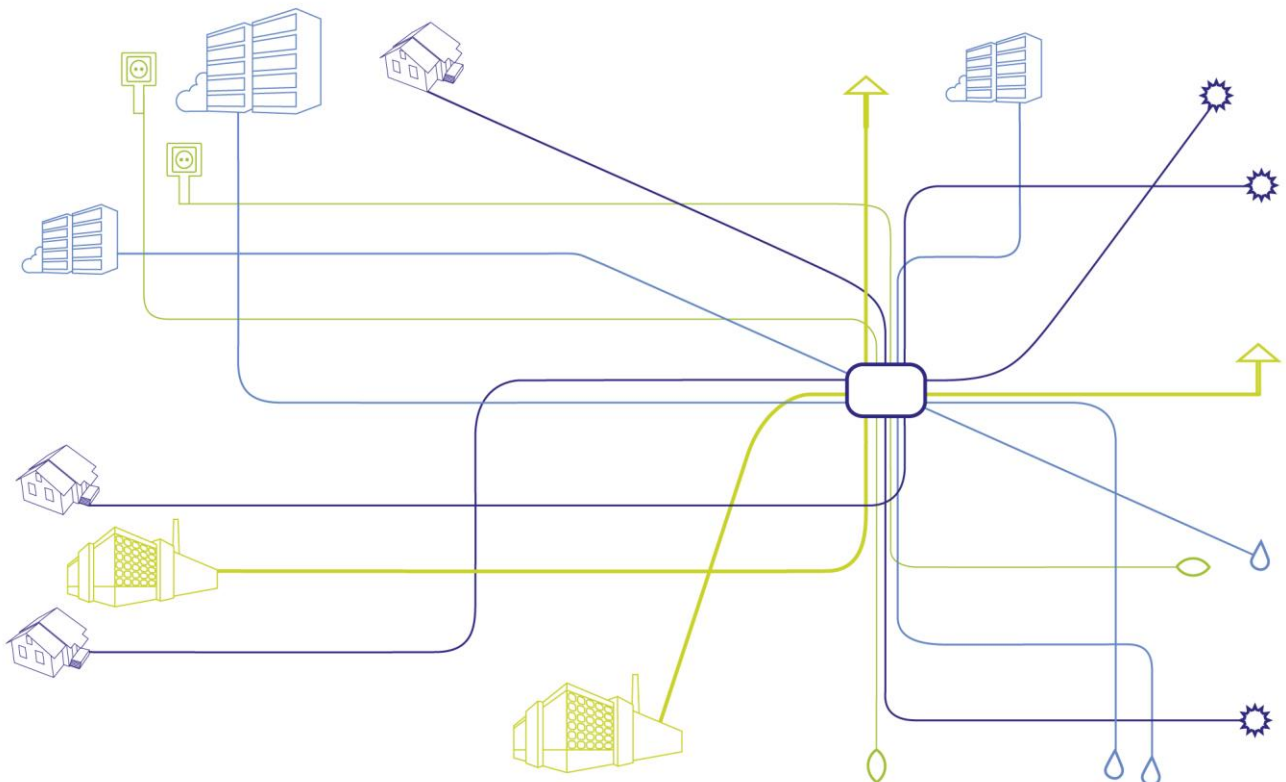




Smart Water Control

Intelligenter Wasserkreislauf in der kommunalen Wasserinfrastruktur



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „**Smart Cities Demo - 8. Ausschreibung**“. Mit diesem Förderprogramm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, große Demonstrations- und Pilotprojekte zu initiieren, in denen bestehende bzw. bereits weitgehend ausgereifte Technologien und Systeme zu innovativen interagierenden Gesamtsystemen integriert werden.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und
Energiefonds

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	Smart Water Control
Langtitel:	Intelligenter Wasserkreislauf in der kommunalen Wasserinfrastruktur
Programm:	Smart Cities Demo – 8. Ausschreibung
Dauer:	01.07.2017 bis 31.10.2018
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Universität Innsbruck – Institut für Infrastruktur
Kontaktperson - Name:	Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Sitzenfrei
Kontaktperson – Adresse:	Technikerstraße 13 6020 Innsbruck
Kontaktperson – Telefon:	+43 512 507 62195
Kontaktperson – E-Mail:	robert.sitzenfrei@uibk.ac.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	G. Bernhardt's Söhne Ges.m.b.H. (Niederösterreich)
Projektwebsite:	https://umwelttechnik-swc.uibk.ac.at/SmartWaterControlClient/
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen- /Technologiebereiche)	<input checked="" type="checkbox"/> Gebäude <input type="checkbox"/> Energienetze <input checked="" type="checkbox"/> andere kommunale Ver- und Entsorgungssysteme <input type="checkbox"/> Mobilität <input checked="" type="checkbox"/> Kommunikation und Information
Projektgesamtkosten genehmigt:	153.623 €
Fördersumme genehmigt:	109.331 €
Klimafonds-Nr.:	KR16SC0F13390
Erstellt am:	25.01.2019

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

B. Projektbeschreibung

B.1 Kurzfassung

<p>Ausgangssituation / Motivation:</p>	<p>Die gesamte Wasserinfrastruktur einer Stadt muss sich kontinuierlich neuen Herausforderungen stellen, bedingt durch die Entwicklung einer Stadt selbst (Landnutzungsveränderung und Bevölkerungs-entwicklung, etc.) und sich ändernden Randbedingungen (Klimawandel, Ressourcenknappheit, Anforderungen, etc.). Dabei ist es gerade bei der Wasserinfrastruktur unumgänglich eine zuverlässige Serviceleistung (d.h.: Versorgung der gesamten Bevölkerung mit Frischwasser bzw. umweltbewusste Entsorgung des Abwassers bzw. ein sicheres Abführen von Niederschlagsabfluss aus dem Siedlungsgebiet) zu gewährleisten. Zusätzlich zu den allbekannten Stressfaktoren, kommen in den letzten Jahren vermehrt neue Herausforderungen auf den Umgang mit Wasser in der Stadt zu. Vor allem der Klimawandel und die damit verbundene Änderung des Niederschlagsverhaltens haben direkte Auswirkungen auf den Wasserhaushalt einer Stadt (bspw. Ressourcenknappheit). Grundlegend für die Bewältigung solcher Herausforderungen, ist eine systemübergreifende Betrachtung, um mit Hilfe von zeitlich und räumlich hochaufgelöste Zustandsdaten eine smarte Überwachung und integrierte Steuerung des urbanen Wasserkreislaufes zu ermöglichen.</p> <p>In dem Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ wurden die Grundlagen für eine erfolgreiche Umsetzung eines innovativen und intelligenten Sensor- und Steuerungsnetzwerkes der urbanen Wasserinfrastruktur (Wasserversorgung bzw. Schmutzwasser-ableitung und Umgang mit Regenwässern) geschaffen. Dabei wurde die Kombination der Wasserinfrastruktur mit dem Internet of Things (IoT) Konzept bzw. durch den zielgerichteten Einsatz von neuartiger Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) erforscht und dessen Potentiale untersucht. Durch das smarte Monitoring der einzelnen Teilsysteme wird Mithilfe der gewonnen Sensordaten in Echtzeit ein optimaler Steuerungsablauf ermöglicht und es können auch Bürger und Stakeholder in den Prozess involviert werden. Dadurch kann der Wasserkreislauf einer urbanen Region systemübergreifend über die einzelnen Teilsysteme hinweg neuartig bewirtschaftet werden.</p> <p>Durch die derzeitigen Herausforderungen und Entwicklungen ergibt sich hier ein „Window of Opportunity“ um kurz- und mittelfristig eine grundlegende Verbesserung des Status Quo zu erreichen und eine einzigartige Dienst-, Software- und Hardwarekompetenz auf nationaler Ebene zu etablieren.</p>
<p>Bearbeitete Themen-/ Technologiebereiche:</p>	<p>Gebäude, kommunale Ver- und Entsorgung von Wasser, Abwasser und Regenwasser, Kommunikation und Information, Grün- und Freiraumgestaltung</p>
<p>Inhalte und Zielsetzungen:</p>	<p>Für eine erfolgreiche Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur besteht umfangreicher Forschungsbedarf. Das Sondierungsprojekt Smart Water Control hat folgende</p>

	<p>Zielsetzungen adressiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Identifikation der Rahmenbedingungen (Rechtlich, Technisch, Soziologisch, Ökonomisch) • Aufbau einer Smart Water Control Community innerhalb Österreichs • Identifikation von Testregionen für eine smarte Wasserinfrastruktur • Umsetzung einer Mess- und modellgestützten Steuerungstechnik der gesamten Wasserinfrastruktur am Smart Campus • Entwicklung, Belegen und Etablierung des innovativen Konzeptes „smart Green/Blue Infrastructure“
<p>Methodische Vorgehensweise:</p>	<p>Für die Erreichung der Ziele des Sondierungsprojektes wurden folgende Arbeiten durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung der technischen, soziologischen und ökonomischen Randbedingungen durch Literaturstudien, Einbeziehung eines Experten für den Datenschutz für die Erhebung der rechtlichen Grundlagen • Planung und Umsetzung des Mess- und Steuerungsnetzwerkes am Campus Technik der Universität Innsbruck (Smart Campus) zur Erforschung der Potentiale einer smarten Wasserinfrastruktur und zu Demonstrationszwecken • Identifikation von geeigneten weiteren Testregionen • Erarbeitung einer detaillierte Umsetzungsplanung als Grundlage für die Einreichung eines Demoprojektes.
<p>Ergebnisse und Schlussfolgerungen:</p>	<p><u>Allgemeine Identifikation der Rahmenbedingungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Recht: nur wenn hochaufgelösten Messungen Rückschlüsse auf das persönliche Benutzerverhalten ermöglichen, unterliegen sie der Datenschutz-Grundverordnung. • Technik: Eine auf die Anwendungsfälle abgestimmte Wahl der Mess-, Datenübertragungs-, Simulation- und Steuerungstechnik ist entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur und oftmals erst durch Ausarbeiten und Erproben ersichtlich. • Soziologie: Neben einer Anpassung an den natürlichen Wasserkreislauf beeinflusst ein smarterer, naturnaher Umgang mit Wasserressourcen auch das soziale Zusammenleben positiv und kann einen urbanen Mehrwert schaffen. Jedoch sind die Funktionsweise und die Effekte in der Bevölkerung großteils unbekannt. • Ökonomie: Der flächendeckende Einbau von hochaufgelösten Verbrauchsmessungen in der Wasserversorgung kann unter entsprechenden Randbedingungen höhere Kosten verursachen als durch Einsparungen im Betrieb erzielt werden können. Erst durch Einbeziehung des volkswirtschaftlichen Mehrwertes können die Errichtungs- und Betriebskosten solcher

Verbrauchs- und Steuerungsmaßnahmen kompensiert werden.

Umsetzung einer Mess- und modellgestützten Steuerungstechnik der gesamten Wasserinfrastruktur am Smart Campus

Um Erfahrungen über hochaufgelösten Messungen zu erhalten, wurde der Campus Technik der Universität mit einem Mess- und Steuerungsnetzwerk für die urbane Wasserinfrastruktur ausgestattet. Am Campusgelände, auch Smart Campus genannt, erfolgt eine Überwachung der einzelnen Wasserströme durch Wasserzähler, Wetterstationen, Bodenfeuchtesensoren und Abflussmessungen in 1 - 15 min Intervallen. Im Frühjahr 2019 wird der Smart Campus durch ein Niedrigfunkenergienetz inklusive Sensoren für die Füllstandsmessung, Abflussmessungen, etc. Ein Beispiel zu einer gemeinsamen Steuerung von Wasserversorgung und Siedlungsentwässerung stellen die smarten Regentonnen dar, welche durch eine intelligente Steuerung Wasserressourcen schonen und Schadstoffemissionen und Schäden durch Überflutungen reduzieren.

