

# Innovative Netzüberwachungstechnologien zur Unterstützung der Sisyphusarbeit des Wasserverlust-Managements

Jörg Kölbl und Peter Martinek

*Das Management von Wasserverlusten in Wasserverteilnetzen stellt eine der größten Herausforderungen der zentralen Trinkwasserversorgung dar. Jedes Wasserversorgungsnetz weist eine bestimmte Schadensdynamik auf, und es gilt in Abwägung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen geeignete Maßnahmen zur Netzüberwachung, Leckortung und Schadensbehebung zu setzen. Moderne Technologien erleichtern das Erkennen und Auffinden von Leckagen und liefern essentielle Informationen für den Netzbetrieb und die Interpretation des Zustands des Rohrnetzes. Dieser Artikel beschreibt die Herausforderungen der Wasserverlust-Überwachung, geht auf Entwicklungen in der Wasserverlust-Bekämpfung ein, erläutert die Anforderungen an ein Netzüberwachungssystem und beschreibt die Technologie der Multi-Parameter-Messung.*

Wenn man den Aufgabenbereich von Wasserversorgungs-Unternehmen hinsichtlich Überwachung des Versorgungsnetzes und Leckortung näher betrachtet, wird man zwangsläufig an die Geschichte des Sisyphus erinnert. Dieser versuchte vergeblich seinen Stein auf den Gipfel des Berges zu wälzen und musste nach jeder noch so großen Anstrengung eine Enttäuschung hinnehmen. Ähnlich ist es bei der Bekämpfung von Wasserverlusten: Es wird nie gelingen, die Verluste eines Wasserversorgungssystems vollständig zu eliminieren. Vielmehr wird es immer wieder Ereignisse und Entwicklungen geben, die ein Wasserversorgungs-Unternehmen in der Verlustbekämpfung zurückwerfen – einzelne Rohrbrüche im System oder auch schleichend ansteigende Leckagen kritischer Leitungsgruppen, die zum Beispiel von Korrosion betroffen sind.

Der Einsatz moderner Messtechnik macht es möglich, dass die Bürde eines Sisyphus nicht immer wieder von vorne beginnt. Der Aufwand für die Netzüberwachung und die Leckortung darf nicht unterschätzt werden. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint dieser Aufwand ineffizient und ist daher meist unpopulär. Die mediale Beachtung bei der Eröffnung eines neuen Wasserspeichers, eines

neuen Brunnens oder einer neuen Meerwasserentsalzungsanlage ist im Vergleich zur Wasserverlust-Bekämpfung meist ein pompöser Akt, der auch von Entscheidungsträgern und Politikern gerne zu Marketingzwecken genutzt wird.

Die Behebung einer Leckage oder die Erneuerung einer Leitung lässt sich weitaus weniger gut zur Imagepflege vermarkten. Vielmehr überwiegt bei diesen Themen die negative Berichterstattung über spektakuläre Rohrbrüche, gesperrte Straßen oder ein vermeintlich desolates Rohrnetz.

Jedoch kann die Implementierung eines Wasserverlust-Managements, das dem Stand der Technik entspricht, enorme Einsparungs- und Ertragspotentiale mit sich bringen, und die damit erzielte Reduzierung an Wasserverlusten kann zu großen Mengen an „wiedergewonnenem“ Trinkwasser führen, welches sinnvoll für den eigentlichen Verwendungszweck genutzt werden kann und somit Investitionen in neue Ressourcen verzögert oder gar ersetzt.

## Entwicklungen in der Wasserverlust-Bekämpfung

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass im vergangenen Jahrzehnt beachtliche Anstrengungen in Richtung Wasserverlust-Reduktion, in unterschiedlichen Ansätzen,

unternommen wurden. Im Jahre 1999 hat Edith Cresson – Mitglied der Europäischen Kommission und zuständig für Forschung und Innovation – die vier wichtigsten Maßnahmen in einer EU-weiten Broschüre „Wasser – eine lebenswichtige Ressource in Gefahr“ formuliert, wobei eine der gesetzten Maßnahmen die „Verhinderung und Aufdeckung von Leckagen und Techniken zur Erneuerung von Versorgungssystemen“ war [1].

