

Digitalisierung öffentlicher Infrastrukturen am Beispiel der Wasserwirtschaft

Das Projekt KOMMUNAL 4.0 hat zum Ziel, mit webbasierten Daten- und Serviceplattformen am Beispiel der Wasserwirtschaft für den öffentlichen Infrastruktursektor innovative Anwendungstools und Geschäftsmodelle zu entwickeln und diskutierte Anwendungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 in den kommunalen Bereich zu übertragen.

In Deutschland werden in der kommunalen Siedlungswasserwirtschaft jedes Jahr rund 6 bis 7 Milliarden Euro in die Sanierung oder in den Neubau von Bauwerken und Anlagentechnik investiert [1]. Die deutsche Wasser- und Abwasserinfrastruktur hat sich in der Vergangenheit sozial und räumlich ausgewogen entwickelt und ist über viele Jahrzehnte gewachsen. Dies gewährleistet heutzutage eine flächendeckende Entsorgung mit hoher Entwässerungssicherheit in Kombination mit einer extrem langen technischen und ökonomischen Lebensdauer. Gleichzeitig resultiert daraus eine mangelnde Betriebsflexibilität für Kanalnetz- und Kläranlagenbetreiber zum Beispiel bei Extremwetterereignissen als Folge des Klimawandels, durch verändertes Konsumentenverhalten oder bei Folgen des demografischen Wandels. Experten und Entscheider suchen deshalb nach Wegen, um die Dimensionierung und Kalkulation zukünftiger Investitionen näher an die realen Nutzungsbelange anpassen und auf bisherige ungenaue Schätzungen verzichten zu können. Gleichzeitig müssen die bestehenden Systeme auch bei geänderten Rahmenbedingungen flexibler und damit effizienter betrieben werden.

1. INDUSTRIE 4.0 – EIN VORBILD FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT?

Einen wesentlichen Beitrag, um kommunale Infrastruktursysteme besser an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen, versprechen innovative digitale Entwicklungen aus der Industrie wie beispielsweise autarke Maschinensteuerungen auf Basis intelligenter Datenerfassung, -sammlung und -auswertung. Die seit 2013 unter dem

Begriff Industrie 4.0 bekannte und von der Bundesregierung initiierte Digitalisierungsoffensive der Industrie soll aus einfachen Maschinen unter Nutzung des Internets sogenannte Smart Machines werden lassen. Dies sind sich selbst steuernde Produktionseinheiten (sie werden auch CPS = Cyber-Physische-Systeme genannt) und können dadurch zu signifikanten Kosteneinsparungen führen. Sie werden zum Beispiel unmittelbar aus kaufmännischen Datenbanken mit Aufträgen gefüttert, erhalten ihre technischen Anweisungen direkt aus den CAD-/EPLAN-Tools der Entwicklungsingenieure, bestellen erforderliche Materialien selbständig bei Lieferanten, koordinieren ihre Abhängigkeiten untereinander und melden der Logistik die Fertigstellung der hergestellten Produkte zum Versand. Es wird die gesamte industrielle Wertschöpfungskette datenmäßig erfasst, analysiert und durch automatische Prozesse gesteuert bzw. optimiert. Der Unternehmensprofit wird so zudem gesteigert. Lässt sich diese Vorgehensweise als Vorbild auf die Ebene kommunaler Infrastrukturen übertragen?

Auch in der Wasserwirtschaft werden die Einsatzmöglichkeiten intelligenter und smarterer Lösungen zunehmend diskutiert und ansatzweise auch schon eingesetzt. Eine durchgängige Vernetzung zwischen Maschinen, Objekten und Organisationseinheiten im Sinne von Industrie 4.0 existiert noch nicht, obwohl Behörden, Kommunen, Ingenieurdienstleister und Technologieanbieter der Wasserwirtschaft bereits heute über umfangreiche Datenbestände von Infrastruktursystemen verfügen. Diese werden in ihrer Fülle nur selten genutzt und dann meist nur für

enge, lokale Betrachtungen. Was fehlt, ist eine zentrale Verarbeitung dieser und neuer Daten, um analog zum Bild von Industrie 4.0 die gesamte technische und organisatorische Prozess-/Wertschöpfungskette in einem Infrastruktursystem mit all ihren Informationen und Abhängigkeiten zu erfassen und abzubilden.