Aufbau einer Smart Water Control Community innerhalb Österreichs

Der Aufbau einer Smart Water Community innerhalb Österreichs stellt eine Herausforderung dar. Dies ist den unterschiedlichen Fortschritt in der Technologiediffusion der einzelnen Disziplinen geschuldet. Im Bereich der Trinkwasserversorgung wird Smart Metering zur Verbrauchsermittlung zum Teil schon verwendet. Jedoch ist die Haltung von Akteuren dennoch sehr reserviert. Der Grund dafür ist, dass die Trinkwasserversorgung als essentielle Daseinsversorgung eine sehr wichtige Rolle einnimmt und die Daseinsversorgung erst Änderungen unterworfen werden kann, wenn die Auswirkungen vollständig bekannt sind.

Bisherige Umsetzungen von smarten Anwendungen in der urbanen Wasserinfrastruktur haben die Teilaspekte getrennt betrachtet (Wasserversorgung oder Siedlungsentwässerung) oder basieren vorwiegend auf einer reinen technologischen Umsetzung. Weiterführende Arbeiten müssen daher auf integrative Betrachtungen unter Einbeziehung der Stadtbevölkerung abzielen um das ökologische, ökonomische und soziale Potential bestmöglich zu erschließen und einen kommunalen Mehrwert zu generieren. Um die Anforderungen dieser unterschiedlichen Aspekte auch in einer Umsetzungsplanung zu adressieren, wurden folgende Akteure für ein konkretes Demoprojekt gewonnen:

- Firma SENS (Digitalisierung der österreichischen Firmen)
- Landschaftsarchitekt Karl Grimm
- Firma G. BERNHARDT' Söhne (Anbieter von Wasserzähler) und
- Arbeitsbereich Umwelttechnik (Universität Innsbruck)

	<p><u>Identifikation von Testregionen für eine smarte Wasserinfrastruktur</u></p> <p>Für die weitere Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur eignen sich folgende Testregionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart Campus (idealisiertes Experimentier- und Demonstrationsobjekt für weiter Smart Water City Projekte) • Eco Plus Park in Wiener Neudorf (praxisnahe Implementierung einer smarten Wasserversorgung) <p><u>Entwicklung, Belegen und Etablierung des innovativen Konzeptes „smart Green/Blue Infrastructure“</u></p> <p>Bezüglich der Implementierung von "smart Green/Blue Infrastructure" wurde das Konzept der smarten Regentonne entwickelt und als am aussichtstreichend identifiziert. Durch numerische Simulationen konnten die positiven Auswirkungen auf die Wasserversorgung (Reduktion Trinkwasserbedarf für die Bewässerung) als auch auf die Siedlungsentwässerung gezeigt werden. Zudem wurde ein Versuchsmodell fertig gestellt und die smarte Regentonne konnte im Labormaßstab erprobt werden und wird am Campusgelände aufgestellt und weiter getestet werden.</p>
<p>Ausblick:</p>	<p>Das Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ ermöglichte dem Projektteam die Erhebung der Randbedingungen für eine smarte Wasserinfrastruktur sowie einzigartige Erfahrungen mit der technischen Umsetzung eines sowohl räumlich als auch zeitlich hochaufgelösten Mess- und Steuerungsnetzwerk zu sammeln. In diesem Zusammenhang konnte der Smart Campus der Universität Innsbruck als Demonstrations- und Experimentierraum für die Weiterentwicklung einer smarte Wasserinfrastruktur etabliert werden.</p> <p>Die erzielten Projektergebnisse stellen die Grundlage für das Folgeprojekt Smart Cities Demo Projekt „Smart Water City“ dar, welches mit 21.01.2019 genehmigt wurde.</p>

B.2 English Abstract

<p>Initial situation / motivation:</p>	<p>The entire water infrastructure of a city has to constantly face new challenges, due to the development of the city itself (land use change and population development, etc.) and changing boundary conditions (climate change, scarcity of resources, requirements, etc.). In the case of water infrastructure in particular, it is essential to ensure a reliable service (i.e. supply of the entire population with fresh water and environmentally conscious disposal of the wastewater or efficient management of rainwater from urban areas). In addition to the well-known stress factors, in recent years more and more new challenges have come up for dealing with water in the city. In particular, climate change and the associated change in precipitation have a direct impact on the water balance of a city (e.g. resource scarcity). Fundamental to mastering such challenges is an integrated system view to enable smart monitoring and integrated control of the urban water cycle with the help of temporally and spatially high-resolution status data.</p>
---	---

	<p>The "Smart Water Control" exploratory project laid the foundations for the successful implementation of an innovative, intelligent sensor and control network for the urban water infrastructure (water supply, wastewater discharge and handling of rainwater). In doing so, the combination of the water infrastructure with the Internet of Things (IoT) concept and the targeted use of novel information and communication technologies (ICT) was researched and its potentials investigated. Thanks to the smart monitoring of the individual subsystems, the sensor data obtained will enable an optimal control process in real time, and citizens and stakeholders can also be involved in the process. As a result, the water cycle of an urban region can be managed in a new way across systems and across the individual subsystems.</p> <p>The current challenges and developments create a window of opportunity to achieve a fundamental improvement in the status quo in the short and medium term and to establish a unique service, software and hardware competence at the national level.</p>
<p>Thematic content / technology areas covered:</p>	<p>Buildings; Other urban supply and disposal systems including water, wastewater and storm water; Communication and information</p>
<p>Contents and objectives:</p>	<p>At present, significant research is needed for a successful realization of an urban smart water infrastructure. The exploratory project „Smart Water Control“ has addressed following main objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determination of boundary conditions including legal, technical, sociological and economic fundamentals • Realisation of a monitoring and controlling network for the urban water infrastructure at the Smart Campus • Build-up of a smart water control community in Austria • Identification of future test regions for implementation a smart water infrastructure • Development, verification and establishment of the innovative "smart green/blue infrastructure" concept
<p>Methods:</p>	<p>To achieve the objectives of the exploratory project, following work has been carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determination of technical, sociological and economic basics through literature study, survey of legal basics through involvement of an external expert for data privacy • Planning and implementation of the measurement and control network at the Campus Technik of the University of Innsbruck (Smart Campus) for researching the potentials and demonstration purposes of a smart water infrastructure • Identification of future test regions for realisation of a smart water infrastructure • Development of a detailed implementation planning used for submission of a follow-up project

Results:

Determination of boundary conditions

- Law: only when high-resolution measurements allow conclusions on personal user behaviour, they are subject to the General Data Protection Regulations.
- Technical: A choice of measurement, data transmission, simulation and control technology tailored to the application cases is crucial and often only apparent through elaboration and testing.
- Sociology: Apart from adapting to the natural water cycle, a smart, natural approach to water resources also positively influences social coexistence and can create urban added value. However, the functioning and effects of the population are largely unknown.
- Economics: Implementing high-resolution measurement devices in water supply at large-scale causes higher costs as savings in the operation through real-time control can be achieved. The costs for construction and maintenance can be compensated by taking the economic added value into account.

Implementation of a monitoring and controlling network for the urban water infrastructure at the Smart Campus

To gain experiences in working with high-resolution data, the urban water infrastructure at the University campus "Technik" was equipped with a monitoring and controlling network. At the campus area, also called "Smart Campus", water flows are measured through water meters and weather- and soil moisture stations in 1 - 15 min timesteps. The smart rain barrels are an example for real-time control influencing both water supply and urban drainage.

Build-up of a smart water control community in Austria

Building a Smart Water Community within Austria poses a challenge. This is due to the different advances in technology diffusion in the individual disciplines. In the field of drinking water supply, smart metering is already partly used for consumption monitoring. However, the attitude of actors is still reserved. The reason for this is that the drinking water supply as an essential supply of life plays a very important role and the basic public services can only be changed if the effects are fully known.

Previous implementations of smart applications in the urban water infrastructure have considered the sub-aspects separately (water supply or urban drainage) or are based primarily on a pure technological implementation. Further work must therefore aim at integrative considerations involving the urban population and at the best possible opening up of ecological, economic and social potential and generating added value for the community. Due to the requirements to address these different aspects also in an implementation planning, the following actors for a concrete demo project were won:

- SENS (digitalization of Austrian companies)
- Landscape architect Karl Grimm
- G. BERNHARDT's Söhne (water meter supplier) and

	<ul style="list-style-type: none"> • Unit of Environmental Engineering (University of Innsbruck) <p><u>Identification of future test regions for implementing a smart water infrastructure</u></p> <p>The following test regions can be used for the further implementation of a smart water infrastructure:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart Campus (idealized experimentation and demonstration object for smart water city projects) • Eco Plus Park in Wiener Neustadt (practical implementation of a smart water supply system) <p><u>Development, verification and establishment of the innovative "smart green/blue infrastructure" concept</u></p> <p>Regarding the implementation of "smart green/blue infrastructure", the promising smart rain barrel concept was developed. Numerical simulations were used to determine the effects of small storage volumes controlled in real-time on urban water infrastructure. Results show, that the smart rain barrels have positive impacts on urban drainage systems and through using the stored water for irrigation purpose, the potable water consumption can be decreased. Furthermore, a test model of the smart rain barrel was completed and tested at laboratory scale. The smart rain barrel is situated at the campus area in spring 2019 and the practical applicability is tested.</p>
<p>Outlook / suggestions for future research:</p>	<p>Through the exploratory project "Smart Water Control", the boundary conditions for a smart urban water infrastructure could be obtained including first experiences with monitoring and controlling networks in high temporal and spatial resolutions. In this context, the smart campus could be established as demonstration and experimental room for further development of smart urban water infrastructure.</p> <p>The attained project results were used for submission of the follow-up project "Smart Water City" approved on 21.01.2019.</p>

B.3 Einleitung

Projektziel

In dem Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ wurden die Grundlagen für eine erfolgreiche Umsetzung eines innovativen, intelligenten Sensor- und Steuerungsnetzwerkes der urbanen Wasserinfrastruktur (Wasserversorgung bzw. Schmutzwasserentsorgung und intelligente Verwendung von Regenwasser) geschaffen. Die grundlegende Idee von Smart Water Control kann dabei der Abbildung 1 entnommen werden. Durch das smarte Monitoring von den einzelnen Teilsystemen, wird Mithilfe der gewonnen Sensordaten in Echtzeit ein optimaler Steuerungsablauf ermöglicht und daher kann der Wasserkreislauf einer urbanen Region global und systemübergreifend bewirtschaftet werden. Ein derartiges System hat ökologische, ökonomische, soziale und technische Auswirkungen für die gesamte Gesellschaft. Neben der Möglichkeit der Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung, ist eine solche Umsetzung auch unverzichtbar im Hinblick auf zukünftige und von vielen Städten angestrebte Entwicklungen einer dezentralen und nachhaltigen Wasserinfrastruktur, die sich positiv auf das soziale Umfeld einer lebenswerten, smarten Stadt auswirken soll. Neben dem Aufbau einer „Smart Water Community“ innerhalb Österreichs wurden in diesem Projekt Testregionen identifiziert und eine Umsetzung eines Sensor- und Steuerungsnetzwerkes mittels Echtzeitmodellierung mit allen Bedarfsträgern dieser Gebiete konkretisiert.

