

# PLATTFORM W-NET 4.0

## DOKUMENTATION, SIMULATION UND BETRIEBSOPTIMIERUNG VON ROHRGEBUNDENEN VERSORGUNGSSYSTEMEN

In der Plattform W-Net 4.0 werden Geoinformationssystem, Simulationssoftware und Datenanalysetools in einer integrierten Plattform zusammengeführt. Damit werden kleine und mittlere Wasserversorger erstmals befähigt, einfach und ohne Risiko die Chancen der Digitalisierung umfänglich zu nutzen. Die Plattform kann auch für die Dokumentation, Simulation und Betriebsoptimierung von Fernwärme- und Gasnetzen sowie deren Koordination eingesetzt werden.

*Thomas Bernard; Mathias Ziebarth, Fraunhofer IOSB*

*Armin Canzler; Heiko Keifenheim; Susanne Wiese, COS Geoinformatik GmbH & Co. KG*

*Jochen Deuerlein; Salomé Parra, 3S Consult GmbH*

### RÉSUMÉ

#### PLATEFORME W-NET 4.0 – DOCUMENTATION, SIMULATION ET OPTIMISATION DE L'EXPLOITATION DES RÉSEAUX D'APPROVISIONNEMENT

Regrouper le système d'information géographique, le logiciel de simulation et les outils d'analyse de données pour les distributeurs d'eau sur une plateforme intégrée, évolutive et sécurisée: tel était l'objectif du projet de recherche W-Net 4.0 ([www.wnet40.de](http://www.wnet40.de)). Des concepts de services et de formation inédits ont également été développés en lien avec la plateforme. Une application facile à utiliser, qui peut également être utilisée sur les smartphones et les tablettes a ainsi vu le jour. Les petits et moyens distributeurs d'eau sont ainsi pour la première fois en mesure d'exploiter pleinement les opportunités de la numérisation. L'environnement de simulation de la plateforme W-Net 4.0 offre, outre le calcul hydraulique du modèle de base, la possibilité de simuler très facilement différents scénarios (par ex. calculer l'eau d'extinction) dans un navigateur web. La plateforme peut également être utilisée pour la documentation, la simulation et l'optimisation de l'exploitation des réseaux de chaleur à distance et des réseaux de gaz, ainsi que pour leur coordination. La plateforme W-Net 4.0 développée dans le cadre du projet et implémentée pour différents cas d'utilisation a déjà été mise en service chez les premiers distributeurs d'eau. D'autres installations sont en cours de réalisation pour les réseaux de gaz et les réseaux thermiques également.

### AUSGANGSLAGE UND ZIELSTELLUNGEN

#### VERSORGUNGSSYSTEME VOR GROSSEN HERAUSFORDERUNGEN

Die Gesellschaft und die Betreiber von technischer Versorgungsinfrastruktur stehen weltweit vor grossen Herausforderungen. Der Klimawandel, die Energiekrise und ein über die Jahrzehnte entstandener Rehabilitationsstau haben weitreichende Auswirkungen auf die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser, Energie und Wärme. Hinzu kommen in den Ländern der D-A-CH-Gruppe neue Herausforderungen, die aus dem zunehmenden Fachkräftemangel, der Überalterung der Bevölkerung und Migration entstehen, sowie gesetzliche Bestimmungen wie z. B. in Deutschland die neue Trinkwasserverordnung oder das Gesetz zur Kommunalen Wärmeplanung.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung in Deutschland ist es, die Erzeugung von Wärme, Warmwasser und Prozesswärme bis zum Jahr 2045 auf regenerative nicht fossile Energiequellen umzustellen. Seit 1. Januar 2024 verpflichtet das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze [1] die Kommunen in Deutschland zur Erstellung von Wärmeplänen. In der Schweiz und in Österreich koordiniert die «Räumliche Energieplanung» die Energieversorgung mit der strukturellen Entwicklung der Kommunen mit den Zielen,

*Kontakt: T. Bernard, [thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de](mailto:thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de)*

*(©AdobeStock)*

den Verbrauch fossiler Energieträger zu reduzieren (Netto-Null-Ziel der Schweiz bis 2050) und die Investitionen in eine nachhaltige Versorgungsinfrastruktur zu optimieren. Zur Erreichung der Ziele sind häufig die Erweiterung und der Ausbau von Nah- und Fernwärmesystemen vorgesehen. Bestehende Gasversorgungssysteme werden entweder rückgebaut oder zur Versorgung mit Wasserstoff umgerüstet. Die Umstellung kann einen massiven Eingriff in die bisherige Versorgungsinfrastruktur bedeuten. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Koordination der Gasversorgung mit dem Ausbau der thermischen Energieversorgung (Fern- und Nahwärmenetze) dar.

