

Wie ein digitaler Zwilling das Wassernetz revolutionieren kann

Unter dem Schlagwort „Smart Grid“ wird oft über das intelligente Stromnetz gesprochen. Die Ressource Wasser und die vielen heterogenen Wassernetze werden noch äußerst selten betrachtet und erwähnt – selbst in wissenschaftlichen Arbeiten. Narz systems ist fest davon überzeugt, dass es auch ein smartes Netz für Wasser braucht. Gerade die Rekordsommer zeigen den Wasserversorgern, Netzbetreibern und mancherorts auch schon den Nutzern in der Bevölkerung, dass das fließende Wasser aus dem Hahn, teilweise weniger selbstverständlich, als der Strom aus der Steckdose sein kann. Die Trinkwasserversorger haben bei der immer wärmer werdenden Wetterlage Probleme mit ihren Gewinnungsanlagen, ihren Verteilnetzen mit den darin vorhandenen Puffern sowie mit der Trinkwasserqualität. Das breite Feld der Smart City muss daher unbedingt auch den Punkt „Smart Water Grid“ beinhalten und genau hier möchte Narz systems mit diesem Entwicklungsprojekt ansetzen. Mit einem digitalen Zwilling des Netzes und dem maschinellen Lernen soll Betreibern geholfen werden, Verluste zu reduzieren und die Netzauslastung zu optimieren.

Narz systems verfügt seit 2011 über Audako, eine eigene moderne Softwareplattform unter anderem zur Überwachung von Infrastrukturanlagen. Die durch die bisher über 1.200 Projekte im Automatisierungsumfeld gesammelten Erfahrungen, kommen direkt der Entwicklung der Plattform zugute. Sie eignet sich für Prozesse, Anlagen und Maschinen aller Größen und unterstützt Unternehmen und öffentliche Institutionen bei der Digitalisierung ihrer Prozesse, Maschinen und Anlagen unter anderem in den Bereichen Infrastruktur, Energie, Wasser und Produktion. Mit seiner hochskalierbaren und performanten Architektur lassen sich sowohl kleinste wie auch größte Anwendungen realisieren, die jederzeit erweitert werden können. Die Herstellerunabhängigkeit bei den Steuerungs- und Feldkomponenten versichert eine offene Plattform mit Schnittstellen zu einer Vielzahl von Geräten. Narz systems betreibt mit der Softwareplattform informationstechnische Netze für Trinkwasserversorger – aller Größen – und verfügt über riesige Mengen an Daten über die Trinkwassergewinnung, -verteilung und -qualität. Dazu gehören Wasserstände, Grundwasserpegel, Durchflüsse, Verbräuche, pH-Werte, Trübungswerte und viele weitere Messwerte. Diese Daten stehen im eigenen Rechenzentrum als Zeitreihen für Auswertungen zur Verfügung und können nach Rücksprache mit den Kunden für die Entwicklung des maschinellen Lernens genutzt werden.

Die Entwicklung im Rahmen des Projekts soll auf Basis der bestehenden Lösung Audako stattfinden und die notwendigen Lösungsbausteine dort ergänzen. Die Plattform verfügt bereits über Funktionalitäten, die dem Vorhaben zugutekommen: Hochperformanter Speicher für Zeitreihen, Anbindung von Fernwerktechnik nach beispielsweise IEC-Standards und einer webbasierten Oberfläche mit Dashboards, Schemen, einfachen Auswertungen und Berichten.

