

CEOCOR 2014: Weimar

SCRIPT: (d)

Adrian Rieder, Zurich Water Supply email: adrian.rieder@zuerich.ch

Online Modellierung im Trinkwassernetz Zürich

Urban Online – Modeling at Zurich Water Supply

Zurich Water Supply (WVZ) has the goal to build up a new hydraulic modeling system to online monitoring the network. The idea is that the hydraulic model of each defined pressure zone is connected with the relevant operation information of the existing SCADA system.

We are planning to install sensors for surveying the hydraulic parameters (pressure/flow in online and offline mode) and for chemical and physical analysis in an offline mode.

To test the facilities and services of the new system, to calculate simulations and to analyze operational special situations, the supply zone “Sonnenberg” was selected as the pilot area.

The goal of this online simulation and the network modeling is to detect water quality changes, hydraulic effects or operational manipulations in the water network. This should be achieved by activities of the network operational management.

The first modeling experiences and the verification of the results with the calibrated, real values of the supply zone are to be expected before summer 2014.

Zusammenfassung:

Das Ziel der Wasserversorgung der Stadt Zürich (WVZ) ist, ein neues System aufzubauen, das die hydraulische Modellierung einzelner Trinkwasserzonen mit den betrieblich relevanten Informationen des Projektleitsystem (PLS) SCADA verbindet, überwacht und Abweichungen registriert. Es ist vorgesehen, das hydraulische Modell mit einer Anzahl von Sensoren und mit verschiedenen Analysefunktionen (Offline und Online Modus) auszurüsten.

Um die Möglichkeiten und die Leistungen eines neuen System zu testen, Simulationen zu rechnen und betriebliche Sondersituationen zu analysieren, wurde die Versorgungszone „Sonnenberg“ als Pilotgebiet ausgewählt. Das Ziel der Online-Simulation und Modellierung ist darauf ausgerichtet, Veränderungen der Trinkwasserqualität, der Rohrnetzhydraulik oder die Auswirkungen von betrieblichen Massnahmen in der Wasserverteilung zu erkennen. Dies soll durch entsprechende Steuerungsmöglichkeiten und Massnahmen des Rohrnetzmanagement erreicht werden.

Erste Erfahrungen zur Modellierung und Verifizierung der Ergebnisse mit den kalibrierten, realen Werten der Versorgungszone sollen im 2. Quartal 2014 vorliegen.

Résumé:

Société des eaux Zurich (WVZ) a pour but de mettre en place un nouveau système de modélisation hydraulique pour la surveillance en ligne du réseau. L'idée est de relier le modèle hydraulique de chaque zone de pression définie à l'information de fonctionnement corres-

pondante du système SCADA existant. Nous avons prévu d'installer des capteurs afin de mesurer les paramètres hydrauliques (pression/débit) en ligne, et de mener l'analyse chimique et physique hors ligne.

La zone d'approvisionnement „Sonnenberg“ a été choisie comme zone pilote afin de tester les installations et les services du nouveau système, de faire des calculs sur les simulations et d'analyser les situations de fonctionnement particulières. Le but de cette simulation en ligne et de la modélisation du réseau est de détecter les changements de qualité de l'eau, des effets hydrauliques ou des manipulations opérationnelles dans le réseau d'eau. Cet objectif devrait être atteint grâce aux activités de la gestion opérationnelle du réseau.

Les premières expériences de modélisation et la vérification des résultats avec les valeurs réelles calibrées de la zone d'approvisionnement sont attendues avant l'été 2014.

