

# Intelligente Wassernetze

Rafael Rüdel, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

## 1 Einleitung

Die Grundsteine für die zentralen Wasserversorgungssysteme in Deutschland wurden größtenteils bereits im vorletzten Jahrhundert während der Industrialisierung gelegt. Heute werden in Deutschland nahezu 100% der Einwohner über ein ca. 500.000 km langes Leitungssystem beliefert. Für Verbraucherinnen und Verbraucher ist es eine Selbstverständlichkeit, dass täglich frisches Wasser aus den Leitungen kommt.

Die Instandhaltung dieser Rohrnetznetze ist eine Kernaufgabe der mehr als 6.000 Wasserversorgungsunternehmen, die derzeit ebenso wie andere Unternehmen nahezu aller Wirtschaftssektoren vor der Frage stehen, wie ein weiterer Megatrend nach der Industrialisierung, nämlich die Digitalisierung, genutzt werden kann, um die erforderlichen Anpassungsprozesse intelligent zu gestalten.

Eine weitreichende Automatisierung ermöglicht bereits heute die sichere und effiziente Steuerung und Überwachung von Anlagen der Wasserversorgung. Prognose- und Assistenzsysteme werden die Sicherheit und Effizienz der Prozesse auch weiterhin verbessern. Aus der fortschreitenden Nutzung neuer digitaler Möglichkeiten in der öffentlichen Wasserversorgung – häufig auch unter dem Begriff „Wasser 4.0“ zusammengefasst und diskutiert - gehen zunehmend neue Produkte hervor, die auch Lösungen für den Betrieb und die Instandhaltung von Wasserverteilungsnetzen bieten.

In diesem Beitrag werden einige Lösungsansätze vorgestellt. Anhand eines konkreten Anwendungsfalls - der Einrichtung eines erweiterten Systems zum Wasserverlustmanagement und zur Leckageortung im GELSENWASSER-Netzgebiet „Südlich der Ruhr“ - werden die ersten bei der Planung, Installation und beim Messstellenbetrieb gewonnenen Erfahrungen geschildert.

## 2 „Intelligente Wassernetze“/„Wasser 4.0“ – worüber sprechen wir konkret?

Der im Zusammenhang mit der Diskussion digitaler Anwendungen vielfach verwendete Begriff „Wasser 4.0“ ist in Anlehnung an „Industrie 4.0“ entstanden. Industrie 4.0 beschreibt inhaltlich die vierte industrielle Revolution, nach der Entwicklung der Dampfmaschine Anfang des 19. Jahrhunderts, der Einführung der Massenproduktion (Anfang des 20. Jahrhunderts) sowie der Einführung der Digitalisierung und Robotik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Die vierte Revolution beinhaltet im Kern die Vernetzung sämtlicher Elemente der Produktionskette und die daraus resultierenden Möglichkeiten einer datengetriebenen Produktion. Wagner

Für Wasser 4.0 gibt es jedoch keine einheitliche Definition. Im internationalen Sprachgebrauch werden synonym die Begriffe „Smart Water“, „Smart Water Grid“, „Smart Water Network“ und im größeren Kontext auch „Smart City“ verwendet (Chan 2014, Wagner, Korth, 2017).

Letztendlich lässt sich der Begriff „Intelligentes Wassernetz“ am besten beschreiben als integriertes Konstrukt von Produkten, Lösungen und Systemen, die ein Unternehmen befähigen,

- kontinuierlich ferngesteuert Probleme anzuzeigen und zu diagnostizieren,
- Wartungsaufgaben zu priorisieren und managen,
- Daten für die Optimierung aller Belange des Wasserverteilungssystems zu nutzen.

Aus dieser Definition lässt sich das in Abbildung 1 dargestellte Schema ableiten.



Abbildung 1: Ebenen von Wasser 4.0 bzw. eines Smart Water Network (Chan 2014).

Die physische Schicht (Leitungsnetz, Pumpen, Behälter) wird mit Sensorik (Qualitäts- und Quantitätssensoren) ausgestattet, deren Daten gesamtseitlich erfasst und ausgewertet werden. Daraus ergeben sich verschiedene datengetriebene Anwendungen, die auf eine Verbesserung des Systemverständnisses und der Systemüberwachung sowie auf Kontrolle abzielen. Ein wesentliches Merkmal dabei ist, dass alles „online“, also in Echtzeit geschieht.

Auf dieser Grundlage wurden folgende Ziele zu einer bedarfsgerechten Umsetzung eines „intelligenten Wassernetzes“ in der Wasserverteilung bei GELSENWASSER AG formuliert:

- verbesserte Visualisierung der Betriebszustände,
- optimierte Sammlung, Verdichtung und Auswertung von Massendaten,
- Vernetzung bereits realisierter Einzel-/Teillösungen.

Und darüber hinaus

- Identifizieren und Nutzen von Potentialen der weiter gehenden Onlinemessung,

- Anwendung selbstlernender Systeme.

Grundsätzlich vorangestellt ist dabei immer die Fragestellung: Der technischen Machbarkeit sind nahezu keine Grenzen mehr gesetzt, aber was ist operativ sinnvoll und liefert dem Unternehmen einen nutzbaren Mehrwert?