Moderne Automationstechnik für die Wasserwirtschaft besitzen bereits im Kern Elemente, die einen Vergleich mit Industrie 4.0-Lösungen nicht scheuen müssen. Echtzeitbasierte Steuerungs- oder Monitoringlösungen sind ebenso im Einsatz wie zahlreiche intelligente Sensortechnologien. Sie bilden ein wichtiges Grundgerüst für zukünftige Digitalisierungsstrategien.

Um innovative und damit zukunftsfähige Digitalisierungslösungen zu erhalten, sind solche Automations- und IT-Systeme um geeignete Analyse- und Auswertungstools (Big und Smart Data) zu erweitern. Erst dies ermöglicht die intelligente Vernetzung mehrerer Objekte untereinander.

2. DAS PROJEKT KOMMUNAL 4.0 – EIN LEUCHTTURM DER DIGITALISIERUNG

2.1 Das Förderprojekt KOMMUNAL 4.0 Das vom BMWi geförderte Kooperationsvorhaben KOMMUNAL 4.0 wird sich in besonderer Weise den zuvor beschriebenen Herausforderungen widmen. Aktuelle sowie erwartete Zukunftsentwicklungen aus dem Bereich Industrie 4.0 werden auf Anwendbarkeit in der kommunalen Wasserwirtschaft geprüft, weiter entwickelt und darüber hinaus werden eigene Lösungen hervorgebracht. KOMMUNAL 4.0 wurde in einem reinen Industrierettbewerb aus 130 Bewerbern als einer der 16 Sieger ausgewählt [2]. Die vorgesehenen Entwicklungen zur Digitalisierung werden, richtig eingesetzt, zu einer höheren Effizienz, Sicherheit und Kontrolle im Betrieb wasserwirtschaftlicher Anlagen und Systeme führen und können als Mustervorlage für andere Infrastruktursektoren dienen. Die derzeit in kommunalen Infrastrukturen fehlende Anpassungsfähigkeit an veränderte Rahmenbedingungen wie zum Beispiel Starkregenereignisse oder demografischer Wandel kann mit Hilfe der IT- und Organisationslösungen aus KOMMUNAL 4.0 erreicht werden.

Das Projektkonsortium (Partnerkonstellation siehe Kasten) unter der Kooperationsleitung der HST Systemtechnik GmbH & Co. KG strebt folgende wesentliche Ziele an:

- Vereinheitlichung der Datenerfassung- und -übertragung aus heterogenen CPS (cyberphysischen Systemen)

- Entwicklung einer webbasierten Datenplattform zur Sammlung, Strukturierung und Konvertierung unterschiedlicher Daten/Datenformate
- Entwicklung einer flexiblen Plattformarchitektur zur wahlweisen Nutzung als Intra- oder Internetanwendung
- Entwicklung von Anwendungstools aus den Bereichen Design-/Engineering, Benchmark, Objekt-/Netzmonitoring, Datenfusion, Beschaffung, durchgängige Prozesskette und Betriebsoptimierung
- Erarbeitung erforderlicher IT-Sicherheitskonzepte
- Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle wie zum Beispiel Maschinen-Sharing
- Analyse von Rechtsaspekten zum Thema Cloud Computing

Im Fokus der Entwicklungen stehen modulare und stufenorientierte Lösungen. Diese beginnen bei einzelnen intelligenten Aggregaten, sogenannten SMART Machines, und führen weiter zur Verknüpfung mehrerer Objekte untereinander bis hin zu einem komplett vernetzten Infrastruktursystem. Ein wesentlicher Gegenstand des Vorhabens sind die sogenannten Pilotprojekte. Hierbei werden die entwickelten Anwendungstools in der zwei-

