnahmemessung und Druckmessung angepasstes Modell – eine belastbare Grundlage für weitere Analysen darstellt.

Auf Basis eines kalibrierten Rechenetzmodells können die optimalen Stellen für eine messtechnische Überwachung errechnet werden. Durch eine intelligente Platzierung von Messgeräten in einem Versorgungsnetz können somit Zustandsänderungen – in dem Fall Durchflussänderungen – erkannt und räumlich zugeordnet werden. Diese im Netz installierten Messstellen liefern in weiterer Folge permanent Informationen über den Zustand des Versorgungsnetzes. Diese Fülle an Information gilt es daher mit einem BigData-Ansatz intelligent zu verarbeiten und zu bewerten.

Durchflussänderungen in Corona-Zeiten

Eine gängige Vorgehensweise im Erkennen und Bewerten von Wasserverlusten setzt üblicherweise auf eine Auslaufmessung an einem Behälter oder einer Zuflussmessung in einen hydraulisch abgetrennten Versorgungsbereich auf. Eine Änderung, respektive Erhöhung der Zuflüsse in den verbrauchsarmen Nachtstunden ist in der Regel ein Indiz für eine neue Leckage, die in der Regel unter Verwendung elektroakustischer Messtechnik lokalisiert wird.

Aufgrund der corona-bedingten Einschränkungen (Homeoffice, Kurzarbeit, geschlossene Gewerbebetriebe) ist ein einfacher Vergleich zwischen aktuell gemessenen Behälterauslaufwerten und bisherigen Erfahrungswerten im Abnahmeverhalten tagsüber nur bedingt möglich. Betrachtet man nur die Auswirkung in Bezug auf

Homeoffice ist im reinen Vergleich der Nachtminimumwerte – als Grundlage um Leckagen einfacher zu erkennen – der Einfluss eher gering.

In **Bild 1** ist der mittlere Nachtdurchfluss einer Versorgungszone dargestellt, die normalerweise durch Industriekunden als Großabnehmer beeinflusst wird. Hier ist sowohl der Rückgang im Nachtverbrauch seit Anfang März als auch der Anstieg ab Mai, nach erfolgter Betriebsaufnahme, zu erkennen.

Um diese Sondereffekte besser bewerten zu können, kann über den Einsatz von digitalen Wasserzählern sowohl bei Großkunden als auch bei Hausanschlusskunden eine verbesserte Datengrundlage helfen, die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Wasserverlustmonitoring 4.0 – Praxisbeispiel Arealnetz

Großkunden mit betrieblich erforderlichem kurzfristig erhöhten Wasserbedarf, aber auch Hausanschlusskunden mit temporär erhöhter Abnahme (z. B. Füllen eines Swimmingpools) können ähnliche hydraulische Veränderungen im Versorgungsgebiet erzeugen wie eine plötzliche aufgetretene Leckage. Aus diesem Grund sollten derartige Einflussfaktoren möglichst minimiert werden.

Um die Messtechnik, die Möglichkeiten der verfügbaren Daten sowie den Umfang der Datenübertragung testen zu können, wurden für ein konzerninternes Forschungsprojekt der EnBW AG beispielhaft alle Gebäude mit Wasseranschluss auf einem Arealnetz mit Ultraschallwasserzählern und automatischer Datenübertragung ausgestattet. Die Ultraschallwasserzähler geben dabei Informationen zum Durchfluss sowie zur Temperatur mit aus.

Mit Hilfe der verbauten Wasserzähler (Multical®21 der Firma Kamstrup) kann der Einfluss auf der Kundenseite auf hydraulische Änderungen erfasst und in der Auswertung mitberücksichtigt werden. Für das gewählte Arealnetz wurde eine Funkübertragung aufgebaut, um die Messdaten der verbauten Sensoren aktuell auszulesen. Das verwendete System bietet einerseits die Möglichkeit, die Messdaten in einem Webportal auszuwerten, und andererseits auch diese Daten automatisch weiterzuleiten. Somit ist es ohne Mehrkosten möglich, diese Messstellen in ein bereits bestehendes Überwachungssystem mit einzubinden. Auf dem Arealnetz befinden sich überwiegend Bürogebäude, bei denen in den Nachtstunden keine Wasserentnahme erfolgt. In **Bild 2** ist eine typische Ganglinie für eines der Gebäude ersichtlich. Sowohl in den Nachtstunden als auch am Wochenende findet keine Wasserabnahme statt. Dieser Zeitraum liegt außerhalb der Arbeitszeiten und bestätigt die Dichtheit des Systems in diesem Gebäude.