### NEUE TRINKWASSERVERORDNUNG: RISIKOABSCHÄTZUNG UND -MANAGEMENT

Am 23. Juni 2023 wurde die Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung im Bundesgesetzblatt Nr. 159/2023 veröffentlicht [2]. Seit dem 24. Juni 2023 ist die neue Trinkwasserverordnung bindend für alle Wasserversorger in Deutschland. Als wesentliche Neuerung werden Wasserversorger verpflichtet, für die gesamte Prozesskette der Wasserversorgung – vom Einzugsgebiet bis zur Übergabestelle an den Ver-

braucher –, eine Risikoabschätzung sowie ein Risikomanagement durchzuführen. Dazu gehören die durchgängige und vollständige Dokumentation des Systems und der möglichen Massnahmen zur Beherrschung der ermittelten Risiken.

### SITUATION IN DER SCHWEIZ

Auch in der Schweiz sind die Wasserversorger im Rahmen der gesetzlich geforderten Selbstkontrolle zu einem Risikomanagement und einer Dokumentation der Massnahmeplanung verpflichtet. Die Umsetzung ist in der SVGW-Richtlinie W12 für gute Verfahrenspraxis in Trinkwasserversorgungen beschrieben. Insbesondere kleine Wasserversorgungsunternehmen, die im Süden Deutschlands und in der Schweiz den höchsten Anteil der Wasserversorgung ausmachen, tragen eine grosse Verantwortung gegenüber den steigenden Anforderungen.

### UNTERSTÜTZUNG DURCH DIGITALE SYSTEME

Um den Herausforderungen in den einzelnen Sparten gerecht zu werden und auch in Zukunft eine sichere und zuverlässige Versorgung der Bürger gewährleisten zu können, sind die Betreiber in zunehmendem Masse auf Unterstützung durch digitale Systeme angewiesen. Ein solches

System ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Forschungsprojektes *W-Net 4.0* ([www.wnet40.de](http://www.wnet40.de)) entstanden. Es besteht aus einer cloud-basierten Plattform mit Geoinformationssystem (GIS), Simulations- und Datenanalysetools zur Betriebsoptimierung von Rohrleitungssystemen, die ergänzt wird durch umfangreiche Dienstleistungs- und Schulungspakete.

### NICHT NUR FÜR TRINKWASSERNETZE

Die ursprünglich für Trinkwassernetze entwickelte Plattform lässt sich auch auf Fernwärme- und Gasversorgungssysteme anwenden. Ziel von *W-Net 4.0* ist es, einfach anzuwendende Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, die die Netzbetreiber und Planer bei ihrer täglichen Arbeit unterstützen. Die zentrale Datenhaltung unterstützt insbesondere die Koordination der unterschiedlichen Gewerke. Die Elemente der Plattform *W-Net 4.0* sind in *Figur 1* schematisch dargestellt. Die Datenbasis und die Dokumentationsmöglichkeiten des Versorgungsunternehmens (VU) sollen mit *W-Net 4.0* kontinuierlich verbessert werden. Weiter soll durch die Einführung moderner digitaler Werkzeuge die Attraktivität der Arbeitsplätze in VU erhöht werden. Zum

