

Wasserverluste mithilfe von Multiparametersensoren erkennen

Weltweit haben die Dringlichkeit und Notwendigkeit einer sicheren Trinkwasserversorgung bereits zu grenzübergreifendem, gemeinsamen Suchen nach Lösungsmöglichkeiten und enormen Anstrengungen geführt. Aber nicht nur die Begrenztheit der Ressource ist ein ernstzunehmendes Problem, auch der Umgang und die Verteilung des vorhandenen Trinkwassers ist eine Herausforderung. So gehen aktuelle Schätzungen davon aus, dass heute weltweit rund 50 Prozent des in Leitungsnetze eingespeisten Trinkwassers durch Leckagen auf dem Wege von der Quelle bis zum Verbraucher versickern. Aus diesem Grund wird das „Leckwasser“ auch als sogenannte zweite Wasserquelle bezeichnet, die dringend genutzt werden sollte. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine Technologie zur Erkennung von Leckagen. Mithilfe einer Multiparametererfassung durch einen Sensor, der sowohl Durchfluss, Druck (bi-direktional), Geräusch und optional auch die Temperatur misst, erkennt das System erfolgreich Leckagen in Leitungsnetzen.

Die klassischen Leckortungs-Methoden und Möglichkeiten der Wasserverlustanalyse sowie die Methode kleinräumiger Unterteilungen des Rohrnetzes in Messzonen (DMAs, district metered Areas) sind seit langem bekannt und haben sich bewährt. Allerdings wurden auch deshalb in den letzten Jahren keine wirklich inno-

vativen Modelle zur präventiven Überwachung von Leitungsnetzwerken mehr entwickelt. Der Ruf nach einer Lösung, das gesamte Leitungsnetz zu beobachten und zu überwachen, um ein nachhaltiges Wasserverlust-Management zu installieren wird immer lauter. Nur mit langfristigen Maßnahmen zur Wasserverlustreduzierung

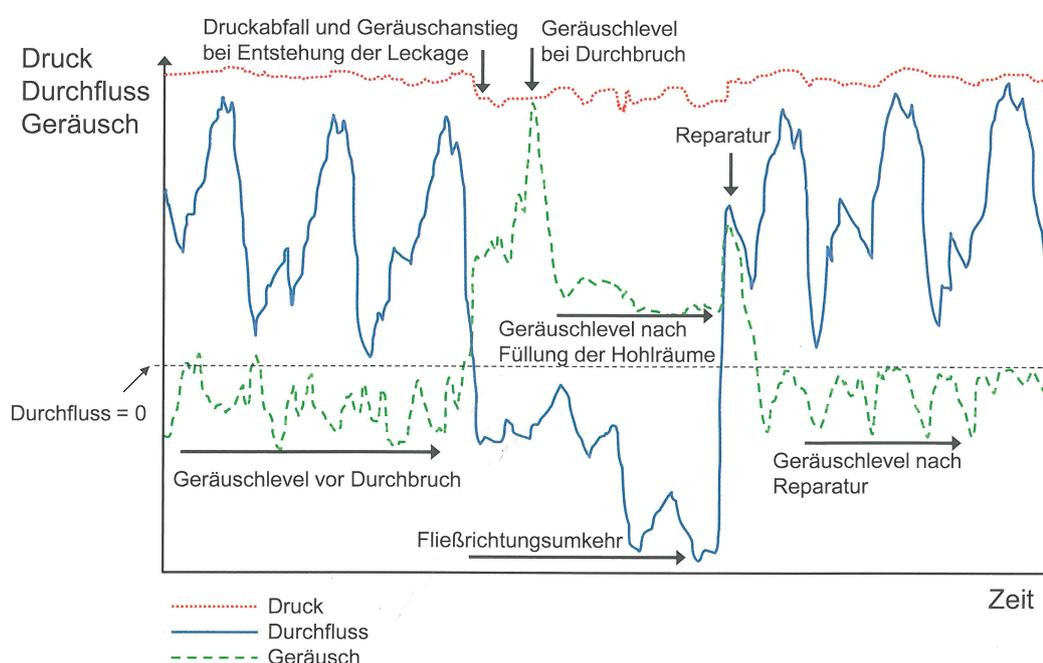


Bild 1: Leckentstehung (Kölbl, 2009 und ÖVGW W63 – 2009)