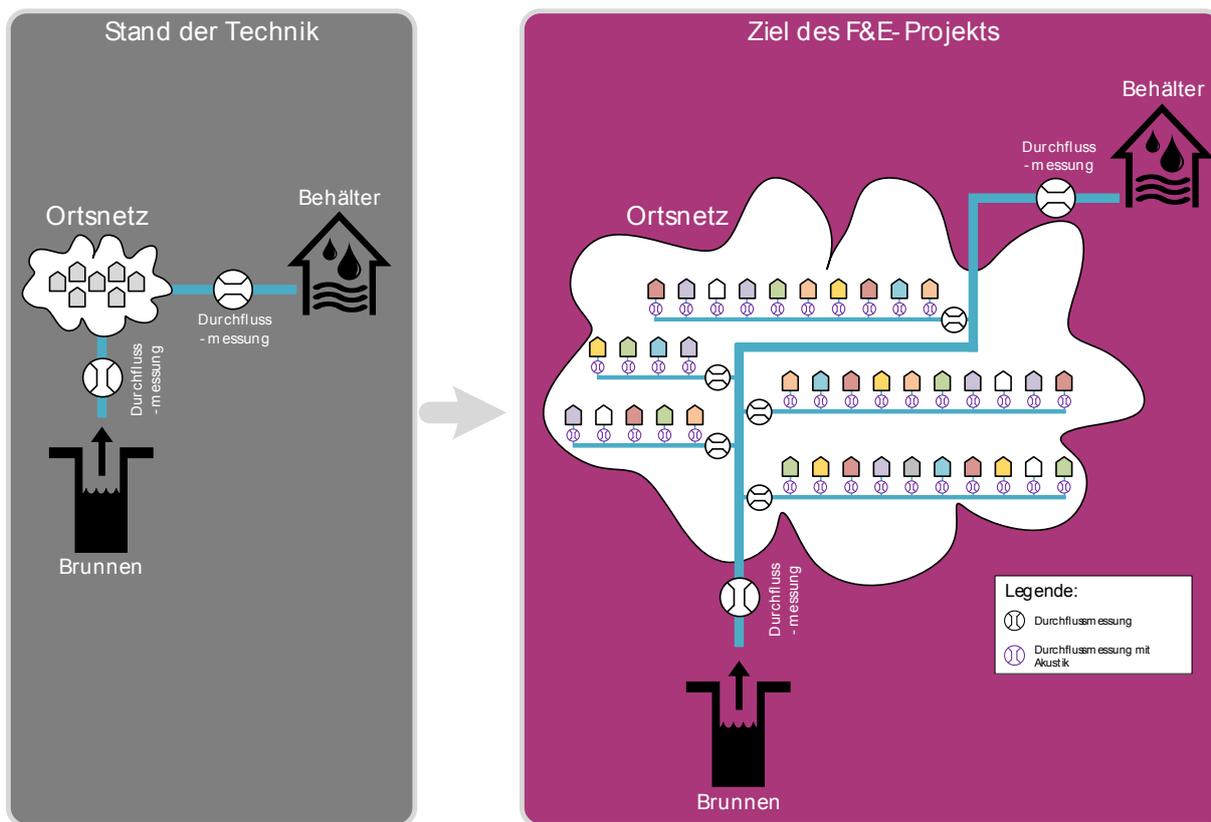
Einsatz eines digitalen Zwillings

Mit dem Projekt „Smart Water Grid“ möchte das Unternehmen voranschreiten und gegenüber dem Stand der Technik, der nur die neuralgischen Punkte eines Netzes erfasst, alle Bestandteile eines Wassernetzes integrieren. Vom bereits vielerorts überwa-

chungstechnisch ausgerüsteten Tiefbrunnen bis zum - heute noch nicht erfassten - Kundenzähler sollen alle Daten in einer zentralen Plattform zusammenfließen, um einen digitalen Zwilling des Versorgungsnetzes abbilden zu können.

Der digitale Zwilling ist die digitale Repräsentanz des Wassernetzes. Ein digitaler Zwilling besteht aus Daten und Modellen. Die Daten sind im Falle eines Wassernetzes Zeitreihen der messbaren Parameter wie Durchfluss, Druck und Füllstand. Diese Zeitreihen werden kontinuierlich aufgezeichnet und archiviert. Im Umfeld nennt man diese Daten auch „historische Daten“. Das Modell soll die Wirklichkeit möglichst genau abbilden. Im Fall eines Wassernetzes ist das beispielsweise die geographische Lokalisierung der zugehörigen Objekte (Zähler, Speicher und Pumpen), deren Merkmale, etwa Kapazität eines Speichers und Leistung einer Pumpe, sowie dazwischen bestehende Beziehungen, wie z. B. Leitungsverläufe und Druckverhältnisse. Der digitale Zwilling ermöglicht sodann den Einsatz von Simulationen und Algorithmen, um auf der einen Seite Prognosen für die Zukunft herzuleiten („wie wird der Verbrauch im Netz morgen sein?“) und um Anomalien zu erkennen („zu viel Verbrauch heute, wahrscheinlich liegt eine Leckage vor“).

Kundenumfragen haben ergeben, dass die Mitarbeiter in der kommunalen Wasserversorgung rund 20 % ihrer Arbeitszeit im Jahresmittel mit der Suche von Leckagen verbringen. Schlechende Rohrbrüche lassen sich innerhalb der normalen Arbeitszeit suchen. Kapitale Rohrbrüche treten zu jeder Tages- und Nachtzeit auf, deren Suche erfordert zumeist einen hohen Personaleinsatz. Teilweise ziehen die kommunalen Versorger sogar externe Dienstleister für die Lokalisierung von solchen Leckagen hinzu. Seit 2003 werden beispielsweise hessenweit Daten über die Entnahme von Trink- und Brauchwasser sowie dessen Verteilung erhoben und in einer jährlichen Wasserbilanz ausgewertet. Alle Versorger in Hessen müssen ihre Wasserbilanzen beim zuständigen Regierungspräsidium einreichen und unterliegen somit seitens des Landes einem Benchmark. In anderen Bundesländern und Ländern wird hier von öffentlicher Seite ähnlich verfahren.