1. Einleitung

Die Wasserversorgung Zürich (WVZ) versorgt in der Stadt und Agglomeration Zürich über 800'000 Personen mit Trinkwasser. See-, Grund und Quellwasser werden in drei Produktionswerken zu qualitativ hochwertigem Trinkwasser aufbereitet. Ein grosskalibriges, tiefliegendes Stollen- und Schachtsystem stellt die Verteilung zwischen den Wasserwerken und den wichtigsten Reservoiren sicher. Als Haupttransportsystem wird die grosskalibrige Verbindung zwischen den Produktionswerken, den Reservoiren mit den zugehörigen Druckzonen und den Abgabestellen an den kantonalen Trinkwasserverbund bezeichnet. Das Haupttransportsystem wird hauptsächlich zur Füllung der Reservoiren genutzt. Das Transportsystem ist hydraulisch fast vollständig von der eigentlichen Trinkwasserverteilung getrennt. Dieses Betriebsregime führt zu einer einheitlichen Fliessrichtung und dynamischen Belastung im rund 1500 km langen Trinkwasserverteilnetz.

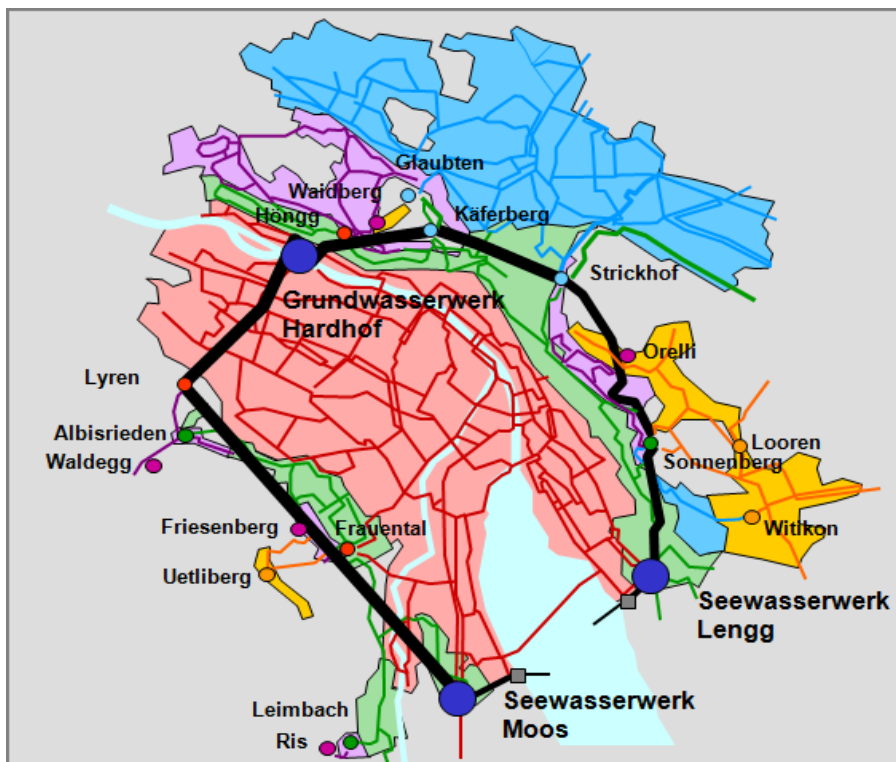


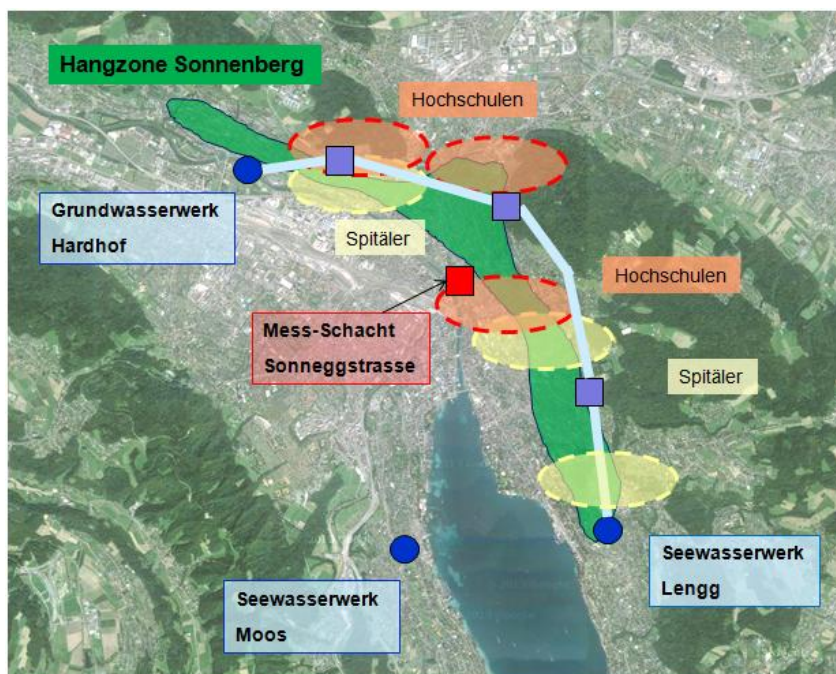
Bild 1 Das Trinkwasserverteilnetz der Stadt Zürich