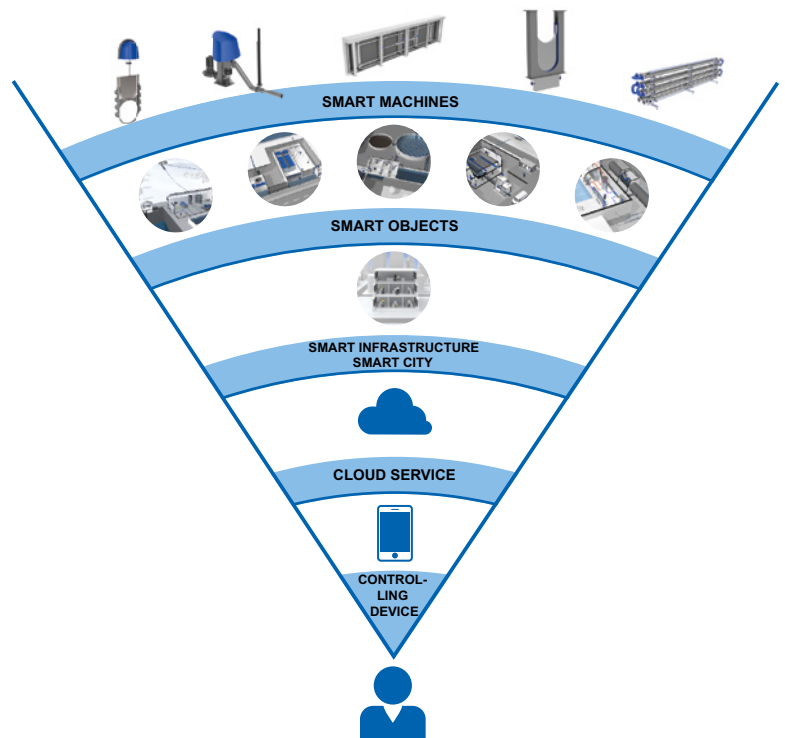


Bild 1: Vernetzung von Maschinen, Anlagen und Organisationen im KOMMUNAL 4.0-Ebenen-Modell

ten Projekthälfte bei ausgewählten Kommunen bzw. Betreibern in realer Infrastrukturmgebung installiert und ihre Nutzung wird umfassend erprobt. Es werden zudem noch weitere Pilotprojekte gesucht, interessierte Städte und Kommunen können sich an die Ansprechpartner des Projektes wenden.

Neben technologischen Entwicklungen spielt die IT-Sicherheit in kritischen Infrastruktureinrichtungen eine entscheidende Rolle. Ausgehend von aktuell verfügbaren Sicherheitsmaßnahmen und -lösungen beschäftigen sich die Konsortialpartner des Förderprojektes intensiv mit weiteren Möglichkeiten, die IT-Strukturen einer Kommune oder Stadt gegen Hackerangriffe oder sonstige Sicherheitsrisiken besser zu schützen.

2.2 Von Smart Machines zu smarten Infrastrukturen

Embedded/Eingebettete Systeme gibt es schon lange in der Wasserwirtschaft. Stand der Technik ist heute, dass mechanische Aggregate mit Automationstechnik verbunden werden, die basierend auf verschiedenen Informationen (zumeist von Messsensoren) Überwachungs-, Steuerungs- und Regelfunktionen übernehmen. Zudem

dient die Automationstechnik auch der Datenerfassung und -übertragung an übergeordnete Einheiten wie zum Beispiel SCADA-Systemen.

Die hinterlegten Vorgaben folgen klaren Zuordnungen und Regeln, speziell für die Steuerung/Regelung. Änderungen an den Vorgaben erfolgen durch den Bediener per Sollwertveränderungen oder direkt auf der SPS-Ebene durch einen Programmierer. Die Datenverknüpfung erfolgt kabelgebunden lokal. Und wie entstehen daraus jetzt Smart Machines? Dazu wird KOMMUNAL 4.0 wichtige Antworten bieten. Dank der Verfügbarkeit rasant steigender webbasierter Anwendungsoptionen braucht eine Überwachung, Steuerung und Regelung von Aktoren nicht mehr isoliert mit lokal erfassten Daten und lokal eingesetzter Automationstechnik erfolgen. Es werden zum Beispiel weitere Angaben wie aktuelle Niederschlagsdaten oder Zustandsinformationen aus einem Rohrleitungssystem von einer zentralen Datenbank über eine eingerichtete kabellose Internetverbindung oder einer Datenleitung in die lokale Steuerung übermittelt. Basierend auf entsprechenden Algorithmen analysiert die Steuerung

