

Leckortung im intelligenten Trinkwassernetz

Andreas Traub

Die Versorgung der wachsenden Erdbevölkerung mit sauberem Trinkwasser stellt eines der dringendsten Probleme der Menschheit dar [1]. Nach Schätzungen der Weltbank liegen die Wasserverluste in der Trinkwasserversorgung in Entwicklungsländern bei mindestens 35 %, wahrscheinlich jedoch bei 40 bis 50 % [2]. In Deutschland stiegen die Wasserverluste in der Trinkwasserversorgung von 8,9 % in 2007 auf 9,3 % in 2010 [3]. Die Streuung um diese Mittelwerte ist relativ hoch, daher sind einzelne Regionen weit stärker betroffen als andere. So liegen beispielsweise die Wasserverluste in Norddeutschland deutlich unter 9 %, weil die Leckagen in den sandigen Böden dort häufig auch ohne technische Hilfsmittel sichtbar sind, während in der Mitte und im Süden Deutschlands viele Gemeinden Wasserverluste über 15 % zu verzeichnen haben. Ein Großteil der in Deutschland verlegten Trinkwasserleitungen ist wie in vielen Industrienationen älter als 40 Jahre und zeigt alterungsbedingt eine zunehmende Leckhäufigkeit. Da weder finanziell noch verkehrstechnisch eine massive Erneuerung dieser Leitungen möglich ist, müssen Technologien eingesetzt werden, mit denen eine effektive Nutzung, Instandhaltung und Erneuerung dieser Leitungen in den nächsten Jahrzehnten gewährleistet ist. Eine Schlüsseltechnologie dabei sind Verfahren zur zuverlässigen und kostengünstigen Detektion der unterirdischen Leckagen.

Übersicht Leckortungsverfahren

Bei den verfügbaren Leckortungsverfahren kann man grundsätzlich zwischen mobilen Geräten und permanent installierten Systemen unterscheiden (**Bild 1**). Die invasiven Verfahren sind entweder kabelgebunden oder freischwimmend und führen in der Regel neben anderen Sensoren eine Kamera zur visuellen Beurteilung des Leitungszustands und ein Hydrophon zur Detektion von Leckgeräuschen mit sich. Gasspürverfahren sind gut geeignet für die Detektion von Lecks, die mit anderen Methoden schwer zu orten sind, sind aber ähnlich wie die invasiven Verfahren relativ aufwändig und daher vorwiegend für den lokalen Einsatz geeignet.

Die akustischen Verfahren zur Detektion des Leckgeräusches sind generell bewährt und weit verbreitet, lediglich bei bestimmten Kunststoffleitungen oder sehr lauten Störgeräuschen treten Probleme auf. Während Korrelatoren und Mikrofone für die Feinortung von Lecks eingesetzt werden, dienen mobile Geräuschlogger zur flächendeckenden Untersuchung von Zonen.

Im Gegensatz zu mobilen Geräten kann man permanent installierte Sensornetzwerke als Bestandteil von „Intelli-

genten Trinkwassernetzen“ bezeichnen, da die Messdaten für die Leckortung automatisch und regelmäßig an die Leitstelle übermittelt werden. Gebräuchlich sind hier vor allem akustische und hydraulische Verfahren. Zu den hydraulischen Verfahren gehören die Messung des Nachtmindestverbrauchs sowie die Zonenverkleinerung durch Einbau zusätzlicher Durchfluss- und Drucksensoren. Mit Hilfe von hydraulischen oder statistischen Modellen kann die Detektionssicherheit dieser Sensoren für die Leckortung noch gesteigert werden.

Bei den permanenten akustischen Verfahren kann man unterscheiden zwischen einfacher Geräuschpegelmessung, Korrelation einzelner Logger auf Anforderung, falls bereits ein Leckverdacht besteht, und automatischer Korrelation aller Logger. Automatisch korrelierende Geräuschloggernetzwerke sind nicht nur sehr empfindlich, sondern erzeugen auch besonders wenige Fehlalarme. Sie ermöglichen eine flächendeckende proaktive Leckortung, mit der häufig bereits kleine Lecks detektiert werden können, bevor sie durch Unterspülungen oder Überschwemmungen einen großen Schaden anrichten.

permanent	akustische Verfahren	Automatisch korrelierende Geräuschlogger
		Auf Anforderung korrelierende Geräuschlogger
	hydraulische Verfahren	Geräuschpegelllogger
		Zonenverkleinerung, virtuelle Zonen
mobil	akustische Verfahren	Nachtmindestverbrauch
		Geräuschlogger
		Korrelator
	Gasspürverfahren	Mikrofon
		Wasserstoff, Helium o.ä.
invasive Verfahren	Kamera, Hydrophon, ...	