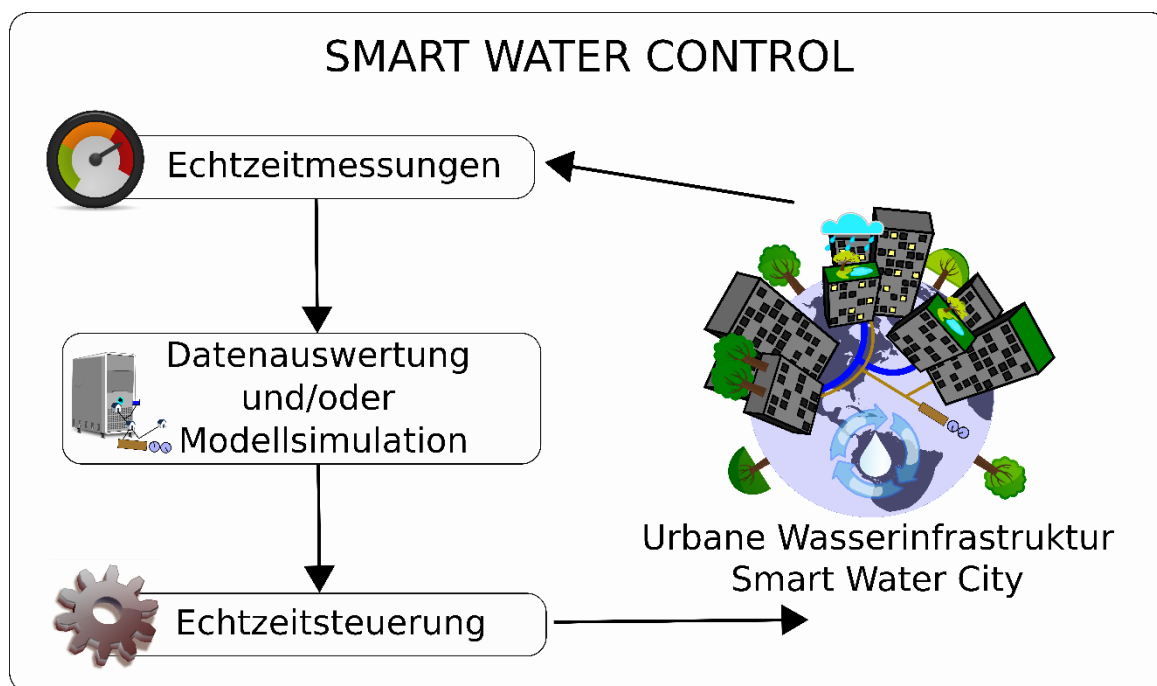


Abbildung 1 Grundlegende Idee von Smart Water Control

Schwerpunkte von „Smart Water Control“

Das Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ adressierte primär die beiden Ausschreibungsschwerpunkte:

- „Smarte Modernisierung im (öko)sozialen Wohnbau“ und
- „Stadtoasen - smarte Grün- und Freiraumgestaltung im urbanen Raum“.

Die Umsetzung einer intelligenten Wasserinfrastruktur eines urbanen Siedlungsgebietes, basierend auf einem umfassenden smarten mess- und modellgestützten Steuerungsnetzwerkes, bedingt den Einbau von intelligenter Messtechnik beginnend beim Endkonsumenten bis hin zu den Betreibern der Infrastruktur. Die Umsetzung des Messnetzwerkes sowohl im Bereich der Wasserversorgung als auch der Abwasserentsorgung bzw. der kontrollierten Ableitung von Regenwasser kann schon jetzt in den bestehenden, meist zentralen, leitungsgebundenen Strukturen realisiert werden („Smarte Modernisierung im (öko)sozialen Wohnbau“). Dabei können die Echtzeitmessungen direkt als bewusstseinsbildendes Instrument des Endkonsumierenden und somit der gesamten Bevölkerung verwendet werden. Dadurch soll der Umgang mit der Ressource „Wasser“ aber auch der Nutzen bzw. die Problematik von Regen- und Abwasser von der Bevölkerung vermehrt erkannt werden. Dies beinhaltet somit die Handlungsfelder

- Gebäude (z.B.: Echtzeitmessungen der Wasserver- und Entsorgung direkt beim Endverbraucher),
- Kommunale Ver- und Entsorgung von Wasser, Abwasser und Regenwasser mittels zentraler und dezentraler Strukturen,
- Kommunikation & Information (Bewusstseinsbildung der Funktionsweise der gesamten Wasserinfrastruktur eines urbanen Siedlungsgebietes),
- Grün- und Freiraumgestaltung vor allem in Hinblick auf dezentrale und multifunktionale Nutzung von beispielsweise Grünflächen bzw. Wasserflächen zum Zwecke der Naherholung, Überflutungsschutz, Überwärmungsproblematik,
- Nachweis der Funktionstüchtigkeit von innovativen siedlungswasserwirtschaftlichen Ansätzen (Smart Green/Blue Infrastructure) und gleichzeitige Etablierung des Konzeptes einer smarten Green/Blue Infrastructure Ansatzes unter Einbezug der Echtzeitsteuerungsmöglichkeiten als Baustein einer zukünftigen Smart City.

Das Projekt "Smart Water Control" stellte ein Smart City Sondierungsprojekt dar. Im Zuge dessen wurden auch die Vorarbeiten für das nachfolgende Umsetzungsprojekt "Smart Water City" geleistet, welches am 21.01.2019 genehmigt wurde.

Aufbau der Arbeit

Das Sondierungsprojekt beinhaltet neben dem Arbeitspaket 1 - Projektmanagement folgende weitere Arbeitspakete:

AP2 – Rahmenbedingungen

AP3 – Smart Campus

AP4 – Konkretisierung der Umsetzungspartner

AP5 – Umsetzungsplanung

Die verwendeten Methoden bzw. Vorgangsweise innerhalb der einzelnen Arbeitspakete sind unter B.4 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt – Methoden und Vorgangsweise näher beschrieben.

B.4 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

Stand der Technik

Smart Metering in der Siedlungswasserwirtschaft

Im Bereich der Wasserversorgung gibt es die technische Möglichkeit intelligente Wasserzähler in den Haushalten zu verbauen. Stand der Technik ist hier die Fernablese des Gesamtwasserverbrauchs eines Endverbrauchers durch den Betreiber über Funk. Auch wenn viele Wasserzähler in Österreich noch manuell ausgelesen werden, wird diese Technik zumindest in Neubauten häufiger angewendet und auch im Bestand nach und nach etabliert. Die dadurch gewonnenen Daten werden derzeit von den Betreibern meist ausschließlich für die Abrechnung der Wasserversorgung bzw. Abwasserentsorgung auf Haushaltsebene verwendet. Folglich haben diese Daten meist nur eine geringe zeitliche Auflösung (z.B. jährlich) und werden daher auch meist nicht in Echtzeit an den Betreiber übertragen. Die vollautomatisierte Überwachung und Steuerung eines gesamten Wasserversorgungsnetzes erfolgt heutzutage meist nur bei größeren Betreibern mittels Echtzeitmessungen an Hauptpunkten im System, d.h. vor allem in ländlichen Gebieten besteht hier noch Aufholbedarf.

Im Bereich der Abwasserentsorgung oder der Ableitung der Regenwässer aus urbanen Gebieten werden selten permanente Messinstrumente für eine kontinuierliche Datenerfassung innerhalb des leitungsgebundenen Systems verbaut. So wird beispielsweise eine detaillierte Erfassung des Zustandes eines Kanalsystems erst bei

häufigem Auftreten von Problemen (z.B.: bei übermäßigem Fremdwasseranteil oder bei häufigen Überflutungen in Mischwassersystemen) in Form einer Messkampagne über mehrere Wochen durchgeführt. Eine vollautomatisierte Überwachung eines gesamten Systems (das betrifft sowohl Trennsysteme als auch Mischwassersystem) oder gar eine vollautomatisierte Steuerung ist die Ausnahme. Da zukünftig ein vermehrter Übergang zu dezentralen Anlagen angestrebt wird (z.B. Versickerung, „rain-gardens“, Gründächer, lokale Aufbereitung von verunreinigtem Wasser, Regenwassernutzungen), vergrößert sich die Unkenntnis des Systemverhaltens da speziell im Bereich der dezentralen Ableitung und Behandlung von Regenwasser, Monitoringsysteme kaum etabliert sind. Die zentrale (leitungsgebunden) oder dezentrale Ableitung von Regenwasser aus urbanen Regionen, vor allem in Hinblick auf den Klimawandel und den dadurch bedingten Anstieg der Regenintensität, stellt die Betreiber solcher Systeme zukünftig vor neue Herausforderungen.

Modellierung und Echtzeitsteuerung im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft

Die mathematische Beschreibung der Funktion der Wasserinfrastrukturen und deren hydraulische Modellierung ist seit geraumer Zeit Stand der Wissenschaft (De Corte & Sörensen 2013; Gheisi *et al.* 2016) und findet auch vermehrt Zuspruch in der Praxisanwendung. Die derzeitige Verwendung eines Modells repräsentiert jedoch meist nur den Zustand eines Systems zum Zeitpunkt der Datenerhebung, bzw. werden die Modelle mittels zeitlich begrenzter Daten aus Messkampagnen kalibriert und validiert. Daher werden diese meist nur im Bereich eines mittel- bzw. langfristigen Planungsprozesses angewendet. Grundlegend für eine Nutzung der Modelle für kurzfristige operative Entscheidungen (z.B.: Lastensteuerung, Fehlererkennung) im Tagesgeschäft eines Betreibers ist die zeitlich feinaufgelöste und kontinuierliche Übertragung von smarten Messtaten an ein Modell sowie die Übertragung von Steuerungsbefehlen in Echtzeit. Mit dem Fortschritt der Digitalisierung (IoT – Internet of Things) scheint eine Realisierung eines umfassenden smarten Mess- und Steuerungsnetzwerk der Wasserversorgung, Abwasserentsorgung bzw. Regenwasserabflusssystem im Einzelnen, bis hin zur ganzheitlichen Steuerung der Wasserinfrastruktur eines urbanen Siedlungsgebietes zumindest technisch realisierbar. Erst dadurch wird das volle Potential der Modellsimulationen, vor allem im Hinblick auf Störfallerkennung bzw. Prävention (z.B.: Wasserrohrbruch, Überflutung, Terroristische Attacken) und das demensprechende Handeln in Echtzeit, vollautomatisiert möglich.