2. Ziele und Vision der Online-Simulation

Mit der kontinuierlichen Überwachung des Versorgungssystems hat der Wasserversorger die Möglichkeit, Störfälle oder Unregelmässigkeiten in der Trinkwasserversorgung und bei der Trinkwasserqualität rechtzeitig zu erkennen. Mit einem Netz von Multiparametersonden zur Überwachung der hydraulischen Verhältnisse und der Wasserqualität sollen Veränderungen in der Wasserverteilung erfasst werden können. Die Messungen sollen im Online Modus erfolgen.

Das Online Modell soll ausserdem Prognosen über das zukünftige Verhalten des Systems mit Hilfe von „Forecast“-Berechnungen ermöglichen. Im Falle von bewusster oder unbewusster Verschmutzung ist auch der „Rückblick“ in Form von „Hind-cast“-Situationen ein wichtiger Bestandteil der Analyse. Mit der verbesserten Online-Überwachung soll es schliesslich möglich sein, die Reaktionszeit bei Verschmutzungen zu verkürzen. Dadurch können geeignete Gegenmassnahmen zur Schadensbehebung und zur Öffentlichkeitsinformation getroffen werden.

Das Ziel, zusätzliche Informationen über die Vorgänge in der Wasserverteilung zu ermitteln, betrifft unterschiedliche Fachbereiche und Geschäftsfälle der Wasserversorgung Zürich und benötigt interdisziplinäres Fachwissen. Aus diesem Grund definierte die Wasserversorgung Zürich ein Pilotprojekt. Alle Ergebnisse der Rohrnetzhydraulik und Rohrnetzmodellierung beziehen sich auf die Hangzone Sonnenberg (HZ), die Erkenntnisse zur Sensorprüfung wurden im Mess-Schacht „Sonneggstrasse“ erfasst.



Charakteristik der Zone:

- 1 Reservoir
- Verschiedene Pumpstationen (12 Pumpen) in und aus der Zone
- rund 136 km Haupt- und Verteilleitung
- ca. 1900 Anschlussleitungen (Bezüger)
- 22'000 Knoten und Stränge (GIS)
- Verbrauch: 1570m³/h

Bild 2 Übersicht der Hangzone Sonnenberg (HZ) mit Spitäler und Hochschulen

3. Charakteristik der Hangzone Sonnenberg (HZ)

Die Hangzone Sonnenberg wird aus den beiden Wasserwerken Hardhof (Grundwasser) und Lengg (Seewasser) versorgt. Die Werke sind über eine grosskalibrige Transportleitung und Druckstollen miteinander verbunden und versorgen das zugehörige Reservoir Sonnenberg. Je nach Fahrweise der Wasserwerke hat die Zone einen starken Transportcharakter, da weitere Behälter oder Druckzonen mitversorgt werden. In der Zone sind Bezüger mit hoher Versorgungspriorität und Bezugsmenge (Spitäler, ETH Zürich und Universität) angeschlossen.