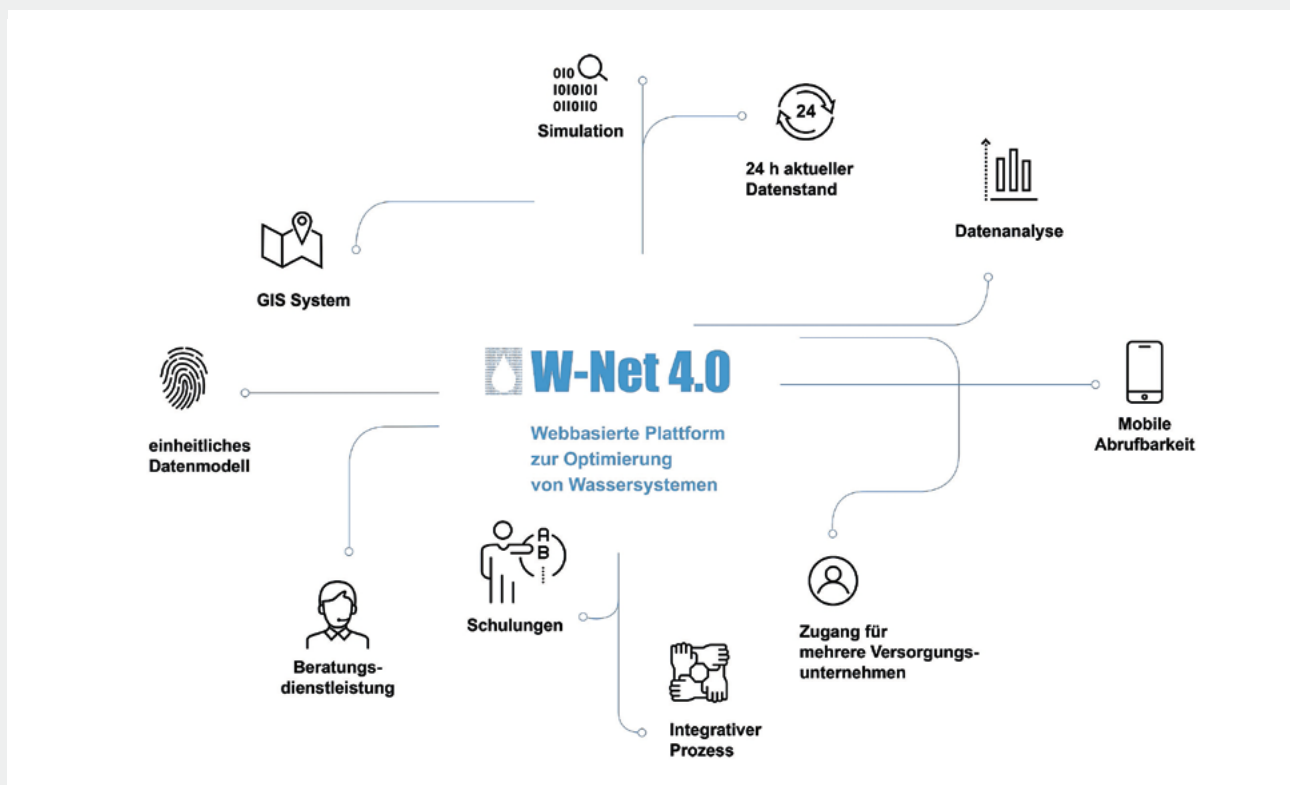


Fig. 1 *W-Net 4.0* ist eine web-basierte Plattform mit GIS, Simulations- und Datenanalysetools zur Betriebsoptimierung von rohrgebundenen Versorgungsnetzen. Zur Einführung und Pflege der Plattform wurde ein massgeschneidertes Schulungs- und Dienstleistungskonzept entwickelt.

(Quelle: Fraunhofer IOSB)

Ansatz von *W-Net 4.0* gehört auch eine berufsbegleitende Schulung der Mitarbeiter.

### LÜCKENLOSE DOKUMENTATION ALS BASIS

Die Basis sämtlicher Planungs- und Umstrukturierungsmaßnahmen bildet die vollständige, lückenlose Dokumentation des bestehenden Systems. Bei der Trinkwasserversorgung sind es die Anlagen zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -speicherung, bei der Fernwärmeversorgung die Wärmeerzeuger, -übergabestationen und -speicher, zudem Gasdruckregelstationen und überhaupt sämtliche Leitungen und Armaturen des Rohrleitungsnetzes. Für die Modellierung

und Verwaltung der georeferenzierten Daten wird in der Regel ein GIS eingesetzt.

Im Folgenden wird beispielhaft der Einsatz der Plattform in der Trinkwasserversorgung vorgestellt.

### PLATTFORM W-NET 4.0

Geoinformationssystem, Simulationssoftware und Datenanalysetools für Wasserversorger in einer integrierten, skalierbaren und sicheren digitalen Plattform zusammenzuführen: Das war das Ziel des Forschungsprojekts *W-Net 4.0*. Entstanden ist eine einfach zu bedienende

Anwendung, die auch auf Smartphones und Tablets genutzt werden kann (Fig. 2 und 3).