Mit der Abhängigkeit von informationstechnischen Systemen wächst auch die Anfälligkeit für Cyber-Attacken. Die IT-Sicherheit der kritischen Wasserinfrastrukturen muss daher bei der Umsetzung von technisch fortschrittlichen Lösungen einer datengetriebenen Systemüberwachung eine wesentliche Rolle spielen.

Aus Sicht der GELSENWASSER AG ist die richtige Vorgehensweise deshalb, schrittweise innovative Lösungen zu implementieren, die die Effizienz oder Flexibilität erhöhen ohne die Sicherheit zu gefährden. An den beispielhaft herausgegriffenen Projekten lässt sich die aktuelle Richtung der Entwicklung in den Wassernetzen erkennen und hoffentlich auch ihre Zukunft als Teil der vernetzten Stadt erahnen (Papenkorth, Neumann, 2018).

### **3 Digitale Lösungen bei der Überwachung von Trinkwassernetzen**

Rohrschäden in einem Trinkwassernetz werden in der Regel wahrgenommen und dem Wasserversorger gemeldet, wenn Wasser aus dem Boden austritt. Doch nicht immer ist der anstehende Boden so undurchlässig, dass sich das Wasser aus der defekten Rohrleitung austretende Wasser an die Oberfläche drückt. Klüftige Böden können große Mengen Wasser über lange Zeit in tiefere Schichten bis ins Grundwasser ableiten, ohne dass dies an der Oberfläche wahrzunehmen ist. Um auch unter diesen Bedingungen Rohrschäden aufspüren zu können und um größere, sich auf die Dauer aufsummierende Wasserverluste zu vermeiden, ist eine angepasste systematische Leckageüberwachung und -ortung erforderlich.

Methoden wie die elektroakustische Leckageortung über den Körperschall oder den Wasserschall einer Leitung sind zwar erprobte und hinreichend genaue Verfahren, können aber nur auf einzelnen Leitungssträngen angewendet werden. Eine kontinuierliche flächendeckende Kontrolle ist so nicht, bzw. nur mit sehr großem Aufwand, möglich. Ein größeres Netzgebiet kann mittels einer Zonenüberwachung – die Durchflussmessung an allen Ein- und Ausspeisepunkten einer definierten Zone – überwacht werden. Kombiniert man die Zonenüberwachung mit einer Nachtmindestverbrauchsmessung, können zonenscharf Leckagen detektiert werden. Da sich diese Zonen aber in der Regel über mehrere Kilometer Leitungslänge erstrecken, ist eine genaue Ortung der Leckage mit diesem System ebenfalls nicht möglich. Erst durch eine anschließende Suche mittels gezielter elektroakustischer Ortung können die Schäden gefunden werden. Diese Vorgehensweise stellt für den Wasserversorger einen hohen Personal- und Kostenaufwand dar.

Entwicklungen in der Mess-, Datenübertragungstechnik und der IT bergen nun aber das Potenzial, neue Systeme in den Trinkwassernetzen zu installieren, die eine

genauere und schnellere Leckageortung ermöglichen. Neben der Weiterentwicklung bestehender Systeme und der Kombination mit neuen Technologien, ermöglicht die voranschreitende Vernetzung von Daten den einschlägigen Herstellern (z.B. Sewerin, FAST, vonRoll hydro) die Entwicklung neuer Systeme, deren Umsetzung vor wenigen Jahren aufgrund der gegebenen Limits insbesondere bei der Datenübertragung und -speicherung noch nicht möglich war. Die vorrangig gemessenen Parameter sind entweder der durch störungsbedingten Wasseraustritt erzeugte Schall oder der Durchfluss. Im Folgenden werden beide Ansätze, die im Rahmen von Projekten bei GELSENWASSER näher betrachtet wurden, dargestellt.

### 3.1 Weiterentwicklungen bei Datenübertragung und Visualisierung

Das System „Watercloud“ der FAST GmbH basiert auf einer Kombination aus akustischer Leckageortung mittels Hydrophonen und Körperschallmikrophonen mit Funkmodulen. Diese Kombination ermöglicht die in der Regel an Armaturen gemessenen Geräuschpegel an einen Server zu übertragen, der diese anschließend mit Hilfe einer Software visualisieren kann. Die Auswertung der Messdaten kann also sowohl vor Ort, als auch an einem bestimmten Arbeitsplatz erfolgen. Ein aufwändiges „walk-by“-Einsammeln der Daten ist nicht mehr erforderlich. Sind mehrere Messgeräte in einem Netzgebiet installiert, kann eine Leckage über den unterschiedlichen Geräuschpegel an den einzelnen Messgeräten vorgeortet werden (FAST, 2018). Die Messungen finden in der Nacht zwischen 2 Uhr und 4 Uhr statt. Ist ein steigender Trend zu erkennen, wird für den Anwender eine Meldung einer möglichen Leckage über einen Ampel-Farbcode (Abbildung 2) erzeugt.