Für eine Leckage-Erkennung wird im Versorgungsnetz das Hauptaugenmerk auf die verbrauchsarmen Nachtstunden (02:00 – 04:00) gelegt. Hier kann über die aktuellen Stun-

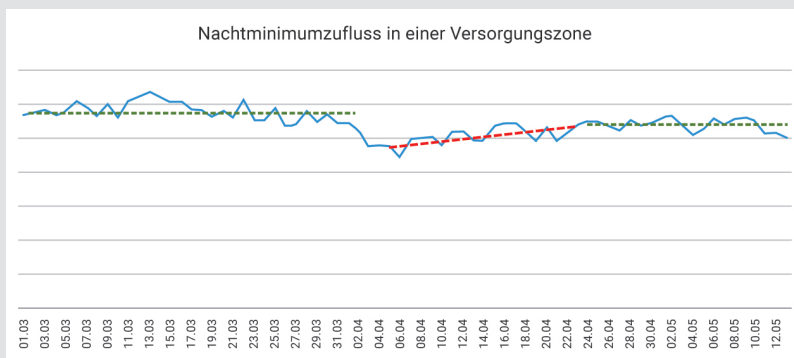


Bild 1: Mittlerer Nachtdurchfluss

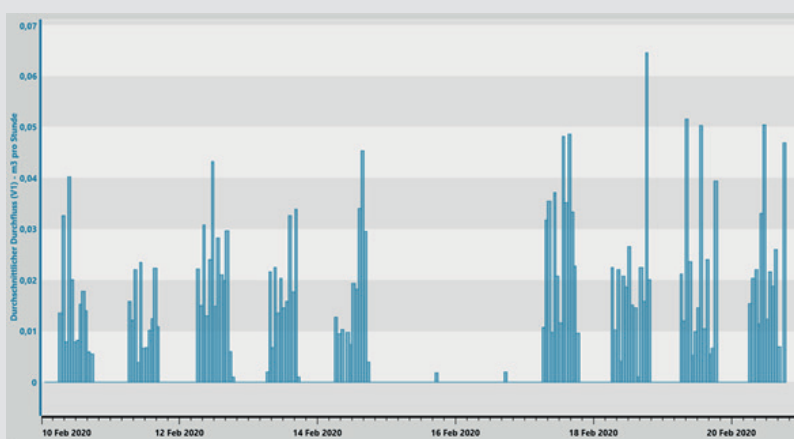


Bild 2: Durchschnittlicher Durchfluss eines Gebäudes im Arealnetz

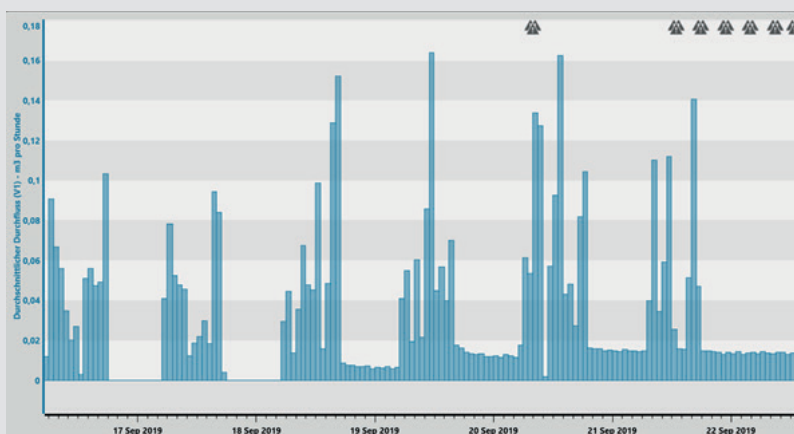


Bild 3: Durchschnittlicher Durchfluss eines Gebäudes im Arealnetz (Basismenge)

denwerte der Hausanschlusskunden eine mögliche erhöhte Entnahme in der Bilanzrechnung automatisch mit einbezogen werden.

Bild 3 zeigt einen leicht ansteigenden und dauerhaften Basiswasserverbrauch in einem Gebäude auch außerhalb der regulären Arbeitszeit. Aufgrund der laufend aktuellen Daten können entsprechende Folgemaßnahmen eingeleitet werden.