Durch umfassende Daten und ein entsprechendes Modell entsteht z. B. ein digitaler Zwilling des Ortsnetzes

Reichert man den digitalen Zwilling noch um externe Daten wie Kalender-, Wetter- und Umweltdaten an, so lassen sich weitere Mehrwerte generieren:

- „Es ist heute sehr warm, das rechtfertigt den höheren Verbrauch“,
- „Es ist heute Feiertag, der Bedarf im Wohngebiet ist höher, der im Industriegebiet muss gegen 0 gehen“.

Solche Aussagen lassen sich mithilfe des digitalen Zwillings aus Daten und Modell sowie dem Einsatz von Algorithmen treffen. Als Algorithmen können sowohl klassische Algorithmen zum Einsatz kommen wie auch neuere Algorithmen aus dem Feld des maschinellen Lernens. Diese nutzen bekannte Daten (Zeitreihen), um daraus Muster und Zusammenhänge zu erkennen. Mit Hilfe moderner Ansätze aus dem Bereich des maschinellen Lernens sollen Leckagen bzw. Rohrbrüche automatisiert erkannt werden. Dies ist insbesondere für die Ortsnetze eines Versorgers interessant. Maschinelles Lernen heißt, dass mathematische Verfahren eingesetzt werden, um große Datenmengen nach Mustern zu durchsuchen. Die Algorithmen sind in der Lage, sich an verändernde Systeme selbstständig anzupassen. Dabei sind sie in der Lage, zwischen erwarteten und anormalen Verhaltensmustern zu unterscheiden, können Daten klassifizieren und Empfehlungen geben. Die Daten für das maschinelle Lernen müssen vorher aufbereitet werden. Dies geschieht durch Aggregation der Daten (z. B. Mittelwert, Min-/Max-Werte, Summen über gewisse Zeiträume)

sowie Bildung von Ersatzwerten, wenn Daten fehlen sollten, und Einbeziehung von weiteren Daten, wie Wetterdaten von einem externen Anbieter. Außerdem müssen die Daten in die richtige zeitliche Abfolge gebracht werden (Zeitreihen). Die Softwareplattform Audako verfügt an dieser Stelle bereits über die eben beschriebenen notwendigen Fähigkeiten. Zur Anwendung der entsprechenden Algorithmen ist es von großer Bedeutung, ein entsprechendes Branchenwissen zu haben, um die Ergebnisse validieren zu können und Feintuning an der Verwendung der Algorithmen durchzuführen.

Eine weitere Anwendung ist, dass Optimierungen an den Verteilnetzen dem Betreiber vorgeschlagen oder – sofern über entsprechende Einrichtungen möglich – automatisch vorgenommen werden, z. B. über automatische Verschiebung der Füllzeiten für verschiedene Hochbehälter (Speicher), um rechtzeitig auf mögliche Versorgungsengpässe in der immer wärmer werdenden Sommerzeit zu reagieren. Dies ist insbesondere für die Fernwassernetze mit einer Vielzahl von Speichern interessant.

Funkbasierte Technologie ermöglicht den digitalen Zwilling eines Fernwassernetzes

Um bei der flächenmäßigen Verteilung der Informationspunkte die Vielzahl an notwendigen Daten für einen digitalen Zwilling zu erhalten, eignen sich hervorragend Technologien aus dem Umfeld des „Internets der Dinge“ bzw. englisch „Internet of Things“, kurz IoT. Insbesondere die sogenannten Low Power