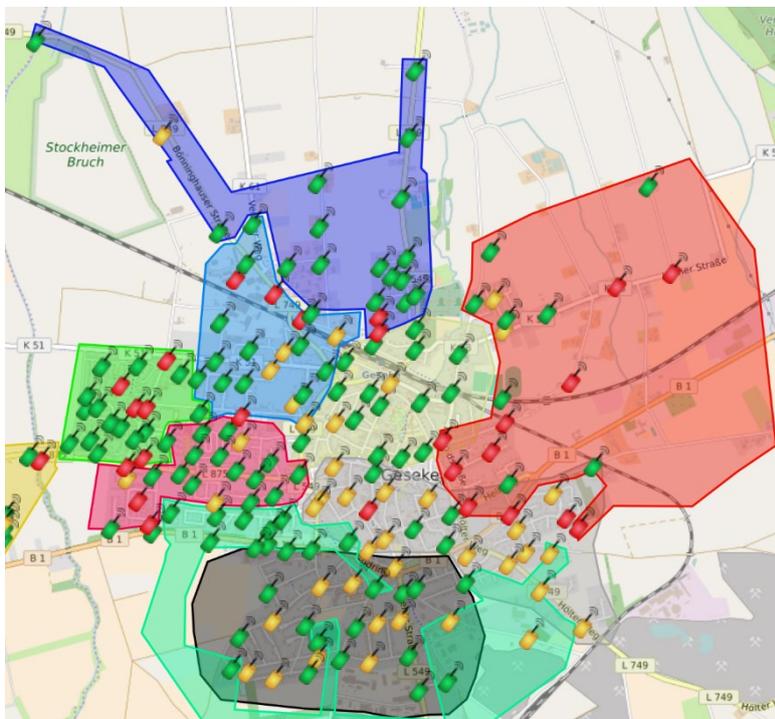


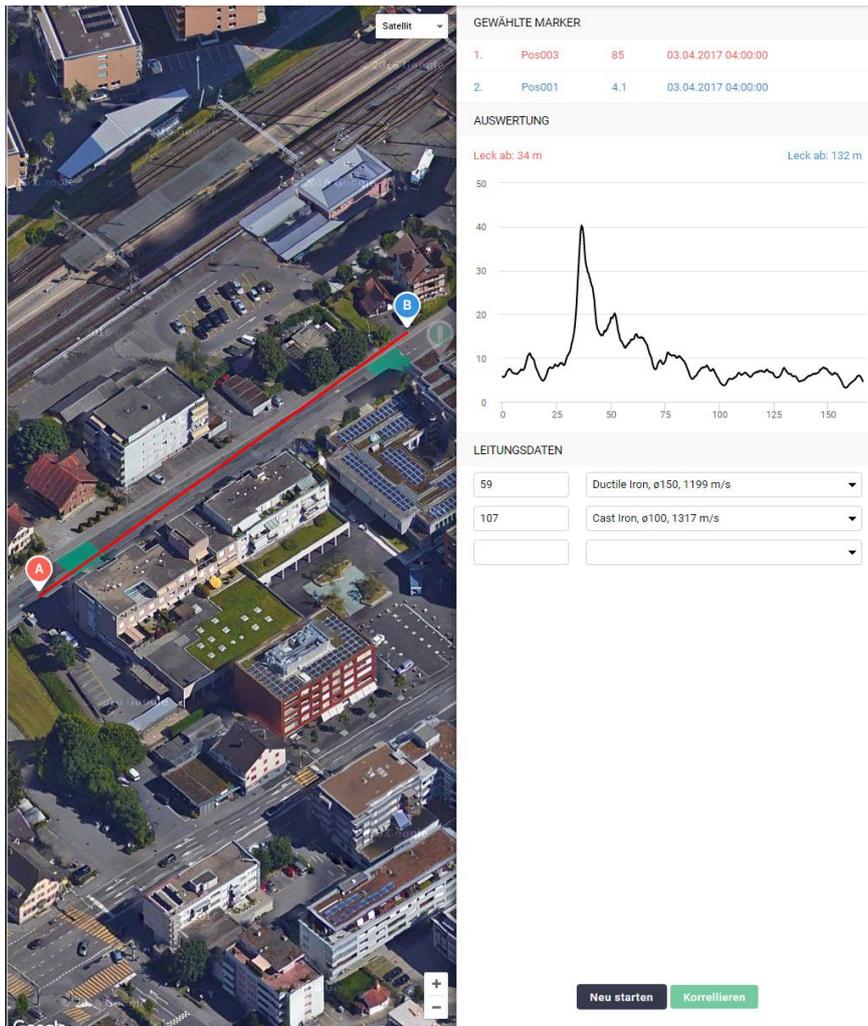
Abbildung 2: Webansicht der „Watercloud“ (FAST 2018)

Eine kontinuierliche, aussagekräftige Messung erfordert eine hohe Messstellendichte mit entsprechend großer Anzahl an Messgeräten. Daher wurden Zonen eingerichtet, in denen die einzelnen Messgeräte regelmäßig versetzt werden. Über die Färbung wird auf eine mögliche Leckage (Gelb) oder eine geortete Leckage (Rot) hingewiesen.