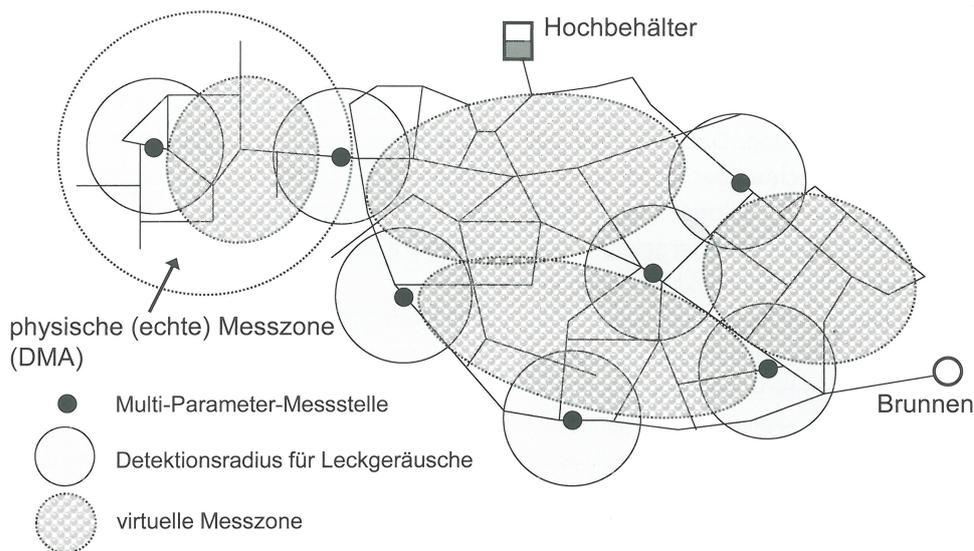


Bild 2: Messzonen mit Überlappung (Kölbl, 2009)

im Sinne einer verlässlichen Überwachungs- bzw. mitlaufenden Zustandserfassung (permanent Monitoring) können Wasserverluste reduziert werden.

Forderung nach eindeutiger Erkennung bzw. Identifikation

Ein an Bedeutung zunehmender Teil des Wasserversorgungsmanagement ist das Wasserverlust-Management, das seine Berechtigung vor allem in engmaschigen Leitungsnetzen bekommt. Eine sofortige und zuverlässige Registrierung von Wasserverlusten mit eindeutiger Leckzonen-Bestimmung durch permanentes Monitoring birgt ein beachtliches Kosteneinsparungspotenzial, da vor allem die Dauer des Wasserverlustes und der Lecksuchaufwand auf ein Minimum reduziert werden kann. Die Sicherung der Wasserversorgung selbst dürfte jedoch der noch wichtigere Faktor sein. Diese kann kurzfristig durch Maßnahmen wie z. B. Druckreduzierung erreicht werden. Damit wird jedoch nur das Symptom aber nicht die Ursache bekämpft. Wasserversorgungssysteme sind in ihrer physikalischen Wirkungsweise also sehr komplex.

Neues System zur Leckgenerkennung in engmaschigen, nicht-unterteilten Netzen

Das WLM-System (water loss management) wurde von der Firma MARTINEK GmbH Measurement Technology entwickelt und ist ein integrales Messsystem, das die umfassende Überwachung von Leitungssystemen ermöglicht. Mit Multiparameter-Messsonden misst und analysiert das System das Netz und erkennt dabei auf-