Intelligente
Trinkwassernetze



Flächendeckende
proaktive
Leckortung

Bild 1: Übersicht Leckortungsverfahren

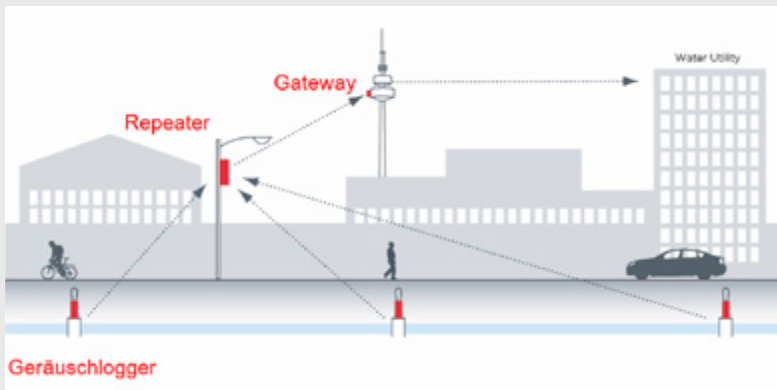


Bild 2: Schematischer Aufbau eines Geräuschloggernetzwerks

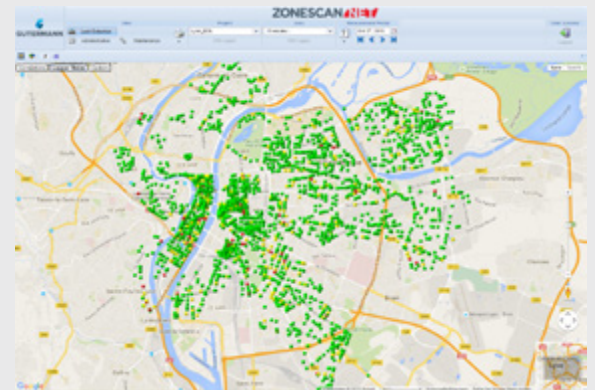


Bild 3: Tägliche Messergebnisse eines Geräuschloggernetzwerks am Beispiel der Stadt Lyon (Frankreich).

Automatisch korrelierende Geräuschloggernetzwerke

Die Sensoren von korrelierenden Geräuschloggernetzwerken werden permanent in den Schächten von Schiebern und Hydranten installiert (**Bild 2**). Sie übertragen täglich ihre akustischen Messdaten an einen Server, der sie analysiert und die Ergebnisse über eine verschlüsselte Internetverbindung dem Wasserwerk zur Verfügung stellt. Eine solche Ergebnisübersicht ist in **Bild 3** am Beispiel der Stadt Lyon (Frankreich) dargestellt.

Die täglichen Messungen der Geräuschlogger bestehen aus Korrelationsmessungen, dem Geräuschspektrum sowie einer Geräuschpegelverteilung. Diese Informationen werden von einem Expertensystem auf dem Server mit historischen Werten der Leckdatenbank verknüpft zur Berechnung der Leckwahrscheinlichkeit (**Bild 4**). Aufgrund der Korrelation kann die Position der Leckagen präzise mit einer typischen Genauigkeit von 2 m ermittelt werden und so beispielsweise in einer Straßenansicht dargestellt werden (**Bild 5**).

Korrelierende Geräuschloggernetzwerke sind erst seit wenigen Jahren verfügbar und bieten folgende Vorteile:

- » Durch die genaue Kenntnis der Leckposition kann die Verifikation des Lecks vor Ort deutlich beschleunigt werden.
- » Die maschinell erfassten Leckpositionen können für andere Arbeitsschritte weiterverwendet werden, beispielsweise für die Erstellung einer leitungsbezogenen Schadenstatistik (**Bild 8**).

Werden die Korrelationen nicht nur bei einzelnen Loggern auf Anforderung (bei einem bereits bestehenden Leckverdacht), sondern automatisch bei allen Loggern durchgeführt, dann ergeben sich weitere wesentliche Vorteile:

- » Korrelationen sind etwa 30-mal empfindlicher als reine Geräuschpegelmessungen und damit auch für viele Kunststoffnetze geeignet. Sie ermöglichen häufig die Detektion von kleinen beginnenden Leckagen bevor diese größere Schäden anrichten (**Bild 6**).
- » Durch die präzise Lokalisation der Leckagen können viele Fehlalarme vermieden werden. Beispielsweise kann ein Störgeräusch, das von einem lauten Druckminderventil ausgeht, von Lecks an anderen Positionen des Leitungsabschnitts unterschieden und selektiv unterdrückt werden (**Bild 7**).