Für jeden Datenlogger wird ein sogenannter „Repeater“ in unmittelbarer Nähe benötigt. Die Übertragung der Daten auf den Server wird über einen Netzwerkmaster mit Mobilfunk-Router realisiert. Fällt ein Baustein dieser Kette aus, entfällt in der Regel die Funktion für eine gesamte Messzone. Weitere Einschränkungen resultieren aus korrodierenden Kontaktstellen der mittels Magnet vorrangig an Hydranten befestigten Körperschallmessgeräte. Dies erfordert eine regelmäßige Reinigung der Dauermessstellen. Die alternative – und zum Teil exaktere – Wasserschallmessung mittels Hydrophon kann in der Regel nur für kurzzeitige Messungen eingesetzt werden, da der Hydrant seine betriebliche Funktion durch das aufgesetzte Messgerät verliert.

Vor diesem Hintergrund verfolgt zum Beispiel die Hinni AG mit einem Hydrantenkolben mit integriertem Hydrophon („System LORNO“) einen anderen Ansatz. Die Funktion des Hydranten wird durch dieses System nicht beeinträchtigt und die Hydrophone können dauerhaft verbaut bleiben. Zudem erfolgt die Wasserschallmessung, weniger beeinträchtigt durch Umgebungsgeräusche, nahe an der Rohrleitung. Mit Hilfe eines Funkmoduls können die vom „smarten“ Hydrantenkolben ermittelten Massendaten der einzelnen Hydranten auf Server übertragen und ausgewertet werden (*Hinni, 2018*). Die Korrelation zwischen den Messstellen ermöglicht die Vorortung von Rohrschäden mit einer Genauigkeit von 20 m.

Das System „ORTOMAT MTC“ der Fa. vonRoll stellt eine weitere Lösung der weiterentwickelten Leckageüberwachung dar. Es basiert auf einem Schallpegelmessgerät mit batteriebetriebenem Datenlogger, der in der Straßenkappe platziert werden kann. Bei metallischen Kappen ist gegebenenfalls eine Anordnung außerhalb der Kappe notwendig, da das Funksignal ansonsten nicht ausreichend stark ist. Der Logger kann bei Bedarf auch zusätzliche Messparameter (wie z. B. Druck-, Durchfluss- und Füllstandsdaten) aufzeichnen. Die Datenübertragung zum Server erfolgt über Mobilfunk, die Einrichtung separater Funknetze mit Relais ist also nicht erforderlich.



**Abbildung 3: Messpunkte mit visualisierter Korrelation (vonRoll hydro 2018)**

Für die Visualisierung der Daten kommen handelsübliche Browser zum Einsatz. Über eine Korrelationsmessung zwischen den einzelnen Messpunkten können die identifizierten Rohrschäden bzw. Leckagen bereits sehr genau vorgeortet werden.

### 3.2 Weitergehende Ansätze - „LeakControl“

Während die unter 3.1 beschriebenen Ansätze vorrangig auf der Verknüpfung von etablierter Sensortechnik, Datenübertragung, -auswertung und Visualisierung aufsetzen, handelt es sich im Folgenden um eine Lösung, die auf einer vernetzten Messtechnik und einer intelligenten Auswertung dieser Daten basiert: Mithilfe eines Netzwerks von Ultraschall-Sensoren und bereits vorhandener Wasserzähler überwacht das System LeakControl (RBS wave GmbH) die Durchflussmengen im Wasserrohrnetz, erkennt Lecks und ermittelt ihre ungefähre Position. In drei Schritten wird ein an das betrachtete Netzgebiet angepasstes Wasserverlustmonitoring-System eingerichtet, das auf Basis eines Rechenetzmodells mit Massendatenerhebungen von Durchflussmessstellen aus dem Rohrnetz („Big-Data“-Auswertungen) und einem selbstlernenden Algorithmus Rohrschäden erkennt und lokalisiert (RBS wave, 2018).

#### **4 Projekt Leak Control im Gelsenwasser-Netzgebiet „Südlich der Ruhr“**

Die GELSENWASSER AG verfolgt diesen weiter gehenden Ansatz in Zusammenarbeit mit der RBS wave GmbH seit 2018 in einem Teilnetz, das eine Länge von 270 km zuzüglich der Stichleitungen zu den etwa 10.000 Hausanschlüssen hat. In diesem Teilnetz liegen die Wasserverluste aufgrund der geologischen Gegebenheiten – es stehen überwiegend karstig-klüftige Böden an - auf einem vergleichsweise hohen Niveau.



**Abbildung 4: Bodenverhältnisse im Netzgebiet „Südlich der Ruhr“ (GELSENWASSER 2018)**

Das bisher über ein System zur Nachtmindestverbrauchsmessung in den vorhandenen Druckregelanlagen überwachte Netz wurde mit 27 zusätzlichen Ultraschall-Sensoren ausgerüstet, sodass derzeit mit den vorhandenen Messstellen insgesamt 40 Datenquellen genutzt werden können.