Wide Area Network Techniken (kurz LPWAN) eignen sich, um wenige Daten wie einen Zählerstand oder Füllstand von einer Vielzahl von Geräten zu erfassen. LPWAN-Geräte sind häufig nur mit einer Batterie bestückt und können über mehrere Jahre und mehrere Kilometer Entfernung ihre Daten an einen Empfänger senden. Aufgrund der großen Reichweite bei niedrigem Stromverbrauch eignet sich das LPWAN für viele Einsatzbereiche, in denen sich andere Technologien als unzulänglich erweisen. In der Regel ist dies immer dann der Fall, wenn es um die Anbindung einfacher Sensorik an Orten ohne einfach verfügbare Stromversorgung geht – bei gleichzeitig großen zu überbrückenden Entfernungen. Moderne Wasserzähler beispielsweise verfügen über funkbasierte Technologien zur Auslesung, die modernsten Wasserzähler verfügen weiterhin über eine akustische Messung des Geräuschpegels auf der Leitung. Sowohl Zählwerte als auch Geräuschpegel lassen sich funkbasiert übertragen. So soll ein digitaler Zwilling des Ortsnetzes entstehen. Die Füllstände der Speicher/Hochbehälter im Fernwassernetz sind heute oftmals nicht für den Versorger einsehbar. Kostengünstige Datenlogger mit Messsonde für den Füllstand und integrierter LPWAN-Technologie ermöglichen den digitalen Zwilling eines Fernwassernetzes. Durch LPWAN wird es überhaupt erst möglich diese Daten kostengünstig in einen digitalen Zwilling des Versorgungsnetzes mit ein zu beziehen. Ein Teil des Projektes wird sich deswegen damit beschäftigen, welcher der auf Basis von LPWAN entstandenen Funkstandards sich am besten für das Vorhaben eignet und wie sich die Funkstandards am besten adaptieren lassen, sodass zukünftig auch ein hybrider Betrieb von verschiedenen LPWAN-Standards ermöglicht wird. Das Ziel einer fertigen Lösung wird demnach über vier Entwicklungsschritte erreicht:

- Konnektivität auf Basis kostengünstiger, neuer Technologien (LPWAN),
- technische Ausrüstung eines Kundennetzes im Rahmen eines Pilotprojekts,
- Realisierung der Analyse- und Optimierungsfunktionen (mit Unterstützung des maschinellen Lernens),
- umfangreiche geografische Visualisierung für Versorgungsnetze.

Mit Audako steht bereits eine Softwarelösung zur Überwachung der Wassergewinnung sowie der Wasserverteilung zur Verfügung. Diese und andere am Markt erhältliche und vergleichbare Lösungen konzentrieren sich immer auf die Überwachung der neuralgischen Punkte eines solchen Netzes wie die Tiefbrunnen zur Wassergewinnung, die Hochbehälter zur Wasserspeicherung und einige wenige wichtige Messstellen innerhalb des Verteilnetzes. Die Auswertung der Daten erfolgt zu meist manuell oder automatisiert anhand recht starrer Kriterien, wie festen Grenzwerten.

Die Innovation besteht darin, alle Komponenten, angefangen mit den Anlagen wie Tiefbrunnen und Hochbehälter über mögliche Messschächte und Pumpstationen im Ortsnetz bis zum Kundenzähler, vollständig automatisiert in den digitalen Zwilling

zu überführen. Erst hiermit lassen sich dann gegenüber bestehenden Insellösungen – angefangen mit den Abhörgeräten über Zählerauslesetools bis hin zur vorhandenen Fernüberwachung einzelner neuralgischer Punkte – aussagekräftige und automatisiert analysierbare Modelle des Netzes schaffen. Mit der bestehenden Software-Plattform existiert bereits ein hoch performanter und stark verdichtender Speicher für die gesammelten Zeitreihen, sodass für das maschinelle Lernen auch problemlos mehrere Jahre herangezogen werden können.

Mit den innovativen Ansätzen des maschinellen Lernens wird dann ein entscheidender Mehrwert für Betreiber geschaffen, der die Zeiten für die Problemsuche in Versorgungsnetzen erheblich reduzieren wird. Mit Hilfe des maschinellen Lernens können Rohrbrüche und andere Verluste im Netz detektiert werden. Dies geschieht über die zur Verfügung stehenden historischen Daten der Mengen und Geräuschpegel der letzten Jahre. Weiterhin sollen Kalenderdaten und Wetterdaten mit einbezogen werden, da diese eine Auswirkung auf den Verbrauch bei Betrieben (Wochenende, Feiertage, usw.) und Haushalten (Gartenbewässerung bei hohen Außentemperaturen, Füllung eines Pools an ersten heißen Wochenenden eines Jahres, usw.) haben.

Der angestrebte Entwicklungsstand am Ende des Projekts umfasst eine funktionsfähige Softwarelösung, die der Kunde entweder aus der Cloud oder auf eigenen Systemen nutzen kann, ebenso eine umfangreiche Dokumentation zu der entstandenen Lösung sowie ein durch ein Pilotprojekt bei einem Kunden gewonnenes Best-Practice-Beispiel für Betreiber und Interessenten. Mit dem Best-Practice soll anderen Betreibern, der schrittweise Einstieg in die Nutzung der geschaffenen Lösung erleichtert werden.