4. Modellentwicklung und Anforderungen

Aufgrund der unterschiedlichen Rohwasserquellen (Seewasser und Grundwasser) ist eine Identifikation vom Normalzustand abweichende Wasserqualität sehr schwierig. Die Änderungen in der Wasserzusammensetzung, hier handelt es sich um Mischwasser aus unterschiedlichen Werken, sind durch die Sensoren zu erfassen. Aus diesem Grund sind auch die Anforderungen an die Genauigkeit zur Erfassung der hydraulischen Verhältnisse im Rohrnetz entsprechend hoch. Durch zusätzliche Messungen der hydraulischen Grössen, wie Druck und Durchfluss, soll eine möglichst genaue Abbildung des Trinkwasserbezuges grosser Kunden erfasst werden. Das Ziel ist eine möglichst genaue Modellierung der realen hydraulischen Verhältnisse für die Simulation.

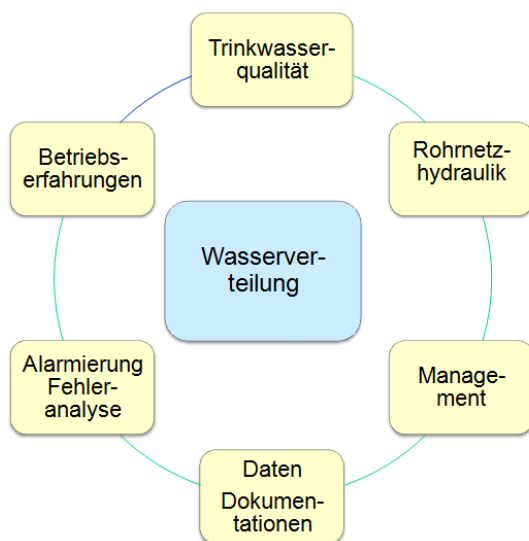


Bild 3 Einflussgrössen auf das Monitoring der Wasserverteilung

Die optimale Platzierung der Sensoren soll in der Zone abgeklärt werden. Es handelt sich hier um eine Mehrfachzielsetzung, mit Aussagen zu den idealen Standorten zur Überwachung der Trinkwasserzusammensetzung (Wasseralter), Durchfluss und Priorisierung der Wasserbezüger. Mit Hilfe der Online-Simulation sollen unterschiedliche betriebliche Szenarien der Trinkwasserversorgung berechnet werden. Lokale Verschmutzungen im Rohrnetz oder der Umgang mit Alarm-Meldungen können schliesslich simuliert und überprüft werden. Das Leitsystem (SCADA) der WVZ liefert die Informationen über die betriebsführenden Aktivitäten. Einschränkungen und wichtige Rohrnetzabschnitte, welche ausser Betrieb sind, werden über das GIS erfasst und in der Online-Berechnung aktualisiert. Die hydraulischen Berechnungen werden mit MIKE-URBAN von DHI durchgeführt und beziehen sich auf GEONIS expert und ArcGIS 10.1. Die Sensorplatzierung wird mit den Open-Source-Softwaremodule CA-

NARY (Event-Detection) und TEVA-SPOT (Sensor Placement), durch die US EPA-Behörde zur freien Verfügung gestellt, durchgeführt.

5. Monitoring in die Prozesslandschaft der Wasserversorgung Zürich

Die Wasserversorgung Zürich hat alle Geschäftsfälle in Prozessen abgebildet. Das Monitoring der Wasserverteilung gehört zum Prozess des „Technischen Risikomanagements“ und stützt sich auf die nachfolgend aufgeführten Teilprozess-Schritte ab.