Auf Basis des hydraulischen Rechnetzmodells (Stanet) des betrachteten Netzgebietes werden zunächst Leckagen zwischen 0,1 l/s und 1 l/s simuliert. Mit den im Rechnetz enthaltenen Informationen über die Kundenverbrauchsdaten und die Rohrleitungskenndaten wird mit Hilfe der Software „LeakPositioner“ die am besten geeignete Position der erforderlichen Durchflussmessstellen berechnet. Dieser Schritt ist von Bedeutung, um die Gesamtkosten für den Einbau und den Betrieb der Sensoren so niedrig wie möglich zu halten und dennoch Lecks so gut wie möglich eingrenzen zu können. In allen Messzonen soll eine Messstellendichte von mehr als einer Messstelle auf 10 km Rohrnetz erreicht werden. Unter dieser Voraussetzung können Leckagen von 1 l/s (3,6 m<sup>3</sup>/h) geortet werden.

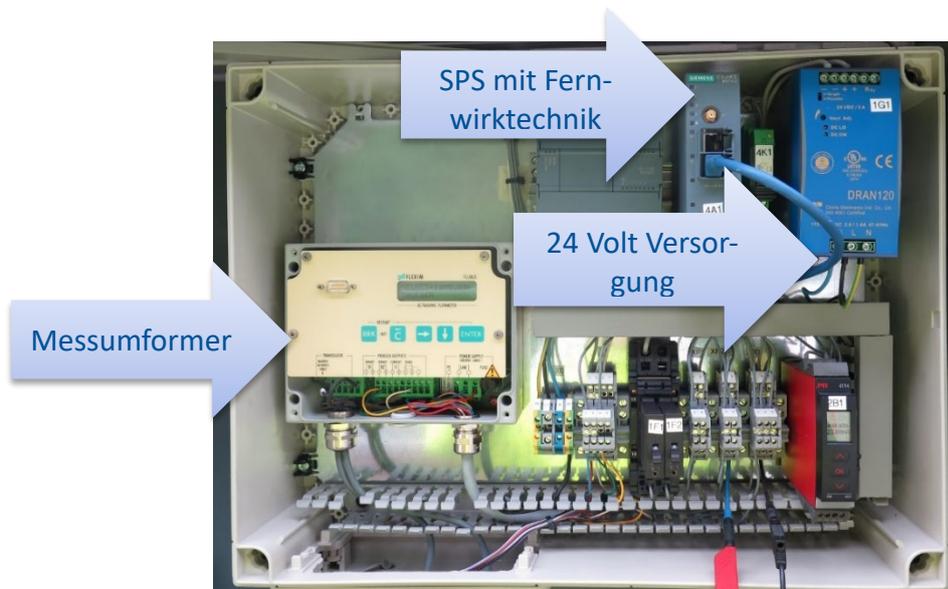
Nach erfolgter Positionierung werden die Messstellen im Rohrnetz eingerichtet. Der Einbau der Messeinrichtung kann ohne Versorgungsunterbrechung, z. B. durch die

Verwendung von „Clamp-On“-Ultraschallsensoren, die auf die Rohrleitung geklemmt werden, erfolgen.



**Abbildung 5: Ultraschallsensoren, funktionsbereit (links), für Erdverlegung vorbereitet (rechts) (GELSENWASSER 2018)**

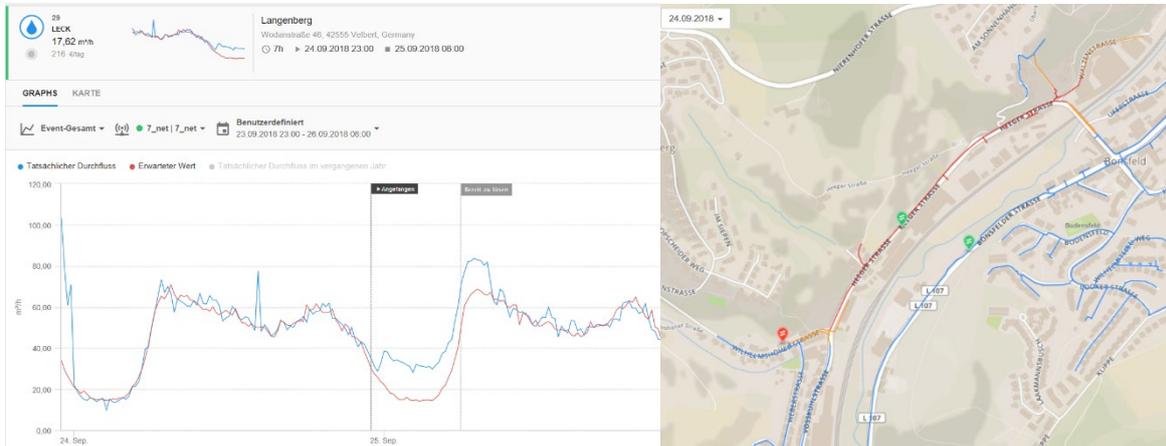
Über einen Mobilfunk-Router werden die aktuellen Durchflussdaten kontinuierlich an einen Datenserver gesendet und dort für die weitere Verarbeitung gespeichert.