Zeitnah wurde auch das deutsche DVGW-Arbeitsblatt W 392 zum Thema Rohrnetzüberwachung und Wasserverluste veröffentlicht [2]. Es beschreibt unter anderem auch Aufgaben der Netzüberwachung und Leckortung. Einen weiteren Meilenstein setzte die neu überarbeitete österreichische Richtlinie ÖVGW W 63 (2009) zu Wasserverlusten in Trinkwasser-Versorgungssystemen [3]. Diese Richtlinie enthält auch Empfehlungen der International Water Association (IWA) zur Berechnung einer Wasserbilanz und von Kennzahlen sowie über Maßnahmen zur Verminderung von Wasserverlusten in Versorgungssystemen (Alegre et al. [4], Lambert and Hirner [5], Morrison et al. [6] und Pilcher et al. [7]).

In einigen Standpunkten weicht die ÖVGW W 63 (2009) aber von den Empfehlungen der IWA ab. Das betrifft vor allem das Thema Druck-

Management sowie die Überwachung nicht in physische Messzonen (District Metered Area, DMA) unterteilter Versorgungssysteme, wo innovative Technologien beschrieben werden.

Während die IWA das Thema Druck-Management als zentralen Teil des Wasserverlust-Managements sieht, weist die ÖVGW W 63 (2009) darauf hin, dass „entsprechend den in Österreich gültigen rechtlichen und technischen Standards (z.B. ÖNorm B 2538 [8]) bei bekannt schlechtem Netzzustand ein Druck-Management als Ersatz für die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen abzulehnen ist“. Es wird auch ausgeführt, dass „Druckmanagement aber helfen kann, in der Zeitspanne zwischen Erkennen der Leckage und Instandsetzung die Wasserverluste zu reduzieren“.

Druckreduktion ist in der Regel eine Symptombekämpfung, geht aber nicht gegen die eigentlichen Ursachen vor. Vielmehr erschwert das Absenken des Versorgungsdruckes das Auffinden von Leckagen und behindert damit nachhaltige Reparaturen und Erneuerungsmaßnahmen. Das Problem, dass durch Löcher, Risse und sonstige Undichtigkeiten Wasser weiterhin ins Erdreich versickert, ist nach wie vor gegeben, und ohne die Implementierung zusätzlicher Überwachungsmaßnahmen wie Durchflussmessungen fehlt nach wie vor die Kontrolle im Leitungsnetz.

Ein weiteres wesentliches Thema im Wasserverlust-Management ist die Bewertung der Höhe von Wasserverlusten und die Berechnung von Wasserverlustkennzahlen. Die Basis dazu stellt in der Regel eine Wasserbilanz dar, welche die in das System eingespeisten Mengen den verschiedenen Entnahmen (zum Beispiel Abgabe an Kunden, unentgeltlicher Verbrauch) gegenüberstellt. Als Wasserbilanz hat sich in den letzten Jahren die IWA Methodik etabliert und die IWA Wasserbilanz ist auch in den Richtlinien DVGW W 392 (2003) und ÖVGW W 63 (2009) enthalten.

Dass die Erstellung einer solchen Bilanz mit gewissen Schwierigkeiten behaftet ist, weiß jeder, der eine solche Bilanz bereits erstellt hat. So lassen sich manche Komponenten nur schätzen oder es gibt Probleme in der zeitlichen Abgrenzung beispielsweise von Verbrauchsdaten. Eine Bilanz, wie schon der Begriff ausdrückt, ist eine zeitliche Darstellung einer abgelaufenen Periode – im Regelfall ein Jahr. Sie zeigt also auf, in wie weit die abgegebenen Wassermengen den eingespeisten Mengen entsprechen beziehungsweise welcher Anteil der eingespeisten Wassermenge als verrechenbare Wassermenge abgegeben wurde.