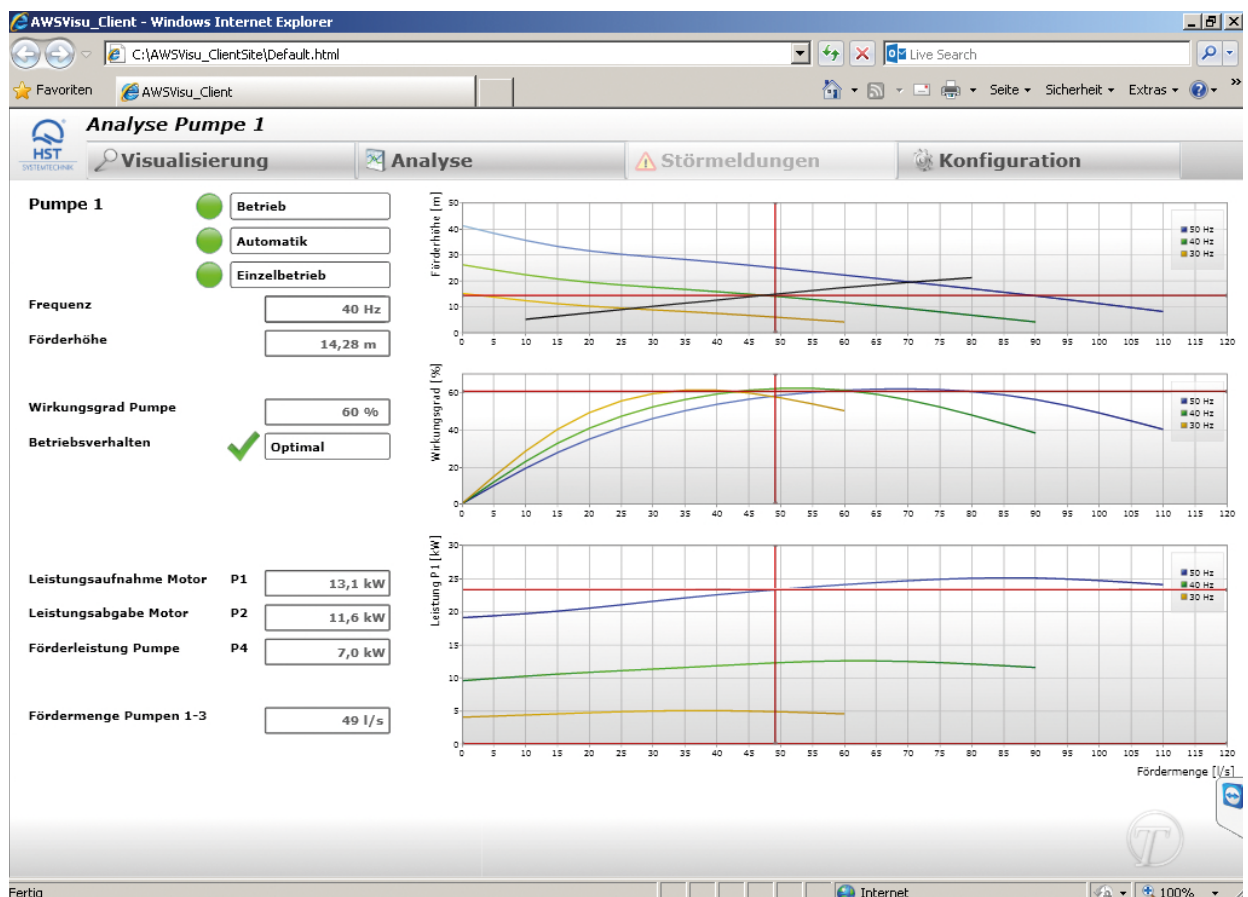


Bild 3: Pumpen als Smart-Machines

(in Echtzeit) permanent die Funktionsumgebung und passt die Steuerungsvorgaben (Sollwerte) selbständig an veränderte Umgebungsbedingungen an. Am Beispiel eines Pumpwerks soll dies verdeutlicht werden (**Bild 2**).