Im kleineren Maßstab, auf Hausebene werden Komplettlösungen, wie beispielsweise eine intelligente Zisterne der Firma Sieker, angeboten. Mittels Niederschlagsvorhersagen werden in diesem Ansatz die Nutzung des Regenwassers und vor allem die Nutzung des Speichervolumens der Zisterne optimiert, indem vor

Starkregenereignissen die Zisterne entleert und das Wasser direkt am Grundstück versickert wird. Auf Betreiberbene finden Echtzeitsteuerungen derzeit nur in größeren Versorgungs- und Entsorgungsgebieten statt. Eine optimale Steuerung der Wasserströme in Wasserversorgungssystemen erfolgt hier beispielsweise durch einfache modellgestützte Verbrauchsvorhersagen (Campisano *et al.*; Alvisi *et al.* 2007; Hutton *et al.* 2014). Nachholbedarf besteht hier eindeutig im Bereich der urbanen Siedlungsentwässerung. Im Vergleich zu Wasserversorgungssystemen findet die Umsetzung von Echtzeitsteuerungsmechanismen bei den Betreibern noch selten anklang. Möglicherweise ist dies auch dadurch bedingt, dass dem Wasserversorgungssystem einer Stadt, im Vergleich zu den Abwassersystemen, größere Aufmerksamkeit im Falle eines Systemausfalls von Seiten der Bevölkerung geschenkt wird. Dennoch gibt es Echtzeitsteuerungskonzepte und Realisierungen im Bereich der Siedlungsentwässerung (Achleitner *et al.* 2007; Borsanyi *et al.* 2008) bis hin zu den Kläranlagen (Rosen *et al.* 2004; Butler & Schütze 2005).

Smarte Wasserinfrastruktur

Auch wenn bereits die Verbreitung von Echtzeitsteuerungssystemen in den einzelnen Systemen in Ansätzen zu finden ist, werden Wasserversorgungssystem, Mischwasserkanalsystem oder Trennsystem getrennt gesteuert (Sitzenfrei und Rauch, 2014). Dies hat zur Folge, dass eine globale Optimierung der Wasserströme (Ver- und Entsorgung) während des Betriebs der gesamten Wasserinfrastruktur einer Stadt derzeit kaum möglich ist. Eine Trennung der Steuerungsmöglichkeiten des Gesamtsystems ist derzeit aber auch zwischen Endverbraucher und Betreiber vorhanden. Beispielsweise können mögliche Speichervolumina (Beispiel smarte Regentonne) in das Gesamtsystem für eine Steuerung nicht miteinbezogen werden. Demnach besteht derzeit eine Steuerungstrennung, sowohl zwischen Wasserversorgungssystemen und Siedlungsentwässerungssystemen, als auch zwischen den Verwaltungsebenen des Endverbrauchers und Betreibers.

Innovationen und Vorteile gegenüber Ist-Stand

- **Bewusstseinsbildung:** Durch die detaillierte Einsicht eines jeden Endverbraucher in das eigene Wasserverbrauchsverhalten kann hier ein erhöhtes Bewusstsein zur Wasserressource geweckt werden.
- **Innovative Kostenabrechnung:** Werden die Echtzeitmessdaten an den Betreiber übermittelt, hat dieser nun die Möglichkeit auf deren Basis neue attraktive und innovative Abrechnungsmodelle für die Endkonsumenten zu entwickeln.
- **Neuartige Lastensteuerung:** Gibt es zusätzlich noch die Möglichkeit der Echtzeitsteuerung hat der Betreiber ein mächtiges Werkzeug zu Lastensteuerung im Regelbetrieb zu Verfügung.

- **Innovative Fehlererkennung und Prävention:** Die Umsetzung einer modellgestützten Steuerung wird einen deutlichen Qualitätsanstieg in Bezug auf sämtliche Sicherheitsaspekte der gesamten Wasserinfrastruktur bewirken. Durch den kontinuierlichen Abgleich von Echtzeitmessdaten mit Simulationsergebnissen von online-Modellen können beispielsweise in der Wasserversorgung, Rohrbrüche identifiziert und dementsprechend durch das automatisierte Schließen relevanter Ventile eine ununterbrochene Versorgung gewährleistet werden. Der Einsatz eines Onlinemodells wirkt sich dabei positive auf die Kosten der Realisierung eines Sensornetzwerkes aus, da die Anzahl der nötigen Sensoren zur Erkennung eines Störfalles im Vergleich zu nicht modellgestützten Ansätzen reduziert werden kann.
- **Alternative Lösungen im Ausbau bestehender Systeme:** Im Bereich der Regenwasserbehandlung und Entsorgung aus dem urbanen Raum mittels leitungsgebundener Mischwassersysteme kann vor allem auch in den existierenden Systemen durch Echtzeitsteuerung zusätzliches Speichervolumen zu Verzögerung des Abflusses während Starkregenereignisse aktiviert werden. Das System wird somit ohne großen Aufwand robuster insbesondere im Hinblick auf den ansteigenden Trend der Regenintensitäten bedingt durch den Klimawandel. Dies kann durch die vermehrte Nutzung von dezentralen Strukturen verstärkt werden.
- **Neuartiges zukunftssicheres Systemmanagement:** Die Nutzung von neuartigen smart Green/Blue Technologien, wie das Anlegen von kontrollierbaren Teichen in städtischen Siedlungsgebieten, bewirkt sowohl eine Endkopplung der Systeme von einer reinen zentralen Entwässerungsstrategie hin zu einem hybriden Ansatz (Kombination aus dezentralen Elementen zum Zweck der Abflussverzögerung) als auch ein rein dezentrales System durch direktes Abführen des Niederschlags in den Untergrund an Ort und Stelle. Durch den gezielten Einsatz von Steuerungsmechanismen in Echtzeit, kann das nötige Speichervolumen für ein anbahnendes Starkregenereignis durch Absenkung der Teiche in den Parks geschaffen werden.
- **Innovative multifunktionale Nutzung von städtebaulichen Elementen:** Künstlich angelegte Wasserflächen nehmen in urbanen Siedlungsgebieten eine besondere Rolle in Form eines architektonischen Städtebauelements mit multifunktionalen Eigenschaften ein. In erster Linie wirkt sich eine solche Technologie direkt auf die grundlegende Sicherheit einer Stadt in Sachen Überflutungsschutz aus. Des Weiteren wirken sich Wasserflächen positiv auf das Stadtklima aus (z.B.: entschärfen sie das Problem von Urban Heat Islands) und dabei dienen sie der Bevölkerung als Naherholungsgebiet. Auch wenn solche

Systeme bereits vereinzelt installiert wurden, stellt eine smarte Überwachung und die dadurch mögliche smarte Echtzeitsteuerung absolutes Neuland im Bereich des urbanen Wassermanagements und auch im Smart City Konzept dar.

- **Richtungsweisendes langfristiges Managementkonzept zur Steuerung des Transformationsprozesses von zentralen hin zu dezentralen Strukturen:** Für die Realisierung solcher multifunktionalen Elemente ist ein umfassendes Mess- und Steuerungsnetzwerk nicht nur für den Betrieb, sondern auch während des gesamten Transformationsprozess der Wasserinfrastruktur unumgänglich. Beispielsweise kann der nachhaltigere Umgang von Frischwasser direkt beim Endkonsumenten einen geringeren Wasserbedarf am Wasserversorgungssystem bewirken, in weiterer Folge kommt es zu höheren Aufenthaltszeiten des Wassers im System und schlussendlich möglicherweise zu Qualitätsproblemen. Dies demonstriert, dass die Problematik über die einzelnen Systemebenen hinaus Wirkung hat und daher eine ganzheitliche Betrachtung der Wasserinfrastruktur in Echtzeit vor allem in Hinblick auf Transformationsprozesse (Wechsel von zentrale auf dezentral Strukturen) nötig wird.

Methoden und Vorgangsweise

Nachfolgend sind die Methodik und Vorgangsweise zur Erfüllung der Projektziele entsprechend der jeweiligen Arbeitspakete angeführt.

AP 2 - Rahmenbedingungen

Im Arbeitspaket 2 wurden die rechtliche, technische, soziologische sowie ökonomische Randbedingungen ermittelt. Die rechtlichen Grundlagen wurden dabei von Prof. Weber als Experte für das Datenschutzrecht ausgearbeitet. Um bisherige Erfahrungen und Erkenntnisse zur technischen Umsetzung und soziologische Aspekte zu gewinnen, wurden zahlreiche Forschungsprojekte zum Thema smarte Wasserinfrastruktur näher betrachtet. Besonders in der Wasserversorgung sind zahlreiche Projekte vorhanden, die von der europäischen Kommission gefördert werden bzw. worden sind. In der Literaturstudie wurden auch verschiedenste Datenübertragungstechnologien behandelt und es wurde Reichweite und Datendurchsatz verglichen. Des Weiteren wurden ökonomischen Auswirkungen für die Implementierung einer smarten Wasserversorgung in Österreich durch internationale Erfahrungswerte grob abgeschätzt.

AP 3 -Smart Campus

Im Arbeitspaket 3 wurde am (Smart) Campus Technik der Universität Innsbruck ein mess- und modellgestütztes Steuerungsnetzwerk des urbanen Wasserkreislaufes für Demonstrationszwecke und als Experimentierraum etabliert und erweitert.

Der Campus Technik umfasst eine Fläche von ca. 17 Hektar (1 Hektar entspricht ca. einem Fußballfeld), mit 1.190 dort tätigen Mitarbeitern und insgesamt 6.000 eingeschriebenen Studierenden. Am Smart Campus werden die einzelnen Teilsysteme Trinkwasser, Wetter und Klima, dezentrale Regenwasserbehandlung sowie Abwasser- und Regenwasserableitung erfasst und die Messwerte werden in einer gemeinsamen Datenbank gesammelt. Anhand der Messergebnisse können Bewirtschaftungsstrategien simuliert, modelltechnisch erprobt und schlussendlich die Leistungsfähigkeit der Anlagen gesteigert werden. Zusätzlich können aktuelle Zustände, aber auch die Wirkungsweise dieser üblicherweise verborgenen Infrastruktur der Bevölkerung nähergebracht und auch unter deren Beteiligung verbessert werden (Citizen Science).

Das Messstellennetz beinhaltet 10 hochauflösende Wasserzähler, eine kombinierte Wetterstation mit Niederschlags-, Wind-, Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung, zwei Stationen mit Niederschlagsmessung und eine Station mit Bodenfeuchte- und Bodentemperaturmessung sowie eine Abflussmessung. Um Erfahrungen mit Datenübertragungstechnologien zu sammeln, kommen unterschiedliche Technologien für den Datenaustausch zur Anwendung. Alle Messstellen sind seit Ende 2017 erfolgreich in Betrieb und es werden Daten in einem Intervall von 1 – 15 min übertragen. Zusätzlich sind noch 4 Wetterstationen und 1 Wasserzähler bei Einfamilienhäusern, die sich in der Umgebung von Innsbruck befinden, eingebaut. Um eine Steuerungsmöglichkeit für die Wasserversorgung (Bewässerung) als auch für die Siedlungsentwässerung (Rückhalt von Niederschlagswasser) zu erhalten, wurde das Konzept der smarten Regentonne entwickelt. Dabei wurde die Wirksamkeit der smarten Regentonne in numerischen Simulationen bewiesen. Nach erfolgreichen Labortests wurde ein Versuchsmodell der smart Regentonne Ende August fertig gestellt. Das Versuchsmodell wird in der nächsten Bewässerungsperiode (ab Frühling 2019) am Smart Campus zum Einsatz kommen.

AP4 - Konkretisierung der Umsetzungspartner

In diesen Arbeitspaket wurden mögliche Testregionen für die weitere Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur identifiziert. Um Testregionen zu finden, wurden Gespräche mit Kommunen als auch Bauprojekte von Projektpartnern gesucht. Schlussendlich konnte der Showroom und Experimentierraum „Smart Campus“ und der Eco Plus Park in Wiener Neustadt als mögliche Testregionen für eine smarte

Wasserinfrastruktur gefunden werden. Aufbauend auf den Ergebnissen aus Arbeitspaket 3 wird der Smart Campus weiter ausgebaut, um die Ziele einer Smart Water City zu erreichen und um vermehrt die urbane Stadtbevölkerung einzubinden. Der Eco Plus Park dient hingegen der Erprobung einer intelligenten Wasserversorgung hinsichtlich ihrer praxistauglichen Anwendung. Zusätzlich wurden auch Projektpartner gesucht und versucht möglichst viele Akteure in der Wasserwirtschaft einzubinden.