Der komplexe Aufbau des Systems tritt völlig in den Hintergrund. Der Anwender konzentriert sich einzig und allein auf die Beantwortung seiner Fragestellungen: Wo finde ich den nächsten Hydranten oder Netzschieber? Wie verhalten sich Druck und Durchflussmengen in meinen Rohrleitungen? Mit wenigen Klicks finden sich Informationen aus der Verbrauchsabrechnung zu den Abnehmern, Volumina und Befüllung der Wasserbehälter, Material, Baujahr und Zustand der Rohrleitungen. Selbst Kennlinien der einzelnen Pumpen sind hinterlegt. Die wichtigsten Komponenten des Versorgungsnetzes lassen sich komfortabel und schnell ein- bzw. ausblenden. Jetzt noch die Luftbilder als Hintergrundkarte auswählen und fertig ist die individuelle Planauskunft, inklusive einer Ausgabe im PDF-Format. Im Portalbereich der Datenanalyse erhält der Anwender in Form von Monats- und Jahresberichten einen Überblick über die wichtigsten Kennzahlen der Anlagen und Sensoren. Über automatisierte Alarmer – z. B. Schwellwertüberschreitungen von Durchflüssen – wird er per SMS oder E-Mail benachrichtigt.

Auswirkungen von Schaltheilungen, wie z. B. das Öffnen eines Hydranten zur Löschwasserentnahme oder das Schließen eines Netzschiebers, lassen sich im Bereich der Simulation als Szenarien berechnen und stehen dem Anwender unmittelbar in grafischer und tabellarischer Form zur Verfügung.

Eine zentrale Rechteverwaltung regelt die Zugriffe der verschiedenen Nutzergruppen. Daten können vor Ort per App direkt an die Plattform übermittelt werden, z. B. bei der Dokumentation von Wartungen und Inspektionen. Die Plattform wird zukünftig als Rundum-Service-Angebot zentral in einer Cloud betrieben. Für potenzielle Kunden heisst das: ein erster oder ein weiterer Schritt in die Digitalisierung – einfach, flexibel und ohne Risiko! Die Bestandsdaten mit vollständigem Leitungsnetz und fehlerfreier Topologie stellen die unverzichtbare Voraussetzung für die gewinnbringende Nutzung der Plattform dar. Die Auswertung der im Rahmen dieses Forschungsprojekts zur Verfügung gestellten Datenbestände verschiedener Versorgungsunternehmen ergab, dass die Qualität und Detailtiefe der Informationen zumeist noch nicht

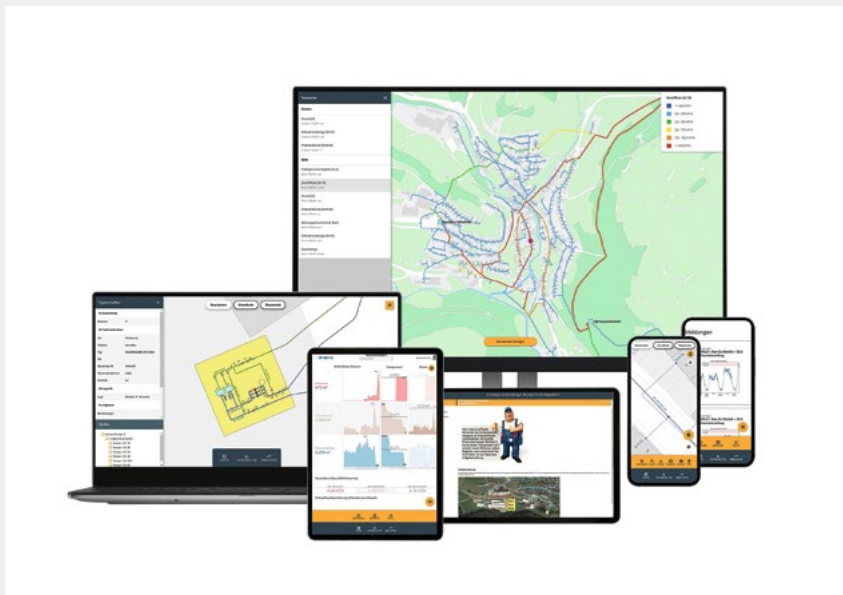


Fig. 2 Die anwenderfreundliche Benutzeroberfläche der *W-Net-4.0*-Plattform ermöglicht den Zugriff auf GIS, Simulations- und Datenanalyse-Tools auf unterschiedlichen Endgeräten.