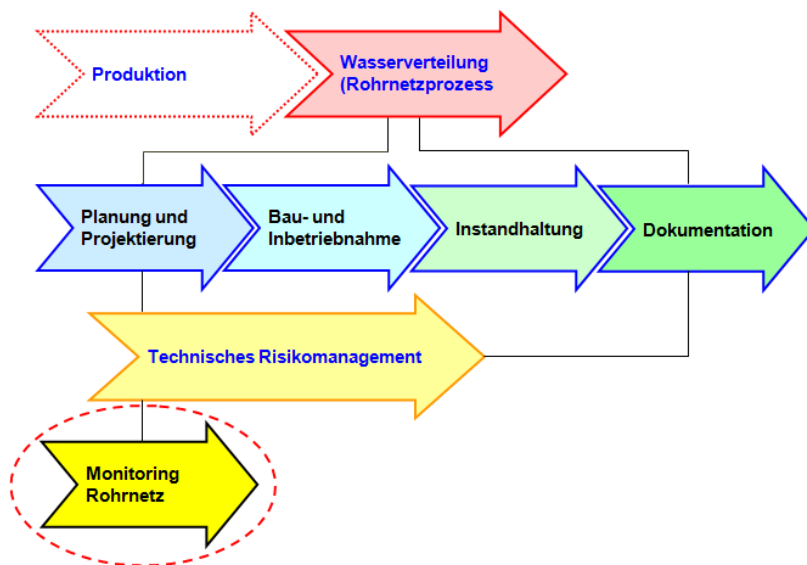


Bild 4 Das Monitoring als unterstützender Prozess des Technischen Risikomanagements

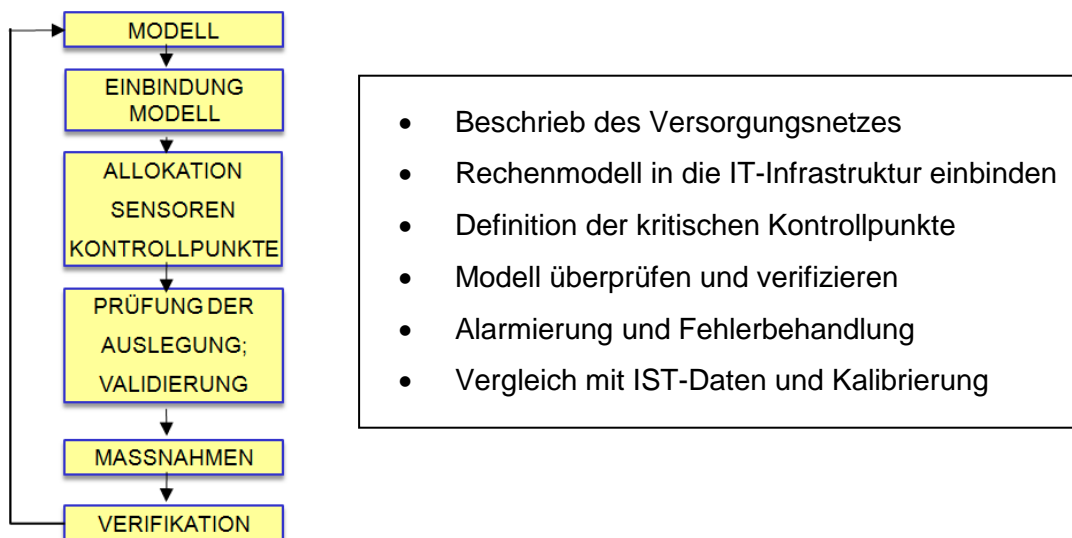


Bild 5 Prozessmodell Technisches Risikomanagement dient als Grundlage zur Entwicklung des Online-Monitoring Rohrnetz.

Als Vorbereitung zur Modellentwicklung wurde nach den nachfolgend gelisteten Schritten vorgegangen. Das kalibrierte Online-Simulationsmodell bildet schlussendlich die Grundlage für Untersuchungen und Analyse von Abweichungen. Der Prozess wiederholt sich, die Genauigkeit der Resultate wird durch verifizierte Eingabeparameter, wie der Durchfluss oder der Verbrauch kontinuierlich verbessert. Die anfangs definierten Ziele sind nur durch ein funktionierendes Online-Modell zu erreichen.