Pumpen werden auf einen optimalen, aber statischen Betriebspunkt auf Basis eines einzigen erwarteten Betriebszustands ausgelegt. Schwankende Wassermengen und Verluste durch ungünstige Rohrleitungen oder andere Betriebsbedingungen führen aber dazu, dass Pumpen außerhalb ihrer ausgewählten Kennlinie laufen. Auch deshalb, weil in Unkenntnis der tatsächlichen Förderspitzen entsprechende Sicherheitszuschläge/Reserven bei der Dimensionierung der Pumpen vorgesehen werden. Dies hat eine höhere Energieaufnahme und einen schlechteren Wirkungsgrad des Gesamtsystems zur Folge und reduziert damit auch die Standzeit der Aggregate. Neuartige Pumpencontroller (Softwarelösungen wie zum Beispiel das System IntelliPump) nehmen eine permanente Auswertung der gesamten Betriebssituationen vor und ermöglichen durch Einsatz einer Frequenzregelung Betriebsverläufe, die mehrere optimale Betriebspunkte je nach Anforderung zulassen (**Bild 3**). Dies garantiert dauerhaft die vorgesehene Fördersicherheit und reduziert damit den Verschleiß sowie den Energieverbrauch der Pumpe. Einen weiteren Vorteil bietet die kontinuierliche Überwachung des Anlagenbetriebs. Damit können Störungen eher erkannt und der Zustand der Maschine besser beurteilt werden, wodurch die Betriebssicherheit insgesamt ansteigt.

SMART Machines werden in naher Zukunft zur Standardausrüstung in der Wasserwirtschaft zählen, auch dank des Projektes KOMMUNAL 4.0. Die Verknüpfung mit webbasierten Datenportalen, wie beispielsweise dem Niederschlagsportal NiRa.web (**Bild 4**), erhöht die Anpassungsflexibilität und Effizienz einzelner Maschinen und des Systems in seiner Gesamtheit. Die virtuelle Verknüpfung der Maschinen mit dem Internet erlaubt den Zugriff aller Betriebsdaten von zentraler Stelle. Ausgewählte betriebsrelevante Daten unterstützen die lokale Maschinensteuerung, verknüpfen Anlagen/Objekte miteinander und sorgen für einen effizienten Betrieb im gesamten Infrastruktursystem. Als Beispiel sei hier ein Kanalnetz mit verschiedenen Regenbecken, Pumpwerken und einer Kläranlage genannt. Die Verknüpfung der Objekte untereinander erlaubt ein optimales Stau-, Spül- und Betriebsregime des gesamten Infrastrukturnetzes.

Eine zentrale Datenauswertung aller Bauwerke entscheidet, wann welches Regenbecken entleert wird, um zum

INFO

► **Projektteilnehmer**

HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, Meschede – Projektkoordination (Ansprechpartner: Günter Müller-Czygan, www.hst.de)

Pegasys GmbH & Co. KG, Meschede (Ansprechpartner: Uwe Frigger, www.pegasys-software.de)

Südwasser GmbH, Erlangen (Ansprechpartner: Arne Nath, www.suedwasser.com)

Ifak Institut für Automation und Kommunikation e.V., Magdeburg (Ansprechpartner: Prof. Dr. Ulrich Jumar, Dr. Jens Alex, Nico Suchold, www.ifak.eu)

Institut GECOC, Cologne University of Applied Science, Gummersbach (Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Michael Bongards, Andreas Conrath, www.gecoc.de)

IEEM Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke gGmbH, Witten (Ansprechpartner: Prof. Dr. Dr. Karl-Ulrich Rudolph, Keno Strömer, www.uni-wh-ieem.de)

Beispiel für ein nächstes Starkregen- oder Hochwasserereignis ausreichend Speicherkapazitäten frei zu halten bzw. die Kapazitäten optimal zu nutzen, oder die Entlastungsereignisse aus Regenbecken im Sinne eines optimalen Gewässerschutzes gezielt zu steuern. Je mehr quantitative und qualitative Daten pro Bauwerk/Objekt vorliegen, desto besser und effizienter kann jede einzelne

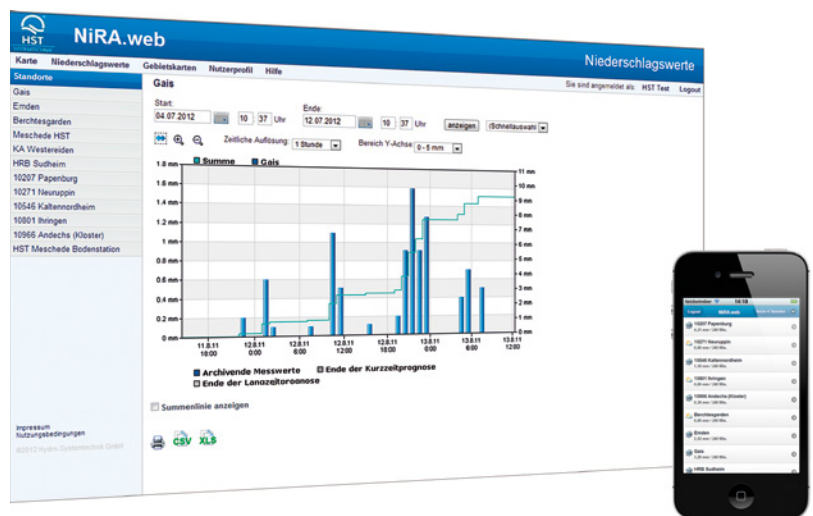


Bild 4: Die Verknüpfung mit webbasierten Datenportalen erhöht die Anpassungsflexibilität und Effizienz einzelner Maschinen und des Systems in seiner Gesamtheit