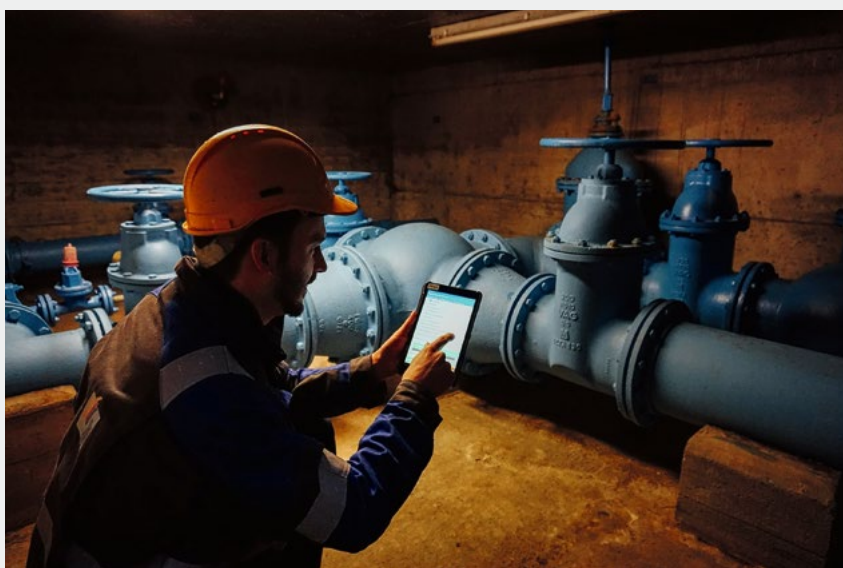


Fig. 3 Dank des web-basierten Zugriffs kann der Wassermeister vor Ort auf die *W-Net-4.0*-Plattform zugreifen und z. B. Anlagendetails und aktuelle Messdaten einsehen sowie Wartungsarbeiten dokumentieren.

ausreichend ist. Hier empfiehlt es sich, Schritt für Schritt die Datengrundlage zu verbessern, da sich nur so das Potenzial der Digitalisierung ausschöpfen lässt. Aus diesem Grund wurden vom Forschungsteam die Daten in ein neues, einheitliches Datenmodell überführt. Dabei wurden zahlreiche Widersprüche automatisiert bereinigt und die einzelnen Elemente des Wassernetzes zu einer logischen Einheit verknüpft. Damit war die notwendige Voraussetzung für die Nutzung der *W-Net-4.0*-Plattform geschaffen. Ein wichtiger Schritt in Richtung Wertschöpfung durch Digitalisierung!

## INTEGRIERTE HYDRAULISCHE SIMULATIONSRECHNUNGEN

Neben der hydraulischen Berechnung des Basismodells bietet die Simulationsumgebung der *W-Net-4.0*-Plattform auch die Möglichkeit zur Verwaltung von Szenarien. Ein Szenario ist durch eine Liste von Massnahmen definiert, die neben Änderungen von Betriebseinstellungen (Schieber Auf/Zu, Pumpe An/Aus, Sollwerte von Reglern) auch Änderungen der Last beinhalten. Typische Massnahmen zur Definition von Szenarien sind z. B. das Schliessen von Schiebern, das Öffnen von Hydranten oder die Anpassung der Pumpensteuerung. Zur Simulation von Gasnetzen oder thermischen Netzen kann die erforderliche Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Aussentemperatur hinterlegt werden. Für den Anwender ist damit die gesamte Laststeuerung inklusive der RLM-Kunden (RLM: Registrierende Leistungsmessung) auf die Angabe der mittleren Aussentemperatur beschränkt.