Wasserbilanzen und daraus errechnete Kennzahlen sind elementare Komponenten eines Wasserverlust-Managements, jedoch handelt es sich dabei um relativ träge Instrumente, die sich in der Regel auf längere, bereits vergangene Zeiträume beziehen. Sie dienen somit vor allem einer langfristigen Beobachtung der Wasserverlust-Entwicklung und können unter anderem



Grundlage für strategische Entscheidungen zum Wasserverlust-Management sein. Wasserbilanzen und Kennzahlen geben aber keinen oder nur sehr geringen Aufschluss über die kurzfristige Schadensdynamik eines Wasserversorgungsnetzes und damit über die wirklichen Herausforderungen des laufenden Netzbetriebes und der Instandhaltung.

In der Einleitung ist bereits Sisyphus angesprochen worden. Vielleicht etwas weit hergeholt – aber auch in der Wasserverlust-Bekämpfung sind es fortwährende Bemühungen, die wegen ständig neu auftretender Leckagen im Rohrnetz nie zu einer totalen Zielerreichung in Form einer vollständigen Eliminie-

rung von Wasserverlusten führen. Je nachdem, welche Anstrengungen unternommen werden, gelingt es, den Stein besser oder schlechter in die Nähe des Zieles zu bringen. Umgelegt auf ein Wasserversorgungsnetz heißt das: Je mehr Anstrengungen für Netzüberwachung, Leckortung, Reparatur und Rehabilitation unternommen werden, desto größer sind die Erfolge in der Wasserverlust-Reduzierung. Dennoch werden sich die Wasserverluste auch mit noch so großen Investitionen nie auf Null reduzieren lassen. Es gilt daher abzuwägen, bis zu welchem Ausmaß Maßnahmen kosteneffizient beziehungsweise notwendig sind.

### Anforderungen an ein Netzüberwachungssystem

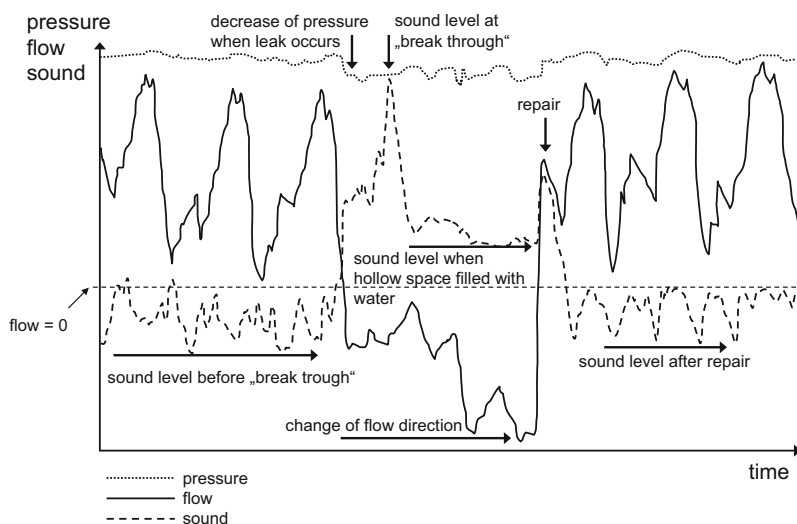
Um langfristig und nachhaltig geringe Wasserverluste erreichen zu können, bedarf es jedenfalls eines dem Stand der Technik entsprechenden Wasserverlust-Managements, wozu auch eine permanente Überwachung des Versorgungsnetzes gehört.