AP5 – Umsetzungsplanung

Im Arbeitspaket 5 wurde nach Abstimmung mit den zukünftigen Projektpartner an einer realen Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur in den unter Arbeitspaket 4 identifizierten Testregionen erarbeitet. Im ersten Schritt wurden dazu Unterstützungserklärungen eingeholt. Weiters wurden konkrete Arbeits-, Zeit-, Kosten- und Finanzierungspläne für die Umsetzung erarbeitet. Aufbauend auf den ausgearbeiteten Plänen wurde am 22. Oktober 2018 das Projekt „Smart Water City – intelligenter Umgang mit Wasser im kommunalen Gefüge“ im Rahmen des „Smart Cities Demo – Living Urban Innovation“ Programms des österreichischen Klima- und Energiefonds eingereicht und mit 21.01.2019 genehmigt.

B.5 Ergebnisse des Projekts

Entwicklung, Belegen und Etablierung des innovativen Konzeptes „smart Green/Blue Infrastructure“

Für die Belegung und Etablierung des neuartigen Konzeptes „Smart Green/Blue Infrastructure“ wurden folgende Schritte als notwendig identifiziert:

- Identifikation der Anwendung und der Prozessdynamik entsprechendes Messintervall (hohes Intervall bei beispielsweise kleinen Bewirtschaftungsvolumen und entsprechend schnellen Änderung)
- Identifikation von geeigneter Modellierung und Simulationswerkzeugen, welche einerseits die Prozessdynamiken abbilden können sowie für eine (nahezu) Onlinemodellierung geeignet sind (Datenanbindung, Open Source, etc.)
- Identifikation von effizienten/umsetzbaren Steuerungsmechanismen und simulationsbasierte Potentialermittlung
- Implementierung der effizientesten Umsetzungen.

Für die Beurteilung der Prozessdynamiken wurde eine detaillierte modelltechnische Erhebung der Campusstruktur durchgeführt. Diese Arbeiten wurden in Lehrveranstaltungen, Abschlussarbeiten und wissenschaftliche Arbeiten von Dissertanten sowie Gastwissenschaftlern durchgeführt. Daraus resultierend wurde ein Mikromodell des Smart Campus erstellt, untersucht und die Ergebnisse auch der

wissenschaftlichen Community auf der „International Conference on Urban Drainage Modeling“ vorgestellt (Palermo, et al. 2019). Mit diesem Modell konnten erste grobe Potentialermittlungen durchgeführt werden und auch die Messparameter für eine erfolgreiche Steuerung identifiziert werden. Als Grundlage für die weitere Simulation und detaillierte Potentialermittlungen wurden parallel unterschiedliche traditionelle Messsysteme (Regen, Wasserstand, Bodenfeuchte, etc.) etabliert. Darüber hinaus bedarf es aber auch neuartiger Messsysteme, welche so in dieser Form nicht verfügbar waren und welche erst für die Anwendung für eine Smart Green/Blue Infrastruktur entwickelt wurden. Als notwendiger Schritt für eine optimale Bewirtschaftung wurde die Messung der Auslastung der Rain Gardens am Campus sowie der Versickerungsmulden identifiziert (optimale Beschickung durch Regenwasser den Kapazitäten entsprechend) (bspw. Oberascher, 2018). Dafür wurde ein neuartiges Messsystem (Piro, et al. 2019) für die Anwendung in den Rain Gardens im Labormaßstab entwickelt und getestet (Fritsch, 2018). Hinsichtlich ökologischer Betrachtungen wurden unterschiedliche Abwasserprobenahmeverfahren und Analysen am Campus Technik erprobt (Ziernheld, 2018).

Bezüglich der Implementierung von „smart Green/Blue Infrastructure“ wurde das Konzept der smarten Regentonne entwickelt und als am aussichtstreichend identifiziert. Das generelle Konzept der smarten Regentonne ist in der Abbildung 2 ersichtlich. Wie in Zusammenarbeit mit der ZAMG festgestellt worden ist, stellen dabei die Wettervorhersage und die aktuellen Systemzustände wesentliche Einflussgrößen dar. Bei Regenwetter ist das Ziel, den Regenwasserabfluss von Hausdächern in das Kanalsystem zu vermindern, um dadurch den Spitzenabfluss im Kanal und somit das Überlastungsrisiko zu senken. Bei Trockenwetter wird das gespeicherte Regenwasser für die Bewässerung eingesetzt, wodurch der Trinkwasserverbrauch reduziert werden kann.

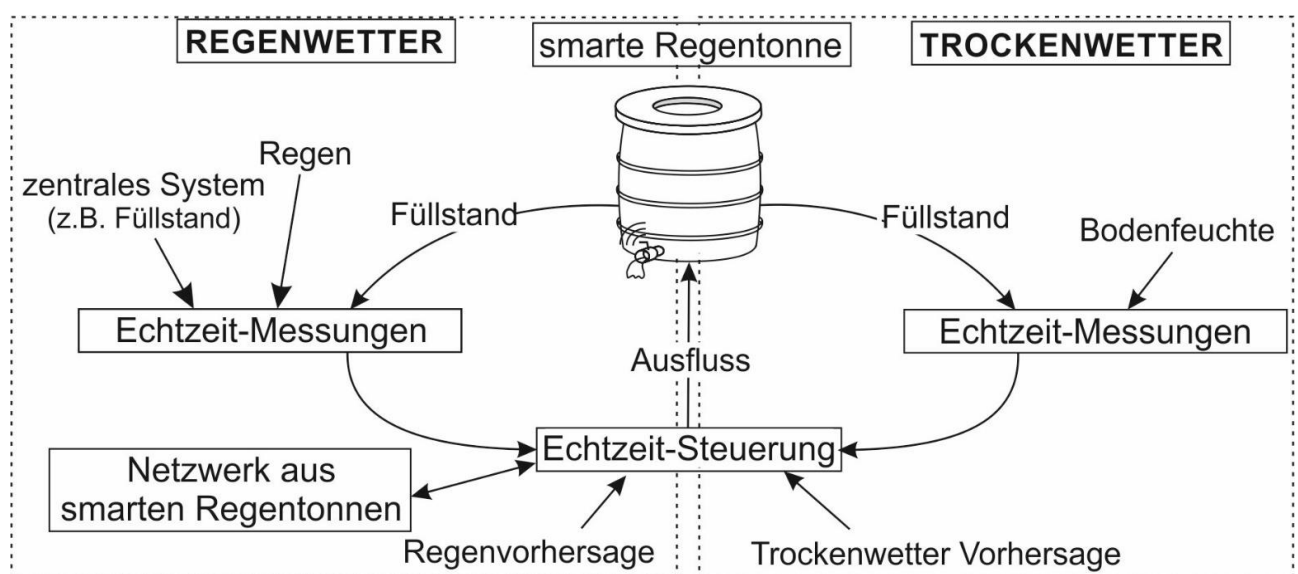


Abbildung 2 Grundlegende Idee von Smart Water Control

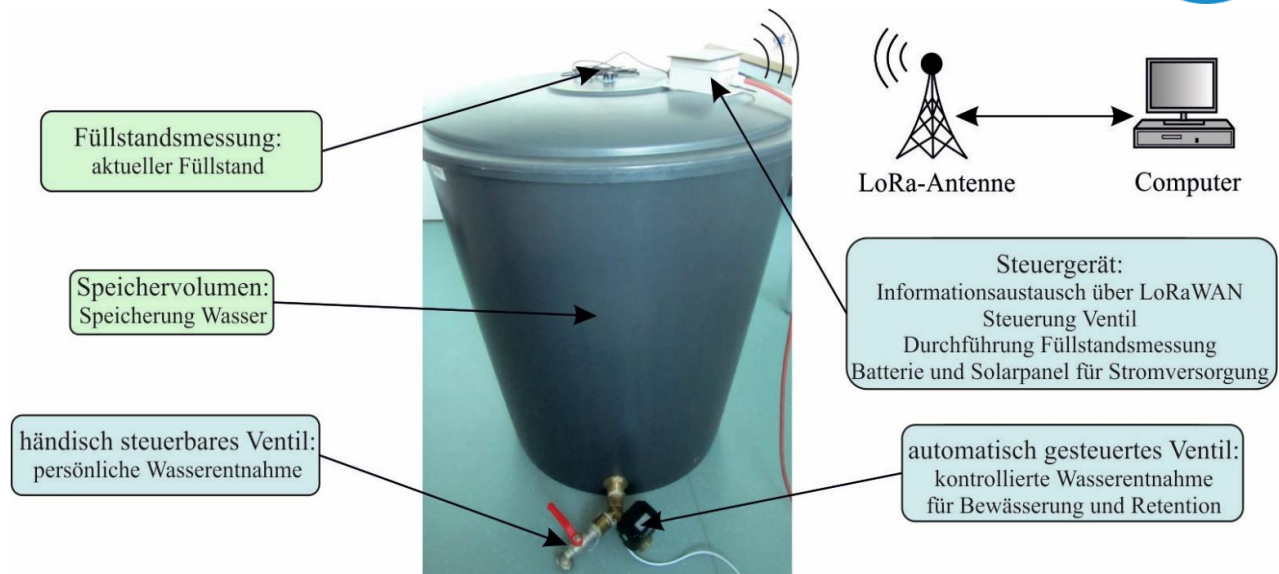


Abbildung 3 Versuchsmodell der smarten Regentonne

Die smarte Regentonne ist ein in Echtzeit kontrollierbares Speichervolumen und das Versuchsmodell ist in der Abbildung 3 dargestellt. Für die kontrollierte Wasserentnahme kommt ein automatisch gesteuertes Ventil zur Anwendung. Zusätzlich ist ein händisch steuerbares Ventil für die persönliche Wasserentnahme angeordnet. Im Deckel ist ein Messgerät zur Messung des Füllstandes eingebaut. Gesteuert wird die Regentonne über ein Steuergerät mit einer Antenne für den drahtlosen Austausch von Informationen bzw. Steuerungsbefehlen.

Durch zahlreiche Veröffentlichungen (bspw. Oberascher, et al. 2019a und Oberascher, et al. 2019b) wurde das Konzept der smarten Regentonnen nationalen aber auch internationalen Fachleuten vorgestellt und es wurde die Funktionsweise der smarten Regentonne anhand numerischer Simulationen und im Labormaßstab belegt. Beispielhafte Simulationsergebnisse sind in der Abbildung 4 dargestellt. Durch das smarte Regentonnen Konzept kann in Abhängigkeit der Regentonnengröße (zwischen 0,1 und 1,0 m³) und der Akkumulationszeit der Wettervorhersage (Dauer der Wettervorhersage) zwischen 1,0 (16 %) und 10,5 m³ (95 %) an Trinkwasser eingespart und durch Regenwasser ersetzt werden. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass der Rückhalt von Regenwasser je nach Volumen der Regentonne zwischen 7,2 m³ (8 % am Gesamtabfluss) und 38,8 m³ (43 %) beträgt. Ein Versuchsmodell dieser Anlage ist auch bereits fertiggestellt und im Labormaßstab erprobt. Nach Besserung der Witterungsbedingungen wird das Versuchsmodell im nächsten Frühjahr am Campusgelände aufgestellt und weiter getestet.