Ablauf:

1. Hydraulisches Modell Anforderungen des Netzbetreibers sind zu definieren, Grundlagen der Systeme (GIS, PLS mit DWH, Rohrnetzhydraulik etc.) müssen übereinstimmen.
2. Einbindung Modell Wassermengenbilanz und Betriebszustände sind zu dokumentieren, Verbrauchskurven und Intervall der Messungen ist festzulegen.
3. Allokation Sensoren und Kontrollpunkte Anzahl und Lage der Sensoren bezüglich der betroffenen Kunden. Festlegen der prioritären Kunden. Signal- und Datenübertragung.
4. Prüfung der Auslegung und Validierung Modell ist zu prüfen und zu kalibrieren, Generalisierung der GIS-Strukturdaten, Umgang mit Mutationen in der Rohrnetzgeometrie, Verbrauchsanalyse durchführen.
5. Massnahmenmanagement Regeln für das Alarmmanagement und der Umgang mit Fehlalarmen sind festzulegen, Aufzeichnung und Dokumentation.
6. Verifikation Kontinuierlicher Vergleich der Online-Daten mit Informationen des PLS SCADA-Systems. Trendbeurteilungen und „Hindcast“- Berechnungen durchführen.

6. Was und wo soll gemessen werden?

Die Wasserversorgung produziert Trinkwasser mit drei verschiedenen Wasserwerken. Die Werke liefern das Trinkwasser für sämtliche Druckzonen der WVZ. In praktisch allen Zonen kann es Trinkwasser von mehr als einem Produktionswerk haben.

Die Multiparametersonden müssen typische Leitparameter als Identifikator für ein See- oder Grundwasserwerk messen können (Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff, RedOx und weitere). Im Rahmen des Pilotprojektes untersuchte die WVZ Multiparametersonden von vier Herstellern des europäischen Marktes. Die Wasserherkunft an der Messstelle muss bekannt sein (Mischung des Wassers). Zusätzlich zu den Qualitätsparametern werden an den ausgewählten Standorten hydraulische Parameter und eventuell Leckgeräusche gemessen und in die Leitstelle übertragen. Mit einer begrenzten Anzahl von Sensoren soll eine möglichst gute Abbildung des Gesamtsystems erreicht werden. Weitere Anforderungen an die Sensorstandorte sind

- Zugänglichkeit zur Rohrleitung und Nutzung bestehender Schachtbauwerke
- Einbau direkt am Rohr, Schleusensystem
- Autarke Stromversorgung und Datenübertragung mit Anbindung an das SCADA-System
- Schutz vor Witterung und Vandalismus
- Versorgungssicherheit und Priorität der Rohrleitung

- Anzahl und Priorität der Kunden, welche durch eine Verschmutzung betroffen sind.

Im Schacht Sonneggstrasse führt die Wasserversorgung Messungen mit unterschiedlichen Sensoren durch. Der Schacht ist direkt zugänglich, alle Messungen werden auf ein Kontrollsystem der WVZ übertragen und können dort, unabhängig vom laufenden Netzbetrieb, analysiert werden. Zusätzlich werden die Resultate durch eine Standard-Messstation, wie sie seit Jahren in den Werken eingesetzt werden, verglichen. Das folgende Bild zeigt beispielhaft Messungen einer Multiparameter-Sonde im Vergleich mit den Resultaten der Standardanalytik. Auffällig ist die deutliche Abweichung der Sonde (blau, obere Kurve) zur Standardanalytik (Kurve pink, unten) beim Temperaturanstieg infolge des etwas wärmeren Trinkwassers aus dem SWW Lengg.