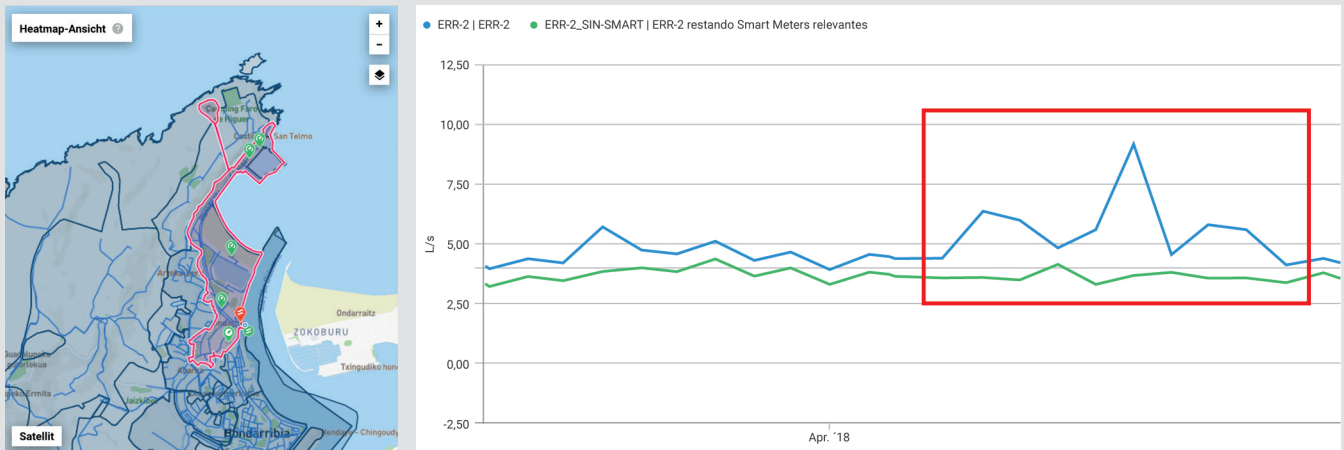


Bild 4: Übersicht Versorgungsgebiet inklusive Nachtverbrauchsbilanz

Wasserverlustmonitoring 4.0 – Praxisbeispiel Versorgungszone

Der im vorigen Kapitel beschriebene Ansatz für ein Arealnetz kann auch für ein Versorgungsnetz angewendet werden, wenn dort sowohl im Netz als auch auf der Kundenseite intelligente Wasserzähler verbaut sind. In **Bild 4** ist ein Versorgungsnetz in Spanien dargestellt, bei dem die Großabnehmer mit intelligenten Wasserzählern ausgestattet sind. Die rechte Bildhälfte zeigt dabei die Zuflussganglinie in das Versorgungsgebiet. Der obere blaue Verlauf stellt dabei die Brutto-Zuflussbilanz für den Bereich dar. Werden die Großverbraucher aus der Bilanz herausgerechnet, zeigt sich als Nettodurchfluss ein stetiger Wasserbedarf, der keine weiteren Folgemaßnahmen nach sich zieht.

Einsatz künstlicher Intelligenz

Das Kernstück im hier vorgestellten Ansatz bildet die Integration der Daten auf der Produktionsseite (abgebildetes

Rechnetzmodell) mit permanent zur Verfügung gestellten Messdaten aus den optimal im Netz installierten Messgeräten sowie der Zuflussdaten aus den Behältern. Ziel ist es, die permanent verfügbaren Durchflussdaten mit dem hydraulischen Rechenetzmodell zu verlinken, um somit den gemessenen Zustand abzubilden. Eine Veränderung im Abnahmeverhalten – z. B. durch eine aufgetretene Leckage – verursacht eine Fließänderung im Versorgungsnetz. Die Abbildung dieser Fließveränderung im Rechenetzmodell kann in weiterer Folge Lage und Größe einer Leckage bestimmen und erleichtert somit den Aufwand in der Lecksuche.

Eine Veränderung im Abnahmeverhalten eines Großkunden oder das Schließen eines Schiebers im Netz verursacht ebenso eine Änderung der Fließbedingungen im Versorgungsnetz. Hier gilt es, betrieblich relevante Änderungen (Leckagen, geschlossene Schieber usw.) von kundenbezogenen Änderungen zu unterscheiden, um nicht unnötige Folgemaßnahmen für das Betriebspersonal zu verursachen. Geschlossene Schieber führen in der Regel zu einer lokalen Veränderung der Fließbedingungen (Durchflüsse, Druck) und bleiben ohne Einfluss auf die Entnahmemenge.

Bereits bei der Einrichtung einer KI-basierten Überwachungssoftware können bestehende Unregelmäßigkeiten erkannt werden. Durch den Abgleich der Ist-Daten aus installierten Messgeräten mit Soll-Daten aus dem hydraulischen Netzmodell können jene Stellen im Netz hervorgehoben werden, bei denen die Abweichung besonders groß ist, und daher vor Ort auf Plausibilität überprüft werden müssen. So werden häufig bereits bei der Implementierung Netzfehler oder Planwerksfehler entdeckt (**Bild 5**).