Simulationsrechnungen sind auch für die Risikobeurteilung der Anlagen und des Verteilungsnetzes, wie sie in der neuen Trinkwasserverordnung gefordert sind, unerlässlich. Die Auswirkungen des Ausfalls einer Pumpstation auf die Versorgungssituation oder die Ausbreitung einer Verunreinigung im Leitungsnetz lassen sich ebenso durch die Simulation von Szenarien berechnen wie die Auswirkungen eines Rohrbruchs oder einer Löschwasserentnahme. Mithilfe der Simulation kann ausserdem die Wirksamkeit von Massnahmen zur Risikobeherrschung abgeschätzt werden. Im Projekt wurde ein anonymisiertes Wasserverteilungsmodell auf Basis eines realen Wassernetzes erstellt.

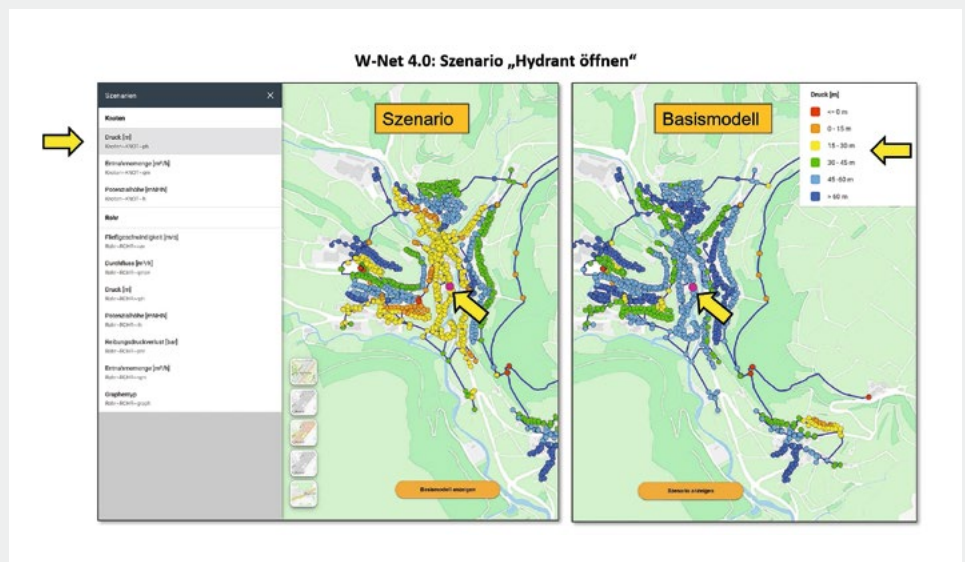


Fig. 4 Simulation des Szenarios «Löschwasserentnahme» mit *W-Net-4.0*-Plattform.

Dieses Demonstrationsmodell dient als Trainingssimulator für die berufsbegleitenden Schulungen und ist online verfügbar. In *Figur 4* ist als Szenario eine Löschwasserentnahme dargestellt. Das Szenario unterscheidet sich vom Basismodell durch die Massnahme «geöffneter Hydrant» an der in der linken Abbildung mit einem *gelben Pfeil* markierten Stelle. Als Lastfaktor für die Berechnung ist ausserdem «Löschwasserentnahme» einzustellen. Die Berechnungsergebnisse in *Figur 4* zeigen durch den Vergleich mit den Ergebnissen im Basismodell (ohne Löschwasserentnahme) sehr eindrucksvoll die Auswirkungen der Löschwasserentnahme auf die Druckverteilung in der Niederzone. Während im Basismodell der Druck beinahe überall zwischen ca. 3 und 6 bar liegt (*grün* und *hellblau*, 30–60 m in der Legende), fällt er bei Löschwasserentnahme fast in der gesamten zentralen Niederzone auf Werte zwischen 1,5 und 3 bar (*gelb*, 15–30 m in der Legende). An den *orange* und *rot* markierten Stellen fällt der Druck sogar auf Werte unter 1,5 bar, was nach dem Arbeitsblatt W 405 vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches DVGW auch während einer Löschwasserentnahme nicht zulässig ist.

## EINFACH NUTZBARE DATEN-ANALYSE-TOOLS

Seit einigen Jahren sind komplexe Datenanalysetools verfügbar, sowohl als kommerzielle als auch als freie Software. Kleine und mittlere VU nutzen diese jedoch aufgrund unzureichender Datenerfassung, Personalmangel und fehlender

Expertise nur sehr eingeschränkt. Auch bei grossen Wasserversorgern fehlt es oftmals an Fachpersonal für die Nutzung von Analysetools. Deshalb wurden für *W-Net 4.0* einfach zu bedienende Datenanalysetools entwickelt, die sich auch von kleineren Wasserversorgern mit wenig Aufwand gewinnbringend einsetzen lassen. Die einzelnen Bereiche werden im Folgenden kurz beschrieben.