Art und Ausmaß der Netzüberwachungssysteme sind von einigen Faktoren abhängig, unter anderem von

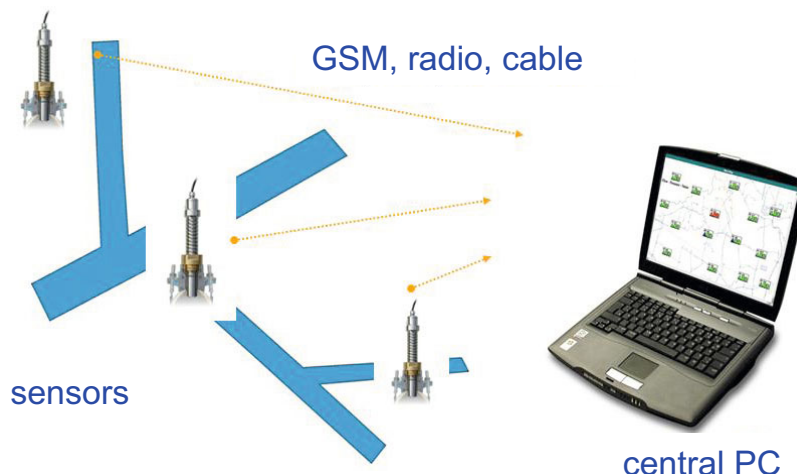
- der Versorgungsstruktur,
- der Netzlänge oder
- den Gestehungs- und Verteilungskosten.

Ein effektives und effizientes Überwachungssystem hat folgende Kriterien zu erfüllen:

- Veränderungen von Durchflussmenge und -richtung sowie Änderungen des Versorgungsdruckes, die auf Leckagen hinweisen, müssen verlässlich angezeigt werden.
- Das System muss räumliche Hinweise auf den betroffenen Teil des Versorgungsnetzes geben, damit die Leckortung gezielter, schneller und effizienter durchgeführt werden kann.
- Es soll eine quantitative Abschätzung der Größe der Leckage ermöglichen, um unwirtschaftliche Instandhaltungsmaßnahmen sehr kleiner Leckagen zu vermeiden.
- Der Einbau soll vor der Inangriffnahme umfangreicher Rehabilitations-Arbeiten erfolgen. Damit können die notwendigen Informationen, wo, wie und wann die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen gesetzt werden sollen, gewonnen werden. Je mehr Informationen durch ein Überwachungssystem geliefert werden können, umso besser und verlässlicher kann der Netzzustand bewertet und über die Effizienz verschiedener Instandhaltungsmaßnahmen auf Basis fundierter Fakten entschieden werden.



**Bild 1.**  
Beispiel einer Multi-Parameter-Messung (nach Kölbl [9]).



**Bild 2.**  
Prinzip der Überwachung mittels WLM-SYSTEM.

- In weiterer Folge wird das Überwachungssystem die durch die laufenden Instandhaltungsarbeiten erzielten Verbesserungen aufzeigen.
- Das System sollte kosteneffizient sein und Zusatzinformationen für den täglichen Netzbetrieb liefern.
- Der Einsatz eines modernen Netzüberwachungssystems muss Nachhaltigkeit in der Wasserverlust-Reduzierung bewirken.

### Multi-Parameter-Messungen

Eine Technologie, die diese Kriterien unterstützt und in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat, ist die Multi-Parameter-Messung. Dabei werden mehrere Parameter wie