Fragen zum Projekt Kommunal 4.0

► an Professor Dr. Dr. Karl-Ulrich Rudolph, IEEM gGmbH – Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke)

Frage: Deutschen Unternehmen wird in Sachen Digitalisierung (Industrie 4.0) mangelndes Engagement vorgeworfen. Gilt diese Zurückhaltung auch für Städte und Kommunen, speziell zu wasserwirtschaftlichen Fragestellungen?



Prof. Rudolph: Städte und Kommunen haben den hohen Bedarf an Digitalisierung mittlerweile erkannt, auch den dadurch möglichen Mehrwert für die Bürger als auch für die Kommunen selbst. Dies lässt sich an den positiven Rückmeldungen zum Förderprojekt KOMMUNAL 4.0 erkennen. Bisherige Hindernisse wie z.B. die richtige Einschätzung von Chancen durch die Digitalisierung, bisher ungelöste Fragen zur Sicherheit sowie auf Städte und Gemeinden zugeschnittene Geschäftsmodelle stehen daher im Mittelpunkt von KOMMUNAL 4.0.

Frage: Zum Kerninhalt des Vorhabens gehört die reale Erprobung der Entwicklungen in diversen Pilotprojekten. Wie erklären Sie sich das hohe Interesse von Städten und Kommunen, sich als sogenannte assoziierte Partner zu bewerben?

Prof. Rudolph: Die Pilotprojekte bieten den teilnehmenden Städten und Kommunen die Möglichkeit, in den Bereichen Wasserver- und -entsorgung in Sachen Digitalisierung eine Vorreiterrolle einzunehmen und das mit relativ geringen Risiken. Zudem sind digitalisierte Städte und Kommunen wirtschaftlich erfolgreicher, was auch eine Studie von 2015 belegt.

► an Professor Dr. Ulrich Jumar, ifak (Magdeburg)

Frage: Ein wichtiges Thema ist das IT-Sicherheitsgesetz. Welche Aufgabe müssen Städte und Kommunen nach Ihrer Ansicht hierbei als erstes angehen?



Prof. Jumar: Eine Bestandsaufnahme und die Analyse der Ist-Situation ist eine der ersten und dringlichsten Schritte. Darauf aufbauend ist dann die Einführung eines ISMS (Informationssicherheits-Managementsystems) zu empfehlen. Die alleinige Beachtung technischer Aspekte reicht da nicht aus.

Frage: Welche Unterstützung kann das Projekt KOMMUNAL 4.0 Verbänden wie z.B. der DWA, dem DVGW oder dem VKU in Sachen Digitalisierung der Wasserwirtschaft geben?

Prof. Jumar: Die Verbände stehen für eine firmenübergreifende, herstellernerneutrale Sicht und haben damit eine große Bedeutung im kommunalen Bereich. Vertreter des Projektteams sind in mehreren Arbeitsgremien dieser Verbände ehrenamtlich aktiv. Die Projektergebnisse aus KOMMUNAL 4.0 können dazu beitragen, einen Einklang zwischen einer hochdynamischen Technologieentwicklung und der Erarbeitung längerfristig gültiger Regelwerke zu erreichen.

Maschine, jedes Objekt und auch das gesamte Infrastruktursystem betrieben werden. Ähnliche Anwendungen wie zum Beispiel die intelligente Beckenreinigung IntelliGrid (Bild 5), die selbstregulierende Belegungskontrolle IntelliScreen zur Erhöhung des Stoffrückhalts bei Horizontalstabrechen oder das EMA-Ablaufmengenerfassungssystem an Regenüberläufen, werden in der Wasserwirtschaft vermehrt eingesetzt. Im Zuge des Projektes KOMMUNAL 4.0 werden nun die Voraussetzungen geschaffen, einzelne Anwendungen bauwerksübergreifend zu vernetzen, um eine echte, smarte Infrastruktur zu schaffen.