## ZENTRALE SPEICHERUNG DER ZÄHLER-UND SENSORDATEN

Es können Daten von Verbrauchszählern oder Sensoren über verschiedene Schnittstellen erfasst werden (z. B. OPC-UA, MQTT, REST, CSV-Dateien). Die Messdaten werden in einer zentralen Datenbank gespeichert. Wichtig bei der Datenspeicherung ist die Einführung eines einheitlichen Datenmodells, damit alle wesentlichen Eigenschaften der Messstellen einheitlich abgebildet werden (z. B. geeignete Ortsbezeichnung, Messstellename, physikalische Grösse oder physikalische Einheit). Im Projekt hat sich die *InfluxDB* als eine sehr leistungsfähige Zeitreihendatenbank erwiesen.

## DATENANALYSE UND KENNZAHLENBERECHNUNG

Mithilfe einer Algorithmus-Toolbox werden die Daten in geeigneter Weise vorverarbeitet (z. B. Entfernen von Ausreissern, Filterung und Resampling). Es werden geeignete Kennzahlen berechnet (z. B. minimaler Nachtdurchfluss, Ausbeute bei Filtration). Weiterhin werden auf Basis der historischen Daten Prognosemodule



Fig. 5 Wassermeister Frisch führt die Trainees durch die E-Learning-Plattform.

gelernt, die eine Vorhersage des Durchflusses im Netz ermöglichen.

### DASHBOARDS, REPORTS UND ALARME

Die Nutzer können alle Zähler- und Sensordaten sowie die Kennzahlen in übersichtlichen web-basierten Dashboards analysieren. Die Dashboards können in einfacher Weise je nach Nutzeranforderung zusammengestellt werden. Es werden Monats- und Jahresberichte erstellt, die einen Überblick über die wichtigsten Sensoren, Kennzahlen und Alarmer enthalten. Ein Alarmtool erlaubt die Definition von Warnungen bei Ausfall von Sensoren, Überschreitung eines Schwellwerts sowie von komplexeren Alarmen wie beispielsweise starke Abweichung des Durchflusses von der Prognose oder rapide Änderungen von Messwerten. Die Datenanalyse-Tools wurden im Projekt bei den Stadtwerken Bühl und Meßkirch implementiert und erfolgreich getestet.

### SCHULUNGSKONZEPTE

Die Einführung der *W-Net-4.0*-Plattform wird durch massgeschneiderte Schulungsangebote unterstützt. Diese beinhalten praxisnahe, aber auch vertiefende Materialien. Die Schulungen sind

abgestimmt für die Zielgruppen Wassermeister, Ingenieure und Quereinsteiger. Die Schulung kann als Präsenzveranstaltung oder im Selbststudium absolviert werden (Fig. 5). Es wurde an einem speziell auf die Bedürfnisse der unterschiedlichen Zielgruppen und auf die im Projekt formulierten Anwendungsfälle angepassten didaktischen Konzept gearbeitet.

Die Präsenz-Schulungen sind in drei Blöcke untergliedert. Der erste Block «Grundlagen» beinhaltet fünf Lernmodule zu den Themen: Netzberechnung, Bereitstellung von Löschwasser, Schalthandlungen im Netz, Erweiterung der Siedlungsfläche und Neuerschliessung von Gewerbegebieten sowie Wasserverluste und Leckagen. Im zweiten Block «Anwendung» wird auf die Arbeit mit der Webplattform eingegangen. Das Demonstrationsmodell und der Umgang mit dem Simulations-Modus werden hier vorgestellt. Der dritte Block enthält Übungsaufgaben.

Für das Selbststudium wurde eine E-Learning-Plattform mit Schulungsmaterialien für die drei genannten Schulungsblöcke entwickelt. Die Plattform umfasst sowohl Theorie und Vorgaben aus dem DVGW-Regelwerk als auch Vertiefungsmaterial und Fragen zur Lernkontrolle.