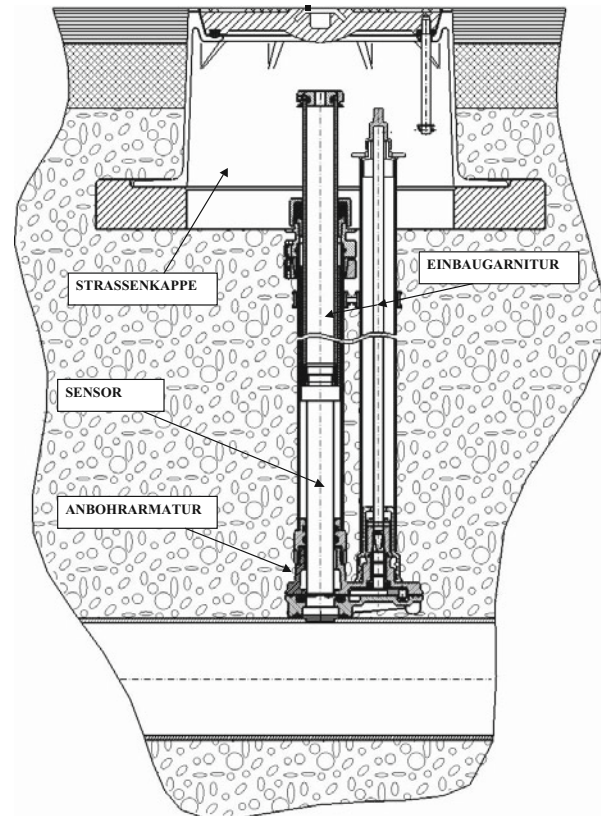
- Durchfluss
- Druck
- Geräusch

zeitgleich im Netz gemessen und aufgezeichnet. Die Messungen können auch mit anderen, nicht leckrelevanten Parametern wie zum Beispiel der Temperatur des Wassers kombiniert werden. Durch die gemeinsame Auswertung der leckrelevanten Parameter ergeben sich wesentlich bessere Interpretations-

möglichkeiten als durch alleinige Messungen der Einzelparameter [10]. Ein Beispiel für die Erkennung eines Rohrbruches und die damit verbundene Entwicklung der gemessenen Parameter Durchfluss, Druck und Geräusch zeigt **Bild 1**.

Grundsätzlich sollte die Interpretation der Multi-Parameterwerte durch den Vergleich aktueller Daten mit Vordaten zu vergleichbaren Verbrauchsverhältnissen im Rohrnetz erfolgen, etwa Werte aus beruhigten Nachtzeiten (Nachtminimum). Die ÖVGW Richtlinie W 63 (2009) empfiehlt diese Technologie speziell für die permanente Überwachung von hydraulisch nicht abgegrenzten Netzbereichen, also großen Zonen, die nur durch eine alleinige Einspeisemessung nicht ausreichend überwacht werden können.

Neben Individuallösungen gibt es bereits ausgereifte Systeme am Markt, deren Sensoren mit der zurzeit verfügbaren technischen Sensitivität arbeiten – zum Beispiel das WLM-SYSTEM (**Bild 2** bis **Bild 4**). Integrierte Datenspeicherfunktionen mit praktikabler Anbindung an fernwirktechnische Systeme sowie eine geeignete Auswertesoftware mit automatischer Grenzwert-



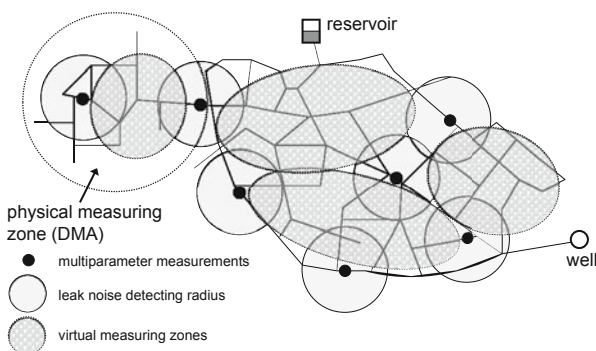
**Bild 3.** Einbau eines WLM-Sensors mittels Spezialschacht (Skizze).



bildung und einer quasi künstlichen Intelligenz sind ebenfalls Stand der Technik. Der entscheidende Vorteil eines solchen Systems bei der Komplexität der Überwachung mehrerer physikalisch-hydraulischer Parameter ist die vollautomatische Überwachungsfunktion mit einfacher Darstellung der einzelnen Sensoren auf einer Bildschirmoberfläche. Dies kann in Ampelfunktion (rot/grün) erfolgen, wobei „rot“ eine Grenzwertüberschreitung anzeigt und „grün“ die Einhaltung von Grenzwerten indiziert. Damit wird eine schnelle und automatisierte, täg-



**Bild 4.** Beispiel eines mittels Spezialschacht in der Straßenoberfläche eingebauten WLM-Sensors.



**Bild 5.** Prinzip der Überwachung physischer und virtueller Messzonen mittels Multi-Parameter-Messung (nach Kölbl [9]).

liche Beurteilung des Netzzustandes ermöglicht.