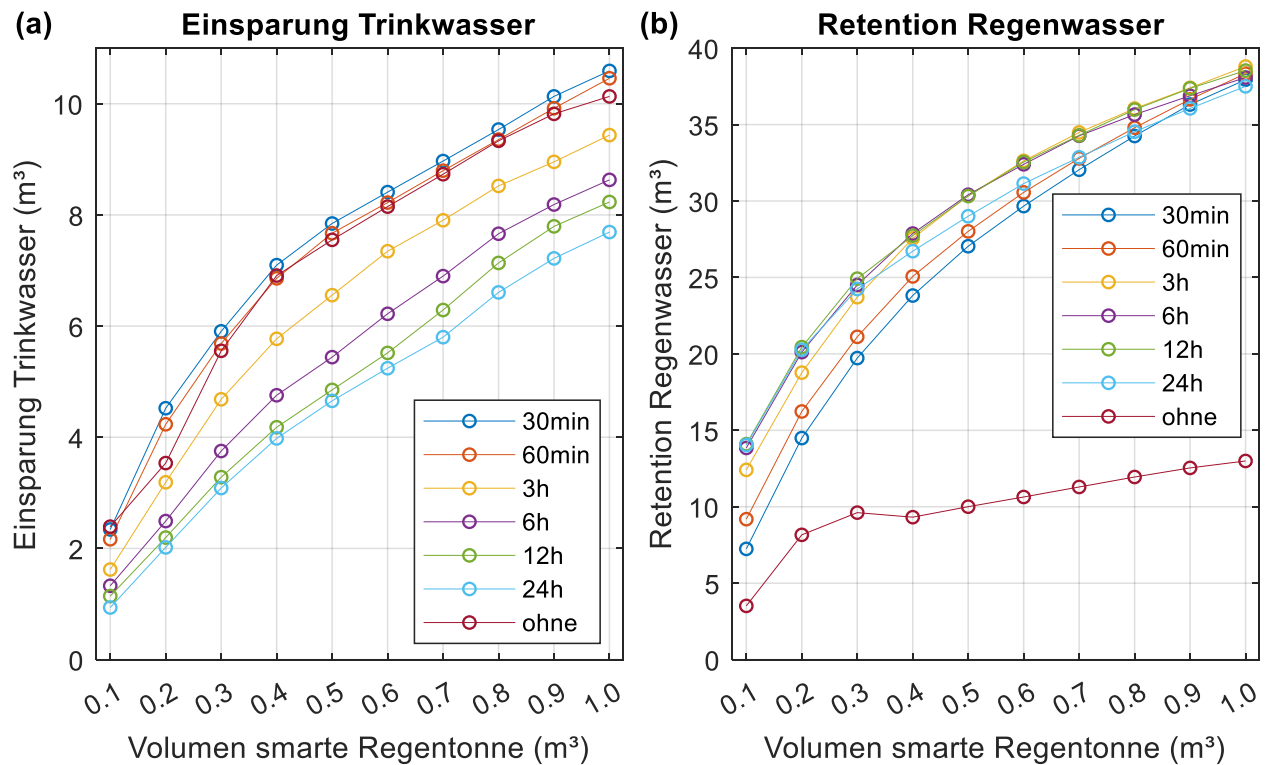


Abbildung 4 Wirksamkeit der smarten Regentonne

Aufbau einer Smart Water Control Community innerhalb Österreichs

Dieses Projekt verfolgte das Ziel, mithilfe von Informations- und Telekommunikationstechnologien (ICT) eine integrative und smarte urbane Wasserinfrastruktur (Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Siedlungsentwässerung) unter Einbeziehung der Stadtbevölkerung umzusetzen um das ökologische, ökonomische und soziale Potential für die Bevölkerung bestmöglich zu erschließen und um einen kommunalen Mehrwert zu generieren. Es war daher notwendig für ein erfolgreiches Smart Cities Demo Projekt, alle diese unterschiedlichen Aspekte auch in der weiteren Umsetzungsplanung und der Zusammenstellung des Konsortiums zu berücksichtigen. Der Aufbau einer Smart Water Control Community innerhalb Österreichs gestaltete sich für die unterschiedlichen Themenbereiche jedoch teilweise langwierig. Dabei war ein großer Unterschied zwischen generelles Interesse an dem Thema und tatsächlichen Mitwirken bemerkbar. Dies ist auch auf den unterschiedlichen Fortschritt in der Technologiediffusion der einzelnen Disziplinen sowie der generellen Einstellung geschuldet. Im Bereich der Trinkwasserversorgung wird ICT an und für sich z.T. bereits implementiert (Smart Metering im Bereich Verbrauchsermittlung), jedoch ist die Haltung von Akteuren dennoch sehr reserviert. Der Grund dafür ist, dass die Trinkwasserversorgung als essentielle Daseinsversorgung eine sehr wichtige Rolle einnimmt. Zwar ist die (traditionelle) Funktionsweise teilweise mit Verbesserungspotential belegt, jedoch soll die Trinkwasserversorgung keinen

Änderungen unterworfen werden, deren Auswirkungen nicht vollständig bekannt sind. Dem gegenüber steht beispielsweise die Regenwasserbehandlung, welche per Definition eine Versagenswahrscheinlichkeit aufweist. Allein dadurch ergibt sich in diesem Bereich mehr Experimentierfreude und eine offene Forschungsbereitschaft. Auch wenn bei verschiedenen Betreibern ein prinzipielles Interesse besteht, um sich in der Smart Water Community zu engagieren, besteht dennoch auf Grund der beschriebenen Reserviertheit eine Hemmschwelle bezüglich Teilnahme an einem Demoprojekt.

Als wichtiger Player für eine Smart Water Control Community innerhalb Österreichs ist die Firma Sensor Network Services GmbH (SENS) zu sehen, welche derzeit den Aufbau eines österreichweiten Kommunikationsnetzwerk – Long Range Wide Area Network – LoRa vorantreibt. Für die weitere Entwicklung und Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur konnte die Firma SENS mit Sitz in Wien, die maßgeblich an der Digitalisierung der österreichischen Firmen und Privatpersonen beteiligt ist, gewonnen werden

Im Bereich des Regenwassermanagements und der Einbindung von städteplanerischen Aspekten sowie Einbezug der Stadtbevölkerung konnte der Landschaftsarchitekt DI Karl Grimm, Ziviltechniker und Ingenieurkonsulent für Landschaftsplanung und Landschaftspflege, eingebunden werden. Neben den bisherigen Konsortialpartner, die Firma G. BERNHARDT' Söhne Ges.m.b.H., einer der führenden Anbietern von Wasserzählern und Wärmemengenzählern in Österreich, und der Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Umwelttechnik, ist ein breit gestreutes Team mit unterschiedlichen Kompetenzen und Erfahrungen vorhanden.

Allgemeine Identifikation der Rahmenbedingungen (Rechtlich, Technisch, Soziologisch, Ökonomisch)

Für die Erhebung der rechtlichen Rahmenbedingungen für hochaufgelöste Verbrauchsdaten in der Wasserversorgung sowie Abwasserbeseitigung wurde ein Experte für Datenschutzrecht beauftragt. Geben die Wasserverbrauchsdaten Aufschlüsse über das persönliche Nutzerverhalten, unterliegen die erhobenen Daten der Datenschutz-Grundverordnung. Jedoch können keine verfassungsrechtlichen Argumente gegen hochaufgelöste Verbrauchsdaten in der Wasserversorgung vorgebracht werden. Hingegen ist eine inhaltliche Analyse der Abwässer unter hygienischen oder medizinischen Aspekten für die Berechnung der Abwassergebühr den sensiblen Daten zuzuordnen und es bedürfte eine spezialgesetzliche Ermächtigung.

Für die technische Umsetzung einer smarten Wasserinfrastruktur ist die richtige Wahl der Übertragungstechnik entscheidend. Dazu zählen sowohl kabelgebundene als auch

drahtlose Techniken, die für unterschiedliche Reichweite und Datenmenge geeignet sowie für unterschiedliche Anwendungszwecke einsetzbar sind. Werden standardisierte Übertragungstechniken verwendet, die den internationalen Normen entsprechen, kann der Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Übertragungstechniken sowie Akteure vereinfacht werden.

Grüne Infrastruktur beeinflusst nicht nur den Wasserhaushalt durch Anpassung an den natürlichen Wasserkreislauf positiv, sondern wirkt sich auch durch die Reduktion von Hitzeinsel auf das Stadtklima positiv aus. Neben diesen physikalischen Parameter beeinflusst grüne Infrastruktur auch die Gesundheit und das soziale Zusammenleben positiv, in dem sie einen gemeinsamen Raum als Treffpunkt für Personen mit unterschiedlichen kulturellen und sozialen Status bereitstellt. Jedoch sind die Funktionsweise und die positiven Effekte von grüner Infrastruktur auf das Stadtklima in der Stadtbevölkerung Großteils noch unbekannt.

Es wurden auch die ökonomischen Auswirkungen von hochaufgelösten Messungen auf die Wasserversorgung betrachtet. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Einbau von intelligenten Wasserzählern höher Kosten verursacht als die Einsparungen durch Vorteile im Betrieb und Erhaltung der Anlage betragen. Erst durch Einbeziehung des volkswirtschaftlichen Mehrwertes (z.B.: Leitungswasserschäden) würden die Errichtungs- und Betriebskosten kompensiert werden.

Identifikation von Testregionen in denen eine Realisierung eines neuartigen umfassenden smarten Mess- und Steuerungsnetzwerkes der gesamten Wasserinfrastruktur aus technischer, ökonomischer, soziologischer Sicht realisierbar scheint.

Um das Konzept einer smarten Wasserinfrastruktur vorstellen zu können, braucht es bereits erste Erfahrungen und Anwendungsmöglichkeiten, die beispielhaft umgesetzt worden sind. Es bedurfte dazu einer umfangreichere Demonstrationsmöglichkeit und PR-Tätigkeiten am Smart Campus. Dafür konnte mit dem Showroom und Experimentierraum „Smart Campus“ und dem Eco Plus Park in Wiener Neudorf zwei Testregionen definiert werden, in denen eine Realisierung eines umfassenden, smarten Mess- und Steuerungsnetzwerk der gesamten Wasserinfrastruktur umsetzbar ist. Der Smart Campus wurde im Zuge des Sondierungsprojektes geschaffen und wird zukünftig als idealisiertes Experimentier- und Demonstrationsobjekt weiter ausgebaut um jegliche Akteure einen Einblick in Funktionsweise, Potentiale und Möglichkeiten einer Smart Water City aufzuzeigen und zu erleben. Die möglichen Anwendungsbeispiele sind beispielhaft in der Abbildung 5 dargestellt. Im Eco Plus Park wurden die technologischen Grundlagen für die Anwendung einer smarten Wasserversorgung geschaffen und in weiterer Folge werden die Potentiale unter realen Randbedingungen erschlossen.