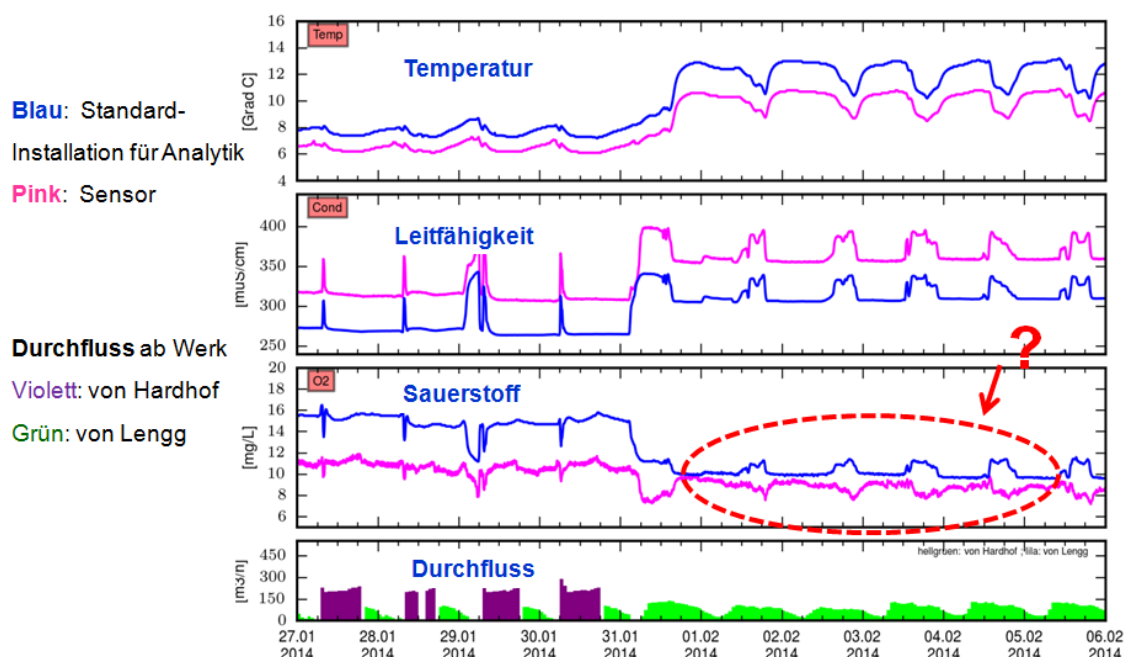


Bild 6 Beispiel einer Auswertung, Vergleich Resultate Standard-Messstation mit Multiparametersonde

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die Qualität des Trinkwassers ist der Bevölkerung wichtig und die Versorger haben ein grosses Vertrauen der Kunden. Trinkwasser gehört ohne Zweifel zu jenen Gütern, die bei der Versorgungssicherheit eine hohe Priorität geniessen. Die Trinkwasserversorgung gehört zu den kritischen Infrastrukturen und soll auch in Notlagen die Einwohner und Kunden mit Wasser versorgen. Ursachen für eine Notlage oder einen Versorgungsunterbruch können Naturereignisse, Störfälle durch Unfälle oder Sabotageakte sein.

Durch die prozessbegleitende Online-Simulation der Trinkwasserverteilung und der Platzierung von Sensoren an ausgewählten Punkten im Rohrnetz, ist eine verbesserte Netzüberwachung möglich und ein Frühwarnsystem wird eingerichtet. Die zunehmende Vernetzung und die Verfügung von Echtzeitdaten mit leistungsstarken Computern, ermöglichen dem Versorger durch die Online-Simulation betriebsnahe

Modelle zu entwickeln, welche zur Bearbeitung unterschiedlicher betrieblicher Fragestellungen genutzt werden können.

Die Wasserversorgung Zürich realisiert ein Pilotprojekt in der Hangzone Sonnenberg. Mit Hilfe dieses Projektes sollen die angesprochenen Fragen zum optimalen Sensornetzwerk und Standortwahl, der Kosten für Investitionen und Betriebsaufwendungen bis hin zur geforderten Mitarbeiterqualifikation beantwortet werden.

Das Online-Monitoring ist ein weiterer Schritt zur Vermeidung von Schäden und bildet eine Voraussetzung für einen effizienten Betrieb. Das Monitoring führt zur Optimierung der eingesetzten Planungsmittel und hydraulischen Berechnungssysteme.

26.03.2014 ria