**Abbildung 6: Komponenten im ISO-Gehäuse einer Messstelle (GELSENWASSER 2018)**

Der letzte Schritt ist die Auswertung und Darstellung der Messergebnisse durch die Software „LeakFinder“. Nach einer Anlernphase berechnet die Software einen zu erwartenden Durchfluss für jede im System eingerichtete Messstelle (Prognose). Anschließend erfolgt ein Abgleich der Simulationsergebnisse mit den realen, gemessenen Durchflüssen. Dabei lernt das System durch die Analyse der Massendaten mithilfe von Algorithmen Schwankungen in der Abnahme von Rohrschäden zu unterscheiden.

Durch die präzise Positionierung der Messstellen im Vorfeld durch den „LeakPositioner“ kann die Software Leckagen ab einer kontinuierlichen Differenz von 1 l/s erkennen. So werden unerwartete Abweichungen identifiziert. Das Ergebnis ist eine geographische Übersicht über die Position der anhand dieser Abweichungen vermuteten Lecks und ihrer Größe (Abbildung 7).



**Abbildung 7: Darstellung einer georteten Leckage im „LeakFinder“ (GELSENWASSER 2018)**

Die Leckerkennung und -ortung wurde damit erfolgreich demonstriert. Eines der ersten entdeckten Lecks mit Wasserverlusten von 1,6 Litern pro Sekunde konnte bis auf wenige hundert Meter Leitungslänge mit drei Abzweigungen eingegrenzt werden, von denen eine tatsächlich undicht war.

Wesentliche praktische Erfahrungen bei der Inbetriebnahme wurden bereits bei der Einrichtung der Messstellen gewonnen:

Die ideale Positionierung gemäß hydraulischem Modell muss an die örtlichen Verhältnisse angepasst werden, wobei die Spannungsversorgung für die Installation der Messtechnik eine wesentliche Rolle spielt. Für eine kontinuierliche Messung und Datenübertragung bietet der Anschluss an das öffentliche Stromnetz die beste, aber möglicherweise auch sehr aufwendige Lösung. In besonderen Fällen können alternative Spannungsversorgungen z. B. mittels Photovoltaik, Windenergie und Batterien – ggf. als kombinierte Systeme - eine Lösung darstellen. Im Rahmen des GELSENWASSER-Testgebietes werden derzeit daher auch Entwicklungen von Rohrturbinen zur Energierückgewinnung betrachtet (Holtmannspötter, 2018).

Im Betrieb ist vorrangig der Vergleich des Nachtdurchflusses mit der Nachtprognose entscheidend für eine zuverlässige Analyse, daher sind Messstellen mit möglichst schwankungsarmen Nachtdurchflüssen vorteilhaft. Bestehende Leckagen können mit diesem System nicht detektiert werden, da der selbstlernende Algorithmus die Prognosen auf den gemessenen Durchflusswerten errechnet. Erste verwertbare Ergebnisse sind nach einer etwa vier wöchigen Anlernphase zu erwarten. Eine präzise Leckageortung ist nur möglich, wenn die eingerichteten Messstellen neben Zu- und

Abfluss auch Durchflüsse innerhalb der Zone aufnehmen. Für die Bewertung der generierten Meldungen ist eine gewisse Expertise des Anwenders erforderlich. Dieser lernt - ebenso wie das Prognosetool - kontinuierlich und muss gegebenenfalls besondere Betriebszustände interpretieren, bevor eine konkrete Lecksuche vor Ort veranlasst wird. Der Zeitgewinn und damit die Wirtschaftlichkeit dieses Leckageüberwachungssystems ist wesentlich von dieser Interaktion abhängig.

## 5 Ausblick

Neben der Installation von Sensoren zur Durchflussmessung mit dem Ziel der Wasserverlustreduzierung gilt es, basierend aus den hieraus gewonnenen Erfahrungen, ein Konzept zur Umsetzung weiterer modularer Maßnahmen zu entwickeln. Dies bedingt zunächst das Identifizieren und Nutzen (Mehrwert) von Potentialen der weitergehenden Onlinemessung sowie der Anwendung selbstlernender Systeme:

Hierbei stehen insbesondere zusätzliche Qualitätsmessungen im Netz sowie der Einsatz digitaler Wasserzähler im Fokus. Diese Messungen ermöglichen z. B. die Abbildung von Betriebszuständen in Echtzeit. Die Überwachung der Wasserqualität kann in erster Linie dem zeitnahen Erkennen von Veränderungen chemischer und physikalischer Parameter im Netz, bedingt durch

- Einträge von außen (z. B. durch Bauarbeiten)
- Mobilisierung von Ablagerungen und Inkrustierungen (z. B. bei Änderung der Wasserhärte)
- Änderung des Betriebsregimes (z. B. Fließrichtung)

dienen,

Für folgende Parameter – neben der Temperatur - steht bereits eine etablierte Sensorsmesstechnik im Verteilungsnetz zur Verfügung (Wagner, Korth 2017):

- SAK254,
- Färbung,
- elektrische Leitfähigkeit,
- organisch gebundener Kohlenstoff (TOC),
- Trübung,
- pH-Wert.