Für aussagekräftige Messungen sind jedenfalls eine ausreichende Messstellendichte in Abhängigkeit der gemessenen Parameter sowie der permanente Betrieb der Messgeräte erforderlich. Dabei ist insbesondere bei der Geräuschpegelmessung der Detektionsradius der Messgeräte, aber viel mehr die Bedingungen der Geräuschentwicklung und Geräuschausbreitung zu berücksichtigen (siehe unterschiedliche Kreise in **Bild 5**). Neben dem Einsatz in großen Zonen, wo auf die Überwachung von „virtuellen“ Zonen, also jenen Bereichen zwischen den Messpunkten, gesetzt wird, eignen sich Multi-Parameter Systeme natürlich auch zur Überwachung von physischen Messzonen.

Damit sich die gewünschten Erfolge in der Wasserverlust-Bekämpfung auch einstellen, ist eine rasche Behebung der Schadstellen unumgänglich. Durch eine Risikobewertung der Leckage (quantitativ, räumlich, mögliches Schadenspotential) kann im Vorfeld einer Reparatur oder Erneuerung eine Prioritätenreihung vorgenommen werden, womit ein wesentlicher Beitrag zur Kostenoptimierung gegeben ist.

Die Trendwende von einer trägen, statistischen Kontrolle zur täglichen, dynamischen und direkten Überwachung eines Wasserversorgungsnetzes mit sofortiger Reaktionsmöglichkeit schafft die Voraussetzung für ein zeitgemäßes, kostensparendes und zuverlässiges Leitungsnetz-Management.

**Literatur**

[1] Cresson, E.: Wasser – Eine lebenswichtige Ressource in Gefahr: Weltweiter Wassermangel, Stop der Umweltverschmutzung, Stop der Vergeudung (1999). Was macht Europa? (5), Europäische Kommission / Generaldirektion Wissenschaft, Forschung und Entwicklung. Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg. EDZ-1510.80.5

[2] DVGW W 392: Rohrnetzinspektion und Wasserverluste – Maßnahmen, Verfahren und Bewertung. DVGW, Bonn, Deutschland, 2003.

[3] ÖVGW W 63: Wasserverluste in Trinkwasserversorgungssystemen. Richtlinie der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Wien, Österreich, 2009.

[4] Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W. and Parena, R.: Performance Indicators for Water Supply Services. – Second Edition, Manual of Best Practice, IWA Publishing, London, UK. ISBN 1843390515, 2006.

[5] Lambert, A. and Hirner, W.: Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures. IWA Blue Pages, London, 2000.

[6] Morrison, J., Tooms, S. and Rogers, D.: District Metered Areas Guidance Notes. Guideline of IWA Water Loss Task Force, 2007.

[7] Pilcher, R., Hamilton, S., Chapman, H., Field, D., Ristovski, B. and Stapely, S.: Leak Location and Repair Guidance Notes. Guideline of IWA Water Loss Task Force, 2007.

[8] ÖNorm B 2538: Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen – Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 805. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Österreich, 2002.

[9] Kölbl, J.: Process Benchmarking in Water Supply Sector: Management of Physical Water losses. Dissertation an der Technischen Universität Graz, Österreich, 2009.

[10] Kölbl, J., Martinek, D., Martinek, P., Wallinger, Ch., Fuchs-Hanusch, D., Zangl, H. and Fuchs, A.: Multiparameter Measurements for Network Monitoring and Leak Localising. IWA Konferenz Water Loss 2009, Kapstadt, Südafrika. ISBN 978-1-920017-5.

**Kontakt:**

**MWM – Martinek Water Management GmbH,**  
**Peter Martinek,**  
**Mozartstraße 23,**  
**A-6845 Hohenems,**  
**Tel. (0043 5576) 75510,**  
**Fax (0043 5576) 78170,**  
**E-Mail: office@martinek.org,**  
**www.martinek.org**