tretende Leckagen. (Bild 1). Die Parameter (Durchfluss, Druck, Geräusch, ggf. Temperatur) werden gleichzeitig und von jeder gewünschten Position im Leitungsnetzwerk gemessen und mit einem Referenzwert verglichen. Die Überschreitung eines Referenzwertes löst die Alarmfunktion aus. Das Zusammenspiel der gemessenen Parameter und den automatisch berechneten Grenzwerten ergibt ein sehr genaues Abbild der Verhältnisse im Rohrnetz. Die Grenzwerte können sich nur in Richtung „Verbesserung der Situation“ bewegen insofern die Reparatur der Leckage erfolgt. Die gewünschten Mindest- bzw. Maximumwerte, z. B. Nachtminimum-Durchfluss, wird individuell in jedem Sensor über die AQUALYS-Software - eine eigens für das Wasserverlust-Management entwickelte Anwendersoftware - über Fernwartung (remote) gesetzt.

Bei optimaler Positionierung von mehreren Sensoren kann ein Wasserverlust sehr schnell mit Unterstützung der AQUALYS-Software eingegrenzt werden. Vor allem in Netzwerken, die nicht in Zonen (DMAs) unterteilt sind, bietet diese Multiparametermessung die derzeit technisch kompakteste Lösung. Es werden Sensoren an Schlüsselstellen installiert und bilden ihre eigenen Messzonen, sogenannte virtuelle Zonen (Bild 2). Die Installation ist unabhängig vom Leitungsmaterial und Rohrdurchmesser (DN 80 bis DN 2500). Beste Voraussetzungen bieten Netzwerke, die bereits in Zonen unterteilt sind, obwohl mit virtuellen DMAs eine Unterteilung in physische Messzonen nicht zwingend erforderlich ist. Gibt es keine physischen Zonen bleiben auch alle Vorteile eines offenen Netzwerkes erhalten.

Die Software gestützte Vergleichsmessung mit zeitgleichen Werten vom Vortag löst bei entsprechender Veränderung einer der vorgenannten Größen Alarm aus und identifiziert die Leckzone. Dazu werden die Messwerte im eingebauten Rechner des WLM-Sensors zu digitalen Signalen verarbeitet, geloggt und via TCP (GPRS) an die AQUALYS-Software weitergeleitet. Die Datenübertragung kann online oder zyklisch erfolgen (Batterieversorgung). Die Daten werden in der AQUALYS analysiert und in Symbolen im Netzplan (GIS-Plan) dargestellt (**Bild 3**). Diese Symbole können ihre Farbe von grün nach rot wechseln, wobei rot eine Überschreitung des künstlich gesetzten Limits bedeutet. AQUALYS nutzt für die Darstellung von Einzelsensoren und Sensorgruppen, die eine virtuelle oder eine physische Zone überwachen, einen speziellen Algorithmus. So sieht der Wassermeister auf einen Blick, ob signifikante Veränderungen im Netz erfolgt sind.

Einfach Anbindung an SCADA-Systeme

Neben der automatischen Datenanalyse ermöglicht das WLM-System eine sofortige Rohrbruchswarnung über 24 Stunden unabhängig ob batterie- oder netzgespeist. Die Software erlaubt außerdem eine Vielzahl von Vergleichs- und Abfragemöglichkeiten sowie einen automatisierten Datenexport und Import sowie die einfache Anbindung