Veränderungen bakteriologischer Parameter können bisher jedoch nur im Rahmen der Routinekontrolle im Labor erfasst werden, da es derzeit noch keine Onlinemessgeräte gibt, die die mikrobiologische Wasserqualität in einer für die Trinkwasserverteilung verwertbaren Form erfassen können. Diesem Bereich wird ein besonderes Potential beigemessen, da gerade das frühzeitige Erkennen bakteriologischer Auffälligkeiten für den sicheren Betrieb von Trinkwassernetzen von großer Bedeutung ist. In einem ersten Ansatz wurde im GELSENWASSER-Netzgebiet „Südlich der Ruhr“ anhand einer

online-Trübungsmessung die Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Trübungen im Zusammenhang mit hohen Fließgeschwindigkeiten untersucht. Ein direkter Zusammenhang konnte durch diese Untersuchungen bislang nicht nachgewiesen werden (Holtmannspötter, 2018).

In Tabelle 1 sind zusammenfassend beispielhaft die Möglichkeiten einer Onlinequalitätsüberwachung im Trinkwassernetz und deren jeweiliger Mehrwert dargestellt (Wagner, Korth, 2017).

**Tabelle 1: Mehrwert einer Online-Qualitätsüberwachung im Trinkwasserverteilungsnetz.**

<b>Aspekt</b>	<b>Mehrwert</b>
<b>Black-Box</b>	Einblick in die Dynamik und in Prozesse im Verteilungsnetz (Betriebszustände), insbesondere in Mischwasserzonen, in die Wasser aus verschiedenen Werken eingespeist wird.
<b>Hydraulische Simulationsmodelle</b>	Onlinegüteparameter können als Eingangsdaten benutzt werden, um Transportmodelle besser kalibrieren/nutzen zu können.
<b>Außendarstellung des Unternehmens</b>	Erhöhung des Kundenvertrauens und der Reputation des Unternehmens.
<b>Früherkennung</b>	Früherkennung von Wasserqualitätsveränderungen erlauben schnelles Handeln, was im Ernstfall (Kontamination) zu Kosteneinsparung führen kann.
<b>Asset-Management</b>	Optimierung der Netzspülungsstrategie durch Erfassung der Ablagerungsbildung mittels Online-Trübungsmessungen im Verteilungsnetz.

Eine Bewertung des tatsächlichen Mehrwertes muss, abhängig von der jeweiligen Unternehmens- bzw. Netzstruktur, von dem Betreiber selbstverständlich individuell vorgenommen werden.

Ein weiteres Anwendungsfeld digitaler Lösungen im Wassernetz ist der Einsatz digitaler Wasserzähler. Dieser bietet u. a. Möglichkeiten zur

- Verbesserung von Wasserbedarfsprognosen (aus der Datenanalyse identifizierte Kundengruppen werden z. B. als zusätzliche Eingangsgrößen in die bestehenden Prognosemodelle integriert),
- Verbesserung des Wasserbedarfsmanagements (Steuerung des Kundenverhaltens durch Schaffung von Anreizmodellen),
- Schaffung von tariflichen Gestaltungsspielräumen sowie
- Kundeninformation über den Wasserverbrauch im häuslichen Bereich als Serviceleistung z. B. für die Lecküberwachung.

Viele der beschriebenen Anwendungen basieren auf Daten aus einer großen Anzahl an Sensoren. Diese sind oft räumlich verteilt und nicht überall ist eine Internetanbindung vorhanden. Daher ist es für die Umsetzung intelligenter Lösungen entscheidend, Funknetze für eine günstige und – vor allem im Bereich der Zählerdaten - sichere Kommunikation bereitzustellen. Die bestehenden Mobilfunknetze sind dafür häufig nur eingeschränkt geeignet.

Für diese Anwendungen erscheint LoRaWAN als besonders geeignete Funktechnologie. Sie nutzt frei verfügbare Frequenzbänder und kann daher unkompliziert und kostengünstig aufgebaut werden. Sie ist technisch so ausgelegt, dass sie eine sehr gute Reichweite besitzt und so auch für die Funk-Kommunikation bis in Keller und Schächte geeignet ist. Dies wird jedoch eingeschränkt durch den Nachteil einer sehr schmalbandigen Verbindung, es können also nur wenige Daten pro Sekunde übertragen werden. Für die jeweiligen Sensor-Anwendungen ist daher das zu übertragende Datenvolumen vorab zu prüfen. Der Aufbau eines LoRaWAN-Netzes lohnt sich wirtschaftlich erst dann, wenn relativ viele Geräte daran angebunden werden. Darüber hinaus ist die Sicherheit des LoRaWAN-Netzes nicht für alle Anwendungen ausreichend und die schmale Bandbreite macht speziell angepasste Verschlüsselungstechnologien notwendig.

Ziel eines aktuellen Projektes der GELSENWASSER AG ist deshalb die Entwicklung von Zählern, die den hohen Sicherheitsstandard des BSI für die Kommunikation von Smart Meter Gateways mit der kostengünstigen LoRaWAN-Funktechnologie verbindet. Ist ein solches LoRaWAN-Netz für die Zählerablesung erst einmal aufgebaut, kann es auch für weitere Anwendungen genutzt werden. Ab dann ist es auch kein Problem mehr, wenn nur wenige oder sogar nur einzelne Sensoren angebunden werden sollen. Auch sicherheitskritische Anwendungen mit hohen Anforderungen an Datenschutz und Sicherheit werden mit diesem System möglich (Papenkorth, Neumann, 2018).