## TRAININGSSIMULATOR

Das digitale Auskunftssystem mit den Möglichkeiten zur Betriebssimulation kann auch als Trainingssimulator Anwendung finden. Aufbauend auf dem aktuellen Systemzustand, werden vom Trainer Havarie Szenarien definiert, auf die vom Trainee in angemessener Weise reagiert werden muss. Dadurch werden beim Betriebspersonal das Verständnis der Zusammenhänge im System gestärkt und Reaktionszeiten verkürzt. Das Versorgungsunternehmen ist somit besser auf mögliche reale Störfälle vorbereitet, was zu einer Verminderung des Risikos (Reduzierung der Dauer und damit der Auswirkung eines Ereignisses) beiträgt.

## FAZIT UND AUSBLICK

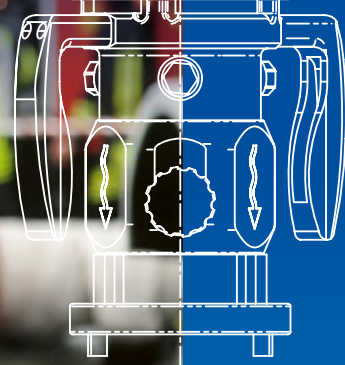
Im Rahmen der Projektabschlussveranstaltung zu *W-Net 4.0* im Juni 2022 bestätigten die Teilnehmer die These, dass die Digitalisierung der Wasserwirtschaft ein hohes Potenzial hinsichtlich Erhöhung der Effizienz der Mitarbeiter, Kosteneinsparung sowie Erhöhung der Transparenz in der Betriebsführung bietet. Auf die Frage nach den grössten Hemmnissen bei der Erhöhung des Digitalisierungsgrades in ihrem Unternehmen nannten ca. ein Drittel der Teilnehmenden mangelnde Personalkapazität.

Die im Projekt entwickelte und in verschiedenen Use-Cases angewandte *W-Net-4.0*-Plattform wurde bereits bei ersten Wasserversorgern in Betrieb genommen. Weitere Installationen auch für Gasnetze und thermische Netze sind derzeit in Bearbeitung.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG), BGBl. 2023 I Nr. 394 vom 22.12.2023
- [2] Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung, BGBl. 2023 I Nr. 159 vom 23.06.2023

www.aquaform.ch



## IGNIS® Kegelmembran-Rückfluss- verhinderer Typ EA, PN16. Gemäss Richtlinien SVGW W5.

**Speziell für Feuerwehren.** IGNIS® sichert die hygienischen Anforderungen bei Löscheinsätzen. In der Schweiz entwickelt und hergestellt.

Weitere Informationen  
unter  
**061 726 64 00**

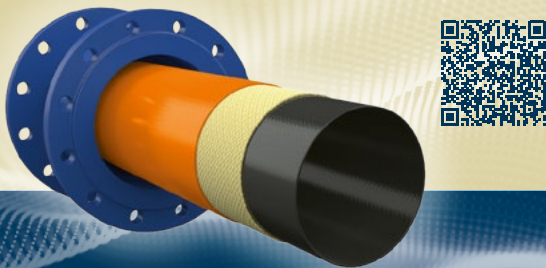


Aquaform AG, Gewerbestrasse 16, 4105 Biel-Benken  
Telefon 061 726 64 00, info@aquaform.ch, www.aquaform.ch



## PRIMUS LINE® FLEXIBLE REHAB PIPE

Meistert unterirdische Herausforderungen.



**PRIMUS LINE**

SAFE.RELIABLE.SUSTAINABLE.

www.primusline.com

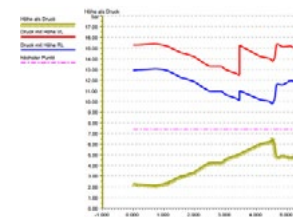


FISCHER-UHRIG ENGINEERING GMBH

Netzberechnung mit STANET® zur Planung, Analyse und Auswertung von:

**Fernwärme- und  
Anergienetzen**

**Gasnetzen  
inkl. Wasserstoff  
und Gasstromdefinition  
von 21 Inhaltsstoffen**



Vertrieb, Schulung und Beratung in der Schweiz durch:

**BOLT Engineering**

Netzsimulationen Wasser Gas Strom Fernwärme  
Dienstleistungen für Ingenieurbüros

Albisstrasse 26 8915 Hausen am Albis 079 133 79 02  
www.bolt-engineering.ch t.bolt@bolt-engineering.ch