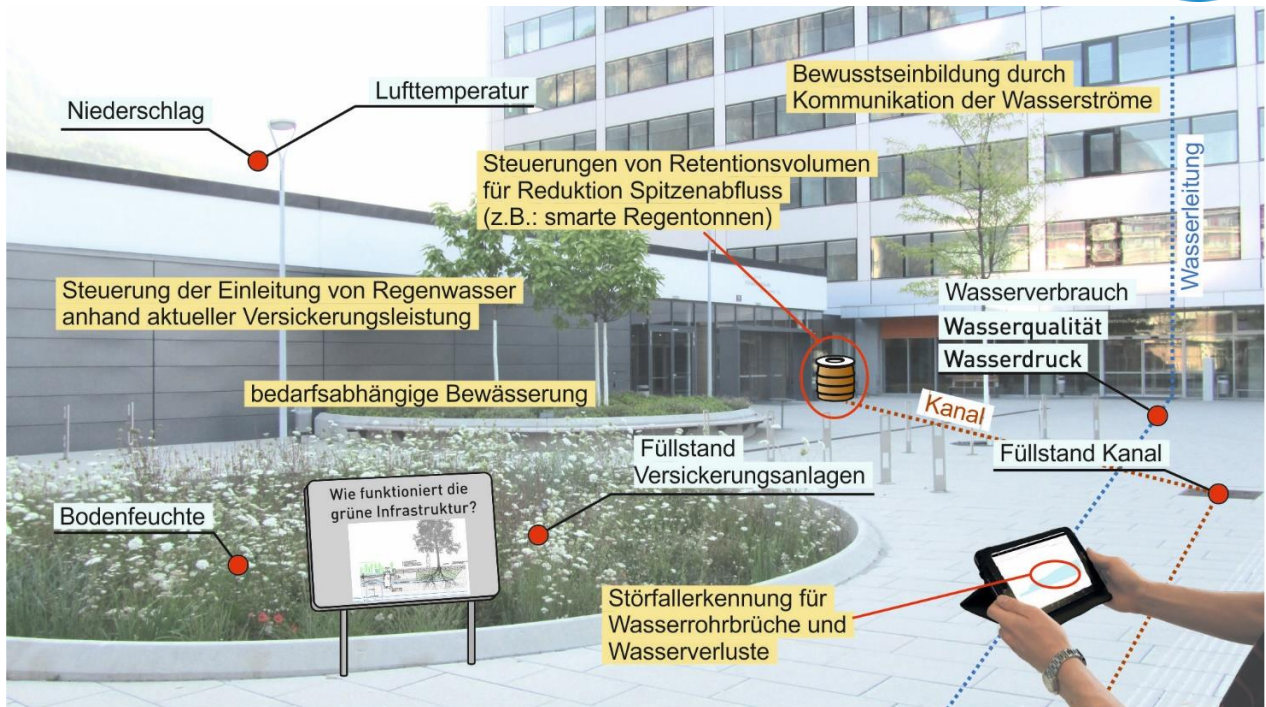


Abbildung 5 Anwendungsbeispiele Experimentierraum Smart Campus

Kommunikation bzw. Umsetzungsplanung der Mess- und modellgestützten Steuerungstechnik der gesamten Wasserinfrastruktur unterstützt durch das Smart Campus Testgebiet

Am Campus Technik der Universität Innsbruck, auch Smart Campus genannt, wurde ein kleinräumiges Messtellennetz errichtet. Das Messtellennetz beinhaltet 10 hochauflösende Wasserzähler, eine kombinierte Wetterstation mit Niederschlags-, Wind-, Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung, zwei Stationen mit Niederschlagsmessung und eine Station mit Bodenfeuchte- und Bodentemperaturmessung sowie einer Abflussmessung. Der derzeitige Stand des Messtellennetzes inklusive der gewählten Datenübertragungstechnologie kann der Abbildung 6 entnommen werden. Dabei werden Daten in einem Intervall von 1 – 15 min erhoben und übertragen. Für die modellgestützte Steuerungstechnik wurden smarte Regentonnen implementiert und ihre positive Funktionsweise auf die Beeinflussung der Abflussverhältnissen aus Siedlungsgebieten konnte gezeigt werden.

Im Zuge des Projektes wurde mit unterschiedlichen Übertragungstechniken experimentiert, da auch international keine oder sehr wenige Erfahrungen zu solchen Technologien im Wasserbereich vorhanden waren. Erst durch verschiedene, zeitaufwendige Tests konnten geeignete (und somit auch ungeeignete) Übertragungstechnologien identifiziert werden.

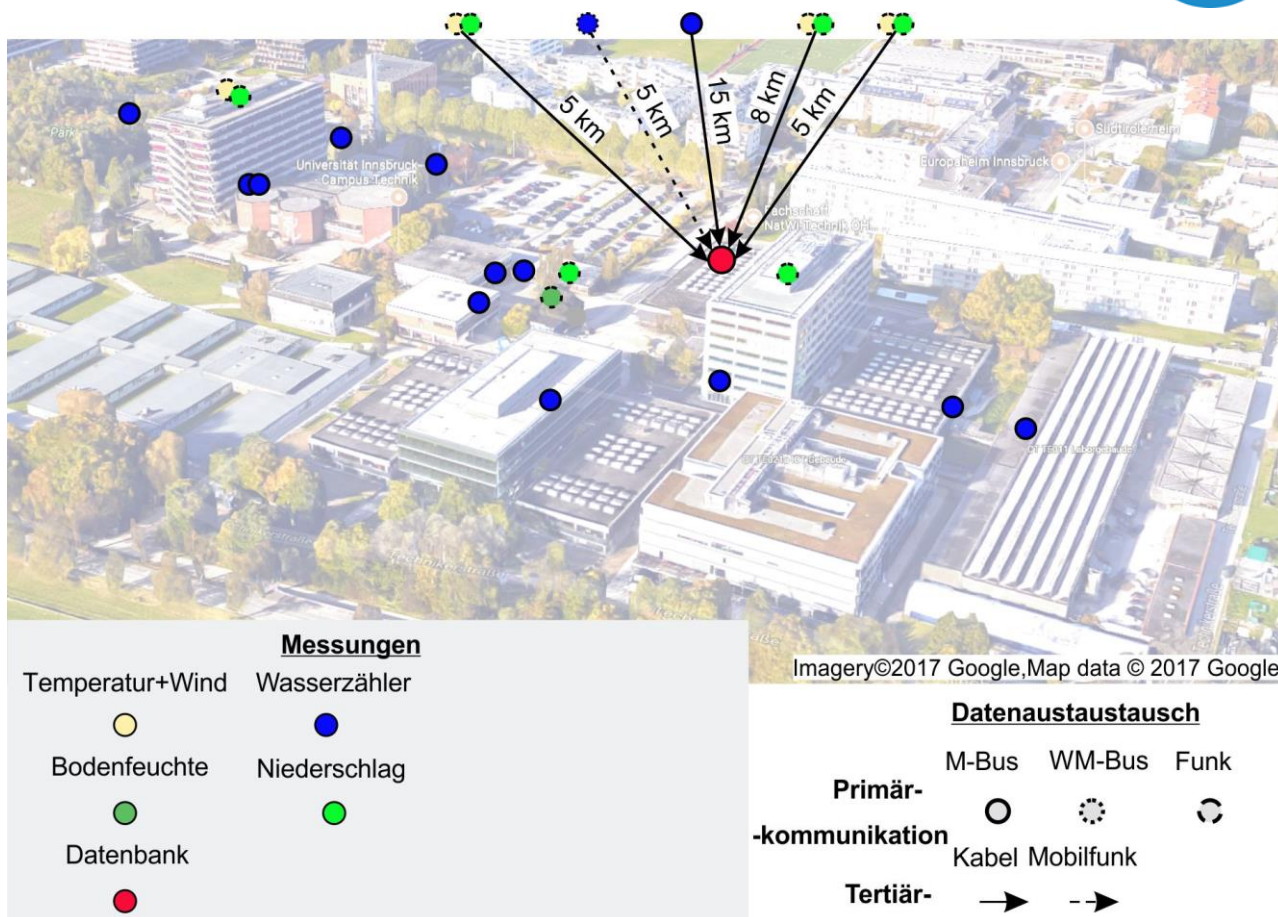


Abbildung 6 Messstellennetz am Smart Campus

Im Zuge dieses Prozesses wurde auch festgestellt, dass die von den Herstellern genannten Reichweiten bei einer realen Umsetzung zum Teil nicht erreicht werden. Zusätzlich erscheinen laufende neue Datenübertragungstechniken, deren Entwicklung zu Projektbeginn noch nicht absehbar war und erst im Zuge des Projektes getestet worden sind. Ein wesentliches Ergebnis aus dem Test war, dass in Zukunft die Übertragungstechnologie LoRaWAN für zukünftige Mess- und Steuerungen verwendet wird. LoRaWAN ist bidirektional, das heißt es können sowohl Mess- als auch Steuerungsbefehle übertragen werden und ist durch die energiesparende Übertragung besonders für batteriebetriebene Sensoren, wie in der Wasserinfrastruktur benötigt, geeignet.

Als Highlight während der Bearbeitung konnte festgestellt werden, dass der Smart Campus als Demonstrationsobjekte für eine smarte Wasserinfrastruktur sowohl nationale als auch internationale Beachtung erfährt. Durch Präsentationen auf der Urban Drainage Modelling (UDM) Konferenz konnte der Smart Campus weiters einem internationalen Fachpublikum vorgestellt werden. Zusätzlich initiierte das Sondierungsprojekt eine Teilnahme als Projektpartner in der Antragsphase eines zweistufigen EU Projektes (Horizon 2020).

B.6 Erreichung der Programmziele

Einpassung in das Programm

Das 16-monatige Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ stellte ein Smart-City-Einstiegprojekt für eine smarte Wasserinfrastruktur dar. Im Projekt wurde die Wasserinfrastruktur, bestehend aus Wasserversorgung, Abwasserentsorgung sowie Ableitung von Regenwasser, ganzheitlich betrachtet. Es wurden sowohl die Rahmenbedingungen (rechtlich, technisch, soziologisch, ökonomisch) erhoben als auch mit dem Campus Technik ein geeigneter Standort für einen urbanen Demonstrationsraum mit einem innovativen Mess- und Steuerungsnetzwerk ausgestattet.

Im Projekt wurden primär die beiden Ausschreibungsschwerpunkte „Smarte Modernisierung im (öko)sozialen Wohnbau“ und „Stadtoasen – smarte Grün- und Freiraumgestaltung“ behandelt. Anwendungsmöglichkeiten durch die Errichtung einer smarten Wasserinfrastruktur ergeben sich sowohl für Wasserkonsumenten als auch für die Netzbetreiber. Beispielsweise wird durch die Bewusstseinsbildung mit einer möglichen Verbrauchsreduktion sowie einer intelligenten Erkennung von Leckagen in Haushalten, der Ausschreibungspunkt „Smarte Modernisierung im (öko)sozialen Wohnbau“ adressiert. Hingegen kann das „smarte Regentonnen“ Konzept mit den Auswirkungen auf Wasserversorgung, Ableitung von Regenwasser sowie Bewirtschaftungskonzept dem Ausschreibungspunkt „Stadtoasen – smarte Grün- und Freiraumgestaltung“ zugeordnet werden. Die berührten Handlungsfelder reichen von Gebäude, kommunale Ver- und Entsorgung von Wasser, Abwasser und Regenwasser, Kommunikation und Information bis zur Grün- und Freiraumgestaltung.