## **6 Zusammenfassung**

Der Begriff Intelligente Wassernetze steht in der Praxis zurzeit vor allem für die Ausweitung von Sensortechnik verschiedenster Art mit anschließender Massendatenübertragung und -auswertung. Die Vernetzung unterschiedlicher System- und Datenquellen liefert weitergehende Erkenntnisse und effizientere Lösungen für den Betrieb von Wasserversorgungssystemen.

Die GELSENWASSER AG hat konkrete Ziele für eine bedarfsgerechte Umsetzung eines „intelligenten Wassernetzes“ in der Wasserverteilung formuliert. Diese beinhalten eine verbesserte Visualisierung der Betriebszustände, die optimierte Sammlung, Verdichtung und Auswertung von Massendaten sowie die Vernetzung bereits realisierter Einzel-/Teillösungen unter Anwendung selbstlernender Systeme.

Darüber hinaus sollen Potentiale der weiter gehenden Onlinemessung, die operativ sinnvoll sind und dem Unternehmen einen nutzbaren Mehrwert liefern, identifiziert, bewertet und konsequent genutzt werden.

Die Leckageüberwachung stellt vor diesem Hintergrund einen ersten konkreten Anwendungsfall dar. Das in einem GELSENWASSER-Teilnetz implementierte System „LeakControl“ ist eine Kombination der erprobten Technologie der Zonenbilanzierung und einer eigens entwickelten Software, die mittels eines Algorithmus als Massendaten erhobene Durchflussmesswerte auswerten kann. Als Grundlage für die Bewertung der Daten dient ein kalibriertes hydraulisches Rechenetzmodell. Der Investition in ein solches System stehen die erwartete Reduzierung von Lecklaufzeiten und damit Wasserverlusten, ein geringerer betrieblicher Aufwand für die örtliche Eingrenzung von Leckagestellen sowie eine größere Transparenz der Betriebszustände gegenüber.

Mit dem Einsatz intelligenter, d. h. digitaler Wasserzähler kann diese Transparenz weiter erhöht werden. Sie ermöglichen unter anderem eine präzise Zonenbilanzierung, verbesserte Wasserbedarfsprognosen und ein aktives Wasserbedarfsmanagement durch angepasste Tarifmodelle. Die Entwicklung der gesetzlichen Rahmenbedingungen, die derzeit zum Beispiel das bedarfsgerechte Auslesen von intelligenten Zählern zum Teil einschränken, muss dabei allerdings beobachtet werden.

Der Mehrwert von Onlinemessungen der Wasserqualität ist dagegen noch zu konkretisieren. Derzeit ist die Umsetzung einer Messung etablierter physikalisch-chemischer Parameter wie z. B. Trübung, pH-Wert, Leitfähigkeit etc. zwar technisch möglich, aber mit vergleichsweise hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Die online-Überwachung bakteriologischer Parameter gemäß Trinkwasserverordnung im Netz stellt einen vielversprechenden Anwendungsfall dar. Konkrete Lösungen für die Praxis sind allerdings derzeit noch in der Entwicklung.

In einer digitalen und vernetzten Zukunft werden auch für die Wassernetze in Deutschland vermehrt technisch fortschrittliche Lösungen einer datengetriebenen Systemüberwachung Anwendung finden. Dabei ist darauf zu achten, dass die IT-Sicherheit der kritischen Wasserinfrastrukturen ebenso wie die Handhabbarkeit bei der Umsetzung dieser zunehmend komplexen Lösungen immer eine wesentliche Rolle spielen muss.

## Literatur

Chan, Amir, 2014: An overview of smart water networks. In: jawwa 106 (7), S. 68–74

DVGW W 392, 2017: Wasserverlust in Rohrnetzen; Ermittlung, Wasserbilanz, Kennzahlen, Überwachung

FAST GmbH, 2018: WATERCLOUD

Hinni AG, 2018: Netzüberwachung LORNO

Holtmannspötter, L., 2018: Installation eines Online-Monitoring-Systems zur Unterstützung des sicheren und effizienten Betriebes von Trinkwassernetzen am Beispiel des GELSENWASSER-Versorgungsgebietes „Südlich der Ruhr“

Papenkort, Dr., Neumann, 2018: Smart City Wasserwirtschaft, GELSENWASSER AG

RBS wave: Wasserverlustmanagement. LeakControl

VonRoll hydro, 2018: Ortomat MTC, Geräuschpegelmessung mit Korrelation

Wagner, Dr. M., Korth, Dr. A., 2017: Umsetzungskonzept „Wasser 4.0“ für das Netzgebiet „südlich der Ruhr“.

### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Rafael Rüdel  
GELSENWASSER AG  
Willy-Brandt-Allee 26  
45891 Gelsenkirchen  
E-Mail: rafael.ruedel@gelsenwasser.de