Durch den Einsatz selbstlernender Algorithmen wird ein üblicher Durchfluss je Messstelle berechnet, dem eine statistische Bandbreite für mögliche Abweichungen hinterlegt wird. Kurzfristige Schwankungen im Abnahmeverhalten sind tagsüber in der Regel größer als in den Nachtstunden und sollen nicht automatisch zu einer Warnmeldung füh-

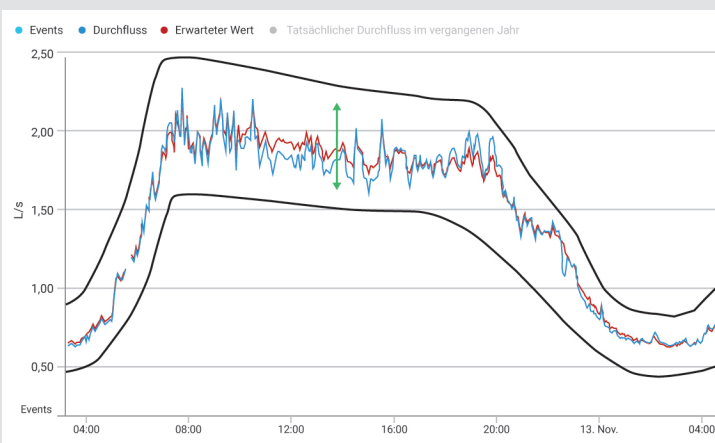


Bild 5: Zulässige Bandbreite zur Alarmierung

ren. Je länger die Überwachungssoftware im Einsatz ist, desto präziser und enger werden die Vorhersage-Korridore. Somit ist es möglich, auch kleine Leckagen oder hydraulische Änderungen in den Fließbedingungen in einem räumlich beschränkten Bereich einzugrenzen.

Als wesentlichen Vorteil dieser Herangehensweise ist anzumerken, dass mit der Zusammenführung bestehender Messtechnik im Zufluss, im Versorgungsnetz und auf Kundenseite und dem Abgleich mit einem hydraulischen Netzmodell und künstlicher Intelligenz auch Besonderheiten in der Versorgungssituation, wie sie aktuell aufgrund Corona auftreten, abgebildet werden können.

Zusammenfassung

Der Zustand eines Wasserversorgungsnetzes spiegelt sich auch in der Höhe der Wasserverluste wider. Um betriebliche Zustandsveränderungen rechtzeitig zu identifizieren bzw. eine Änderung aufgrund erhöhter Leckagen zeitnah zu erkennen, sollten Wasserversorgungsnetze permanent überwacht werden. Neben der reinen Überwachung auf Leckagen kann mit der Kombination aus Daten von dauerhaft installierten Durchflussmessstellen im Abgleich mit einem hydraulischen Netzmodell auch ein zusätzlicher betrieblicher Mehrwert generiert werden, da hier z. B. auch geschlossene Schieber zuverlässig räumlich eingegrenzt werden können.

Änderungen im Verbrauchsverhalten oder betriebsbedingte Änderungen wie sie sich aktuell aufgrund der Corona-Situation ergeben, können ebenfalls mit dem Zusammenführen der vorhandenen Informationen verbessert ausgewertet werden.

Literatur

- [1] DVGW W 400-3-B1 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 3: Betrieb und Instandhaltung; Beiblatt 1: Inspektion und Wartung von Ortsnetzen“ (2017)
- [2] DVGW GW 303-1 „Berechnung von Gas- und Wasserrohrnetzen – Teil 1: Hydraulische Grundlagen, Netzmodellierung und Berechnung“ (2006)
- [3] Gangl, G.; Kober, E.; Siegle, R. (2016): Wasserverlustmonitoring 4.0 – softwaregestützte Leckerkennung; ewp (2016) Nr. 6/7

SCHLAGWÖRTER: Wasserverluste, Leckage-Früherkennung, Leckageortung, KI-Software

AUTOREN



ERWIN KOBER

RBS wave GmbH, Stuttgart
Tel. +49 711 185 71-586
e.kober@rbs-wave.de



Dr.-Ing. **GERALD GANGL**

RBS wave GmbH, Stuttgart
Tel. +49 711 185 71-586
g.gangl@rbs-wave.de

SAVE THE DATE!

10. Praxistag Wasserversorgungsnetze

26. November 2020, Veltins-Arena Gelsenkirchen

www.praxistag-wasserversorgungsnetze.de

**ACHTUNG!
NEUER TERMIN UND ORT!**