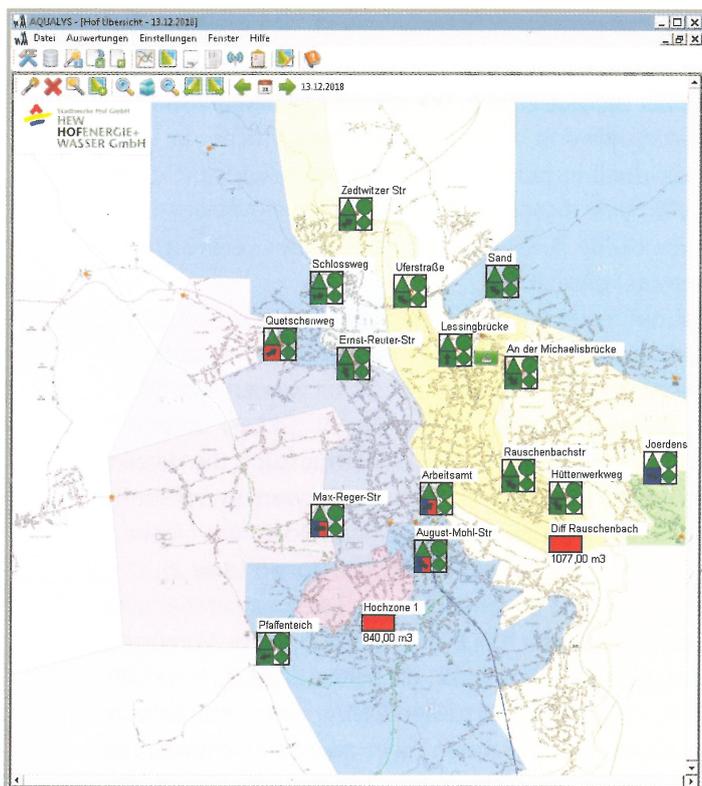


Bild 3: Netzplan mit Sondenpositionen

an vorhandene Leitsysteme. Das ist besonders wichtig, wenn das WLM-System in bereits vorhandene Infrastruktur eingefügt wird. Die Daten von unterschiedlichen Durchfluss-, Druck- oder Füllstandmessgeräten können in die AQUALYS importiert und berechnet werden. Somit kann die vorhandene Messtechnik in nahezu vollem Umfang in nur ein System integriert werden (**Infobox**).

Die Messprinzipien

Der magnetisch-induktive Durchflussmesser ist zur Messung besonders langsamer Fließgeschwindigkeiten ausgelegt. Die Messung der Fließgeschwindigkeit beginnt bereits ab 0,01 m/sek mit einer Auflösung von 0,001 m/sek. Absolutmessungen sind genauso möglich, aber in dieser Anwendung nicht unbedingt erforderlich. Der Fokus liegt auf den Vergleichen mit Tageswerten mit Vorwerten. Geringste Veränderungen im Fließverhalten können registriert werden. Der integrierte piezo-keramische Drucksensor mit einem Messbereich von 0 bis 20 bar ermöglicht die Aufzeichnung des dynamischen Druckverhaltens im Netz und liefert alle notwendigen Analysedaten. Ein hochempfindliches Mikrofon ist im WLM-Sensor integriert und ist ähnlich einem Geräuschlogger. Der herausragende Vorteil ist die Position, in einer von äußeren Störeinflüssen weitestgehend abgeschirmter Umgebung und seine direkte Verbindung zur Wassersäule. Dies ermöglicht eine gute Erkennung typischer Leckgeräusche, nicht nur über das Leitungsmaterial, sondern auch über die Wassersäule. Des Weiteren werden auch die Fließgeräusche aufgezeichnet und liefern wertvolle Daten zur Analyse. Darüber hinaus werden zur punktgenauen Leckortung die allseits bekannten Methoden angewendet. Die hydraulischen Parameter sind zur Bewertung der Auslastung bzw. des Zustandes des Leitungsnetzes ebenfalls hinzuziehen. Nach erfolgten Messungen zu Stoßzeiten, also bei höchstem Wasserverbrauch, kann die Belastungsfähigkeit des Netzes bzw. Netzabschnitten ermittelt werden. Dadurch ergibt sich mit der Installation der WLM-Sensoren eine weitere, in dieser Einfachheit bis dato nicht gekannte Möglichkeit zur Bewertung bzw. Diagnose von Wasserverteilnetzen im laufenden Betrieb.

Installation

Der WLM-Sensor wird wie ein Hausanschluss unter Druck z. B. über eine handelsübliche Sperrschelle, Absperrschieber oder über ein eigens dafür entwickeltes Sensor-Schacht-Modul verbleibend im Leitungsnetz installiert (**Bild 4**). Ein gut abgestimmter Einbau eines WLM-Systems kann sich in kürzester Zeit amortisieren. Darüber hinaus

ist eine nachhaltige und dauerhafte Kontrolle für Wasserversorgungssysteme durch die permanente Erfassung der wichtigsten hydraulischen Parameter und noch anderer Messwerte gewährleistet.