Bild 4: Expertensystem zur Bestimmung der Leckwahrscheinlichkeit



Bild 5: Leck (roter Punkt) in der Straßenansicht



Bild 6: Beispiel eines kleinen Lecks, das nur durch Korrelation (gelber Punkt) detektiert wird. Die Geräuschpegelmessung der Logger zeigt kein Leck an (grüne Punkte)

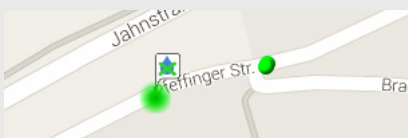


Bild 7: Beispiel einer Korrelation (grüner Punkt mit Sprechblase), die durch ein lautes Druckminderventil verursacht wird und positionsabhängig unterdrückt wird

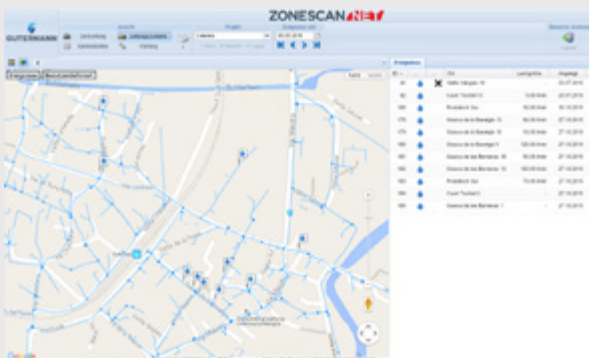


Bild 8: Leitungsbezogene Schadenstatistik, die auf Basis der Leckpositionen der Korrelationsmessungen erstellt wurde. Die Tropfen-Symbole stellen einzelne Leckagen dar



Bild 9: Vernetzte IT-Infrastruktur für eine effiziente Lecküberwachung

IT-Vernetzung

Ein wichtiger Bestandteil intelligenter Trinkwassernetze ist eine vernetzte IT-Infrastruktur, um effiziente Arbeitsabläufe zu ermöglichen (**Bild 9**). Der Lecküberwachungs-Server kommuniziert mit dem Geo-Informationssystem (GIS), um Leitungsdaten abzufragen oder Schadensereignisse ins GIS zu überspielen. An die Arbeitsplanung können Aufträge zur Untersuchung oder Reparatur der Leckagen übergeben werden. Eine Abfrage beispielsweise der Nachtmindestverbräuche vom SCADA-System ist sinnvoll, um die Größe der Leckagen zu bestimmen.

Die IT-Vernetzung betrifft jedoch nicht nur zentrale Server-Systeme, sondern auch die Teams vor Ort. Bereits heute können Bedieneinheiten für mobile Geräuschlogger, Korrelatoren oder Mikrofone mit dem Leckortungs-Server kommunizieren um ihre Messergebnisse zentral zur Verfügung zu stellen.

Zusammenfassung

Ein wesentlicher Bestandteil intelligenter Trinkwassernetze sind permanent installierte Sensornetzwerke für die Lecküberwachung. Unter ihnen haben korrelierende Geräuschloggernetzwerke die beste Genauigkeit in der Bestimmung der Leckposition. Wird diese Korrelationen automatisch durchgeführt, so ermöglicht dies eine sehr hohe Empfindlichkeit bei der Leckdetektion und gute Möglichkeiten zur Vermeidung von Fehlalarmen. Zusammen mit einer vernetzten IT-Infrastruktur wird damit eine effiziente, flächendeckende und proaktive Leckortung ermöglicht, mit der die Wasserverluste gesenkt und das Risiko von Folgeschäden durch Leckagen deutlich reduziert werden kann.

Literatur

- [1] UN Water factsheet "Water Scarcity"; http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/Publications/water_scarcity.pdf
- [2] Weltbank, 2006: The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries ; <http://siteresources.worldbank.org/INTWSS/Resources/WSS8fin4.pdf>
- [3] Stat. Bundesamt, 2013: Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung; https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/WasserOeffentlich2190211109004.pdf?__blob=publicationFile

SCHLAGWÖRTER:

AUTOR



Dr.-Ing. **ANDREAS TRAUB**
 Gutermann Technology GmbH, Stuttgart
 Tel. +49 711 993 754 13
andreas.traub@gutermann-water.com