Nachhaltigkeitspotenziale

Durch einen vollständigen digitalen Zwilling des Versorgungs-/Verteilnetzes und die geplanten intelligenten Algorithmen, können Probleme bzw. Verluste durch z. B. Rohrbrüche im Netz frühzeitig erkannt werden. Dadurch wird primär die kostbare Ressource Wasser geschont. Das trägt gerade auch in Zeiten von sehr warmen Sommern und fallenden Grundwasserpegeln maßgeblich zur Schonung der Umwelt und sicheren Versorgung der Verbraucher bei.

Die Verluste laut Umweltbundesamt betragen für das Jahr 2016 in Deutschland 457 Mio. m³ bei 4,6 Mrd. m³ Trinkwasser. Der Verlust entspricht somit etwa 10 % der gesamten geförderten Trinkwassermenge. Dieser konnte zwar seit 1991 von 758 Mio. m³ auf besagte 457 Mio. m³ Trinkwasserverlust reduziert werden, ist aber mit 10 % immer noch sehr hoch und durch fehlende Daten schwer zu lokalisieren. Die Reduktion seit 1991 wurde überwiegend mit aufwändigen Bau- und Modernisierungsmaßnahmen in den Ortsnetzen erreicht, weniger – wegen des beschriebenen sehr hohen Aufwands – mit gezielter Suche von kleineren Leckagen in den Ortsnetzen.

Durch die Reduktion der Wasserverluste wird sekundär auch Strom eingespart, denn die verlorenen Mengen müssen nicht unnötig gewonnen und gefördert werden. Dadurch entstehen wiederum CO₂-Einsparungen. Studien und Literatur geben den Ener-

giebedarf pro gefördertem m³ Wasser mit 0,6 bis 1,2 kWh für die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung an. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 45 m³ Trinkwasser pro Kopf und Jahr werden bereits in einer 25.000 Einwohner großen Kommune 1.125.000 m³ Trinkwasser jährlich verbraucht, durch den Verlust von rund 10 % müssen rund 1.237.500 m³ gefördert werden. Angenommen, der Verlust lässt sich durch den Einsatz des Systems um nur weitere 2 % auf 8 % reduzieren, so werden 22.500 m³ weniger Trinkwasser gefördert und hierdurch 20.250 kWh weniger Strom benötigt. Im Jahr 2018 wird der CO₂-Emissionsfaktor für den Strommix in Deutschland auf 474 g/kWh geschätzt, somit würden im Beispiel rund 9,6 t CO₂-Emissionen jährlich eingespart werden. Mit steigenden Strompreisen in der Zukunft wird die Gewichtung des Energieverlusts und der CO₂-Emissionen immer weiter zunehmen. 22.500 m³ Trinkwasser – heute Verlust – reichen nebenbei morgen aus, um weitere 166 Drei-Personen-Haushalte zu versorgen oder das Grundwasser, um eben diese Menge, zu schonen.

Für Betreiber sind es letztendlich drei Ressourcen, die geschont werden:

- Personal, durch Reduktion der bisher hohen Aufwände für die Suche von Leckagen,
- Wasser, wie vorab beschrieben
- Energie und damit CO₂, wie beschrieben.

Steht erst einmal der digitale Zwilling zur Verfügung, sind weitere Ansätze zur CO₂-Reduktion möglich. Durch die Kopplung mit dem Smart Grid (damit wird nur das Stromnetz bezeichnet), lassen sich dann beispielweise die Speicher auffüllen, wenn im Smart Grid bzw. Stromnetz ausreichend regenerative Energie zur Verfügung steht, sodass – je nach Netz – die CO₂-Emissionen erheblich reduziert werden können. Für diese weiterführenden Schritte wird im Rahmen dieses Projekts die wichtigste Grundlage – der digitale Zwilling – geschaffen.



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Narz systems erhält für sein Pilotprojekt „Smart Water Grid“ Fördermittel der Europäischen Union und des EFRE.

Weitere Informationen:

Narz systems GmbH & Co. KG, www.narz.net



WASSERWISSENSWERT



- Wasserversorgungsnetze
- Stadtkühlung
- Wasseraufbereitung
- Regenwasserbewirtschaftung
- Wasserbau
- Trinkwasserhygiene

Jetzt ein halbes Jahr unverbindlich testen!

- gwf Wasser+Abwasser ein halbes Jahr frei Haus
- Exklusive Angebote zu unseren Fachbüchern und Veranstaltungen
- Spannende Fachberichte und Interviews in jeder Ausgabe
- Nach Ablauf der Zeit endet der Bezug automatisch