Referenzprojekte

Bisher haben Städte wie Tallinn (Estland), Riga (Lettland), Hof in Deutschland, Pula (Kroatien) und viele weitere das neue System eingesetzt, um schnell und sicher auftretende Leckagen frühzeitig zu erkennen und ihre Wasserverluste im Verteilsystem zu reduzieren.

Tallinn Waterworks hat im Jahre 2005 die ersten sechs Sensoren installiert und bereits nach knapp drei Monaten den ROI (Return of Investment) erreicht. Zwischenzeitlich sind 95 Sensoren installiert. Damit ist eine nahezu vollständige Überwachung des städtischen Wassernetzes durch das WLM-System gegeben.

Stadt Hof (Bayern) - HEW HofEnergie+Wasser GmbH

Die Stadt Hof liegt im Norden Bayerns und versorgt ca. 47.000 Einwohner mit Trinkwasser. Das Leitungsnetz-

werk umfasst ca. 250 km. Die Dimensionen reichen von DN 80 bis DN 600 und es sind verschiedene Materialien eingesetzt (PE, Stahl, Guss etc.). Durch die topographischen Höhenunterschiede erreichen die Drücke in den Zonen 4 bis 9,5 bar. Das Netz ist heute in drei große Hauptzonen unterteilt.

Die HEW hat im Jahr 2004 mit der Installation von vier WLM-Sensoren eine neue Überwachungsstrategie begonnen. Aus Mangel an begehbaren Schächten suchte man nach einer kostengünstigen Lösung und fand diese in dem angebotenen Sensor-Schacht-Modul.

Der Ein- und Ausbau (für eventuelle Revisionen) der Multiparameter-Sensoren dauert nur wenige Minuten. Somit war die Errichtung von Betonschächten nicht mehr erforderlich. Dies war ein enormer Vorteil, da besonders im Stadtzentrum der Platz sehr limitiert war und Bewilligungen zum Bau von Betonschächten nur selten erteilt wurden. Zu dieser Zeit arbeiteten diese Sensoren mit 4...20 mA auf dem bestehendem Leitsystem.

In den Folgejahren wurde das Messnetzwerk sukzessive mit weiteren WLM-Sensoren ausgebaut. Dem Umstand