3. KOMMUNAL 4.0 SORGT FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE WERTERHALTUNG VON INFRASTRUKTUREN

Viele kleine und mittlere Gemeinden stehen vor der Herausforderung, angesichts der Folgen des demografischen Wandels eine sichere Zukunftsplanung für die Instandhaltung und Erweiterung ihrer Infrastruktur vorzunehmen. Nicht selten steckt das größte Infrastrukturvermögen unsichtbar unter der Erde. Bis zu 70 Prozent davon können auf die Kanalisation mit ihren Sonderbauwerken und Kläranlagen entfallen [5]. Um eine optimale Investitionsplanung zu erhalten, sind ausreichend viele und verlässliche Daten erforderlich. Entscheidungen auf Basis ungenauer Annahmen und Schätzungen müssen in Zukunft auf ein Minimum reduziert werden. Eine große Rolle spielt hierbei ein werterhaltender Betrieb bestehender Anlagen und Objekte, zum Beispiel durch effiziente Steuerungslösungen oder ein kostensparendes Condition-Monitoring [6].

Die Grundlage für ein intelligentes Datenmanagement und darauf aufbauenden Steuerungs- und Betriebsführungslösungen, stellt eine sinnvolle Datenerfassung und -auswertung dar. Dies setzt moderne IT-Strukturen voraus, die sowohl lokal als auch als webbasierte Lösung eingesetzt werden können. KOMMUNAL 4.0 verfolgt diese Prämisse, und kümmert sich um eine vollumfassende Daten- und IT-Struktur. Diese, beginnend lokal bei den Maschinen (CPS), vernetzt die Objekte miteinander und zielt über die webbasierten Daten- und Serviceplattform auf eine vernetzte Analyse und Betriebsführung ganzer Infrastrukturen ab. Dabei wird eine Grundstruktur geschaffen, die sich nicht alleine auf die Anwendung in der Wasserwirtschaft beschränkt, sondern auch für Nutzungen in anderen Infrastruktursektoren geeignet sein wird. Egal ob es sich um ein innovatives Parkraum- oder Beleuchtungsmanagement oder um eine Aufgabe der Energieversorgung handelt. Die hierfür erforderlichen Digitalisierungswerkzeuge können auch auf den Platt-



Bild 5: Intelligente Beckenreinigung IntelliGrid

formentwicklungen von KOMMUNAL 4.0 eingerichtet werden. Aktuelle kommunale Herausforderungen wie zum Beispiel der erwartete Fachkräftemangel oder die Flüchtlingskrise werden ebenso einen erheblichen Einfluss auf Infrastrukturen haben wie technische Anforderungen. Mit einer umfassenden Datenerfassung bzw. -auswertung im Sinne von KOMMUNAL 4.0 lassen sich auch diese Herausforderungen besser bewältigen.

5. LITERATUR- UND QUELLENNACHWEIS

- [1] UBA „Wasserwirtschaft in Deutschland, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Stand April 2014, Zahlen für 2010
- [2] <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=720380.html>
- [3] https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Gesetzestexte/it-sicherheitsgesetz.pdf?__blob=publicationFile
- [4] Engelhardt, N.: IT-Sicherheit in der Wasserwirtschaft – Bewertung und Ansätze zur Umsetzung. Tagungsband 239 zur 49. Essener Tagung, 2016
- [5] Hattenbach, S.; Vogel, M.: Das verborgene Vermögen der Kommunen: Entwicklung einer Strategie zum Werterhalt in einer Dorfgemeinde. Tagungsband DWA Landesverbandstagung 2015
- [6] Dittmer, U.; Schlichting, B.: Forschung für die Wasserinfrastruktur von morgen: Management des urbanen Wasserhaushaltes. Tagungsband DWA Landesverbandstagung 2015
- [7] Bildquelle: HST Systemtechnik GmbH & Co. KG

AUTOR



▶ **DIPL.-ING. GÜNTER MÜLLER-CZYGAN**
 HST Systemtechnik GmbH & Co. KG,
 Meschede
 Bereichsleiter Verfahrenstechnik,
 Maschinen & Anlagen
 Tel.: +49 291 9929-44
 Guenter.Mueller-Czygan@hst.de