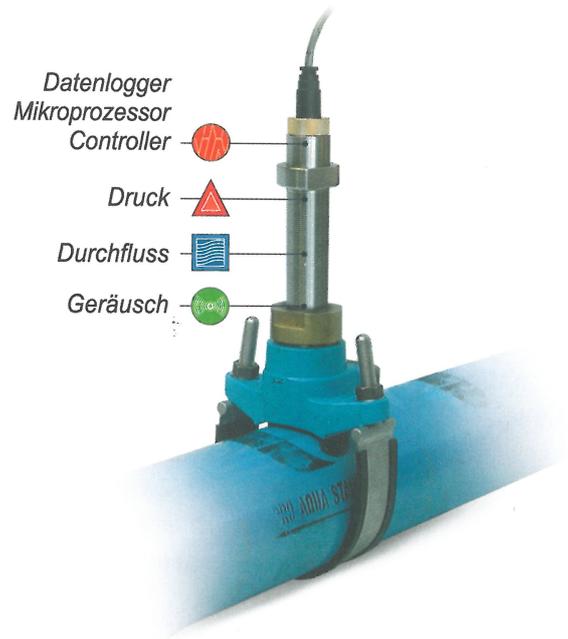
INFO

► WLM-SYSTEM

- Elektromagnetischer Eintauch-Durchflussmesser mit hoher Auflösung (1 mm/Sek.) misst bidirektional von 1 cm/Sek bis 9999 cm/Sek
- Multiparameter-Sensor mit integriertem Durchfluss-, Druck- und Geräuschsensor optional auch mit Temperaturfühler
- Geeignet zum Einbau in alle bekannten Rohrmaterialien ab Nennweiten 80 mm bis 2500 mm
- Installation wie ein Hausanschluss über Absperrschelle, Absperrhahn oder HAWLE-Sensorschacht-Modul (ersetzt übliche Schachtbauwerke)
- Sehr robust und IP68 geschützt, wartungsfrei, ohne bewegliche Teile
- Zahlreiche Messapplikationen:
 - alle normalen Einheiten (l/sek, m³/h, etc.)
 - Leckwassermenge (bei neuen Lecks)
 - Signalqualität der GPRS-Übertragung u.v.a.m.
- Fernübertragung, Leitungsgebundene Übertragung (GPRS, TCP)
- Messintervalle individuell einstellbar z. B.
 - Nachtmindest-Durchfluss, Minimum-Durchfluss, Maximal-Durchfluss, Min. oder Max. Druck etc.
- Alarm-Grenzen: automatisch und frei programmierbar
- Automatischer CSV (Excel) Ex- und Import
 - Remote – Control und Remote – Update
- Versorgung 12VDC, Akku, Netzgerät – Solar, Batteriebetrieb (3 Jahre)
- Verschiedene Schnittstellen zu vorhandenem SCADA-System
- Diagnosewerkzeug fürs Leitungsnetz, Online Leckwarnung und aktuelle Daten
- ideal zur virtuellen Zonenbildung
- Daten zur Erstellung der Wasserbilanz



Bild 4: Anbauselle mit Sensor und Einbau mithilfe eines Sensor-Schacht-Moduls



entsprechend wurden die ersten vier Sensoren ebenfalls auf die „Vollversion“ umgebaut (Digitalübertragung). Die zugehörige Software AQUALYS wird fortan als Hauptanalyse-Software verwendet. Die Datenübertragung erfolgt über das hauseigene Kabelnetz. Martinek lieferte auch hierfür die passenden Modems. Neben den WLM-Sensoren sind auch Durchflussmesser mit Installationsdatum vor 2004 im Einsatz. Damit Leckagen noch schneller entdeckt werden können, wurden diese drei großen Zonen in kleinere virtuelle Zonen unterteilt. Im Hinblick auf die Länge des Netzwerkes ist ein Sensorabstand von ca. 10 km pro Sensor erreicht.

Motivation zur Wasserverlust-Überwachung

Die neue Sensortechnologie erfasst Leckagen in einem sehr frühen Stadium. Auch kleine Fließgeschwindigkeiten werden bereits ab 1 cm/Sek verlässlich registriert. Die Technologie ermöglicht eine hochauflösende Überwachung des gesamten Netzwerkes ohne physikalische Unterteilung in Zonen. Dadurch kann der Einsatz für die Leckortung erheblich reduziert werden. Mit der Installation in Hof konnten die installierten Sensoren einerseits zeitgenau die Entstehung von Leckagen erfassen und andererseits nachhaltig die Kosten der Leckdetektion senken.

Fazit

Die Multiparametermessung zeigt neue Wege in der Beurteilung des Wasserverlustes in Versorgungsnetzen

auf. Die direkte, täglich aktuelle Situationserfassung liefert die verlässlichsten Daten, aus denen die Maßnahmen zur Verlustreduzierung der Ressource Trinkwasser abgeleitet werden sollten. Neben der reinen Reduzierung von Leckagen ermöglicht das System Versorgern, ein cleveres Netzmanagement, das auch die Faktoren Instandhaltung und Auslegung berücksichtigt.

AUTOREN



▶ **DI (FH) DIETER MARTINEK**
MARTINEK GmbH
Measurement Technology
6840 Götzis (Österreich)
Tel.: +43 720 210021
office@martinek.org
www.martinek.org.

▶ **PETER MARTINEK**
MARTINEK GmbH
Measurement Technology
6840 Götzis (Österreich)
Tel.: +43 720 210021
office@martinek.org
www.martinek.org.