Beitrag zum Gesamtziel des Programms

1. Stadt(region) als Testbed nutzen

Mit dem Smart Campus (Campus Technik der Universität Innsbruck) konnte ein mess- und modellgestütztes Steuerungsnetzwerk des urbanen Wasserkreislaufes für Demonstrationszwecke und als Experimentierraum etabliert werden. Dabei werden zentrale und dezentrale Anlagenteile der Wasserinfrastruktur (Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Ableitung von Regenwasser aus urbanen Gebieten) sowohl räumlich als auch zeitlich hochaufgelöst überwacht. Zusätzlich zum Messstellennetzwerk bietet der Smart Campus durch die Lage am Campus Technik hervorragende Randbedingungen für eine Einbindung der Zivilgesellschaft sowie die Entwicklung von Multi- Akteur-Partnerschaften.

2. Optimierung von Einzelsystem/-lösung erreichen:

Durch die kontinuierliche Überwachung der einzelnen Wasserströme (Ver- und Entsorgung) findet eine Optimierung der Wasserversorgungssysteme, Abwassersysteme und Regenwasserabflusssysteme in sämtlichen Aspekten statt. Durch die räumlich als auch zeitlich hochaufgelösten Messungen konnten innovative Anwendungen erarbeitet werden, die eine Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand erlauben.

3. Mehrwert gegenüber Einzelsystem/-lösung generieren

Die gesamtheitliche Betrachtung der urbanen Wasserinfrastruktur erlaubt die Nutzung von Synergien und es haben sich dadurch auch neue systemübergreifende Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Beispielsweise kann die Infrastruktur für die Datenübertragung und Verwaltung gemeinsam verwendet werden und es lässt sich ein Mehrnutzen aus den Messwerten generieren. Besonders hervorzuheben ist das Konzept der „smarten Regentonnen“, das sowohl positive Auswirkungen auf die Wasserversorgung als auch auf die Ableitung von Regenwasser aufweist.

Einbeziehung der Zielgruppen

Ein Ziel des Sondierungsprojektes war die Etablierung des Smart Campus als mess- und modellgestütztes Steuerungsnetzwerk, um Akteure aus dem Bereich der Wasserinfrastruktur als Projektpartner für ein Umsetzungsprojekt zu gewinnen. Dabei wurden Kommunen, Netzbetreiber, Industrie und Wohnbauträger als mögliche Projektpartner adressiert. In diesem Zusammenhang erfolgte eine Einbindung der Zielgruppen durch die Überzeugung der Funktionstüchtigkeit einer smarten Wasserinfrastruktur.

Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale für die Projektergebnisse

Smarte Wasserinfrastruktur:

Am Smart Campus wurde kleinräumig ein Mess- und Steuerungsnetzwerk für die Wasserinfrastruktur aufgebaut und die grundsätzliche Funktionsfähigkeit eines solchen Systems demonstriert. Als primäre Endzielgruppen konnten dabei Netzbetreiber der Siedlungswasserwirtschaft identifiziert werden. In Österreich gibt es in etwa 1.900 kommunale Wasserversorgungsanlagen, 165 Wasserverbände und 3.400 Genossenschaften und es sind ca. 95 % der politischen Gemeinden Österreichs über ein öffentliches Kanalisationssystem an eine Kläranlage mit einer Ausbaugröße von > 2.000 EW60 angeschlossen. Die Bereiche Trinkwasserversorgung und Ableitung von

Niederschlag und Schmutzwasser weisen zusammen ein Leitungsnetz von insgesamt 170.000 km auf. Für eine zuverlässige Ver- und Entsorgung in der urbanen Wasserwirtschaft werden in Österreich pro Jahr ca. €630 Mio. für die Neuerrichtung bzw. Sanierung von Wasserleitungen und Kanälen investiert und stellen somit einen beachtlichen Anteil an Aufträgen in der Bauwirtschaft dar (OTS, 2016). Auslöser für den Investitionsbedarf sind u.a. Bevölkerungswachstum, Kapazitäts- und Netzerweiterungen sowie Anpassungen an den Klimawandel. Im Sondierungsprojekte wurde das Mess- und Steuerungsnetzwerk innerhalb eines einjährigen Sondierungsprojektes relativ kleinräumig (Campus Gelände) umgesetzt. Dadurch ist eine Umsetzung in einem größeren Umfeld notwendig, um auch die Einsetzbarkeit der smarte Wasserinfrastruktur auch in der Praxis bewerten zu können.

Neben der zentralen Wasserinfrastruktur können auch die einzelne Haushalte von den Projektergebnissen profitieren. Durch die hochaufgelösten Verbrauchsmessungen können Leckagen und Undichtheiten in der Hauswasserleitung relativ zeitnah erkannt werden. Wie aus Versicherungsdaten ersichtlich ist, entstehen allein in den österreichischen Haushalten pro Jahr ca. €400 Mio. Schaden durch Leckagen oder Rohrbrüche der Wasserleitungen.

Smarte grüne Infrastruktur (smarte Regentonnen Konzept)

Im Zuge einer Etablierung und Implementierung von smarterer, grüner Infrastruktur wurde das Konzept der smarten Regentonne entwickelt. Bisher wurde das Potential einer smarten Regentonne auf Haushaltsebene durch Simulationen nachgewiesen. Vor einem großflächigen Einsatz innerhalb einer Kommune sind daher noch weitere Überlegungen auch bezüglich einer geregelten Steuerung notwendig. Auch die Einbindung der Wettervorhersage in die Kontrollstrategien gehört noch weiter verbessert. Die Berücksichtigung des zukünftigen Niederschlages wirkt sich positiv auf den Rückhalt von Regenwasser aus, jedoch reduziert sich die Einsparung an Trinkwasser im Vergleich zu unkontrollierten Tonnen. Aus diesem Grund sind für eine erfolgreiche Verbreitung der smarten Regentonne noch umfangreiche Forschungstätigkeiten notwendig. Als primäre Zielgruppe sind Haushalte als auch Infrastrukturbetreiber der Siedlungsentwässerung identifiziert worden.

B.7 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Erkenntnisse für das Projektteam

Das Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ stellte für das Projektteam einen wichtigen Grundstein für die Bearbeitung der beschriebenen Thematik dar. Neben der Erhebung der rechtlichen, technischen, soziologischen und ökonomischen Randbedingungen in der urbanen Wasserinfrastruktur wurde ein Campusgelände als Testbed für die Umsetzung eines innovativen Mess- und Steuerungsnetzwerk für Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Ableitung von Regenwasser aus bebauten Gebieten verwendet.

Durch die Verwendung von „low-cost“ Sensoren zusammen mit innovativen Datenübertragungssystemen für die kontinuierliche Erfassung der aktuellen Systemzustände konnte das Projektteam Erfahrungen bezüglich hochaufgelöster Verbrauchsmessungen sammeln. Zusätzlich konnte durch umfangreiche Technologietest die Expertise von verwendbaren Datenübertragungstechniken in der Siedlungswasserwirtschaft weiter ausgebaut werden. Messungen in der urbanen Wasserinfrastruktur erfolgen oft an abgelegenen und unterirdischen Standorten (z.B.: Schächte, Keller) ohne Anschluss zum Stromnetz. Daher ist die richtige Wahl der Übertragungstechnik für die Übermittlung von Messwerten sowie Steuerungsbefehlen entscheidend für den Erfolg einer smarten Wasserinfrastruktur. Durch die Technologietest konnte das Projektteam weiters einen Unterschied zwischen Herstellerangaben und tatsächlicher Reichweite feststellen.

Zu Beginn des Projektes kamen zahlreiche, unterschiedliche Technologien zur Anwendung und es wurden sowohl standardisierte Datenübertragungstechniken als auch von den Herstellern der Messgeräte selbst entwickelte Protokolle getestet. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Übertragungsstabilität bei der Verwendung von standardisierten Techniken höher ist. Bei selbst entwickelten Techniken ist zusätzlich oft noch eine Sonderlösung für die Einbindung in das zentrale Datenverwaltungssystem notwendig. Zudem ist durch die Verwendung einer Vielzahl an unterschiedlichen Übertragungstechniken umfangreiche Expertise im Bereich Informationstechnik nötig. Wenn die Entwicklungen am Technologiemarkt dies zulassen, sollten bevorzugt Messgeräte verwendet, bei denen der Datenaustausch über eine standardisierte Übertragungstechnik sowie der Datenaustausch über eine API (Schnittstelle beim Hersteller bzw. Netzwerkbetreiber) erfolgt.

Zur urbanen Wasserinfrastruktur gehören die 3 Teilbereiche Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Ableitung von Regenwasser. Die integrative Betrachtung der einzelnen Teilsysteme erlaubt die Nutzung von Synergien wie zum Beispiel ein gemeinsames Mess- und Steuerungsnetzwerk. Für hochaufgelöste Messungen ist sowohl eine Infrastruktur für die Datenübertragung, ein Datenverwaltungssystem als

auch eine Auswertung der Daten notwendig, die gemeinsam genutzt werden können. Zudem ist für eine Optimierung der einzelnen Teilsystem eine möglichst vollständige Betrachtung des urbanen Wasserkreislaufes notwendig. Zum Beispiel beeinflusst das Konzept der smarten Regentonne sowohl die Trinkwasserversorgung als auch die Siedlungsentwässerung.

Weiterverwendung der erarbeiteten Ergebnisse

Ein wesentliches Ziel des Sondierungsprojektes war die konkrete Umsetzungsplanung für ein Folgeprojekt im Rahmen der Smart City Ausschreibung. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Smart Water Community in Österreich aufgebaut, wodurch auch interessierte Projektpartner für ein Umsetzungsprojekt gefunden werden konnten. Weiters wurden die Testregionen für Smart Water Cities identifiziert. Diese Projektergebnisse wurden für die Einreichung des Folgeprojekts „Smart Water City“ genutzt, welches am 21.01.2019 genehmigt wurde. Ein wesentlicher Bestandteil des Folgeprojektes ist der Testbed Smart Campus, welcher im Sondierungsprojekt mit einem Mess- und Steuerungsnetzwerk für die urbane Wasserinfrastruktur ausgestattet wurde. Der Smart Campus wird in Zukunft zu einem Demonstrations- und Experimentierraum für die smarte Wasserinfrastruktur weiterentwickelt und wird auch für die vermehrte Einbindung der urbanen Stadtbevölkerung und für PR-Maßnahmen genutzt.

Zusätzlich wird auch der aktuelle Stand der smarten Regentonne als Bestandteil der smarten, grünen Infrastruktur weiter verbessert. Dies beinhaltet eine weitere Optimierung der Steuerung durch Einbindung der aktuellen Wettervorhersage. Zudem wird das Versuchsmodell nach Besserung der Witterungsverhältnisse im Frühjahr 2019 am Smart Campus zur Anwendung kommen und das Versuchsmodell wird dadurch auf die Praxistauglichkeit überprüft.

Zielgruppen

Als mögliche Zielgruppen für die Projektergebnisse konnten folgende Anwender identifiziert werden:

- Infrastrukturbetreiber Wasserversorgung und Siedlungsentwässerung
- Urbane Bevölkerung
- Entscheidungsträger
- Öffentliche Immobiliengesellschaft
- Landschaftsarchitekten

B.8 Ausblick und Empfehlungen

Empfehlungen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

In den bisherigen Initiativen ist bereits die Verbreitung von Echtzeitsteuerungssystemen in der urbanen Wasserinfrastruktur zu finden, jedoch werden Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Bevölkerung noch als getrennte Systeme angesehen. Dadurch ist eine globale Optimierung der Wasserströme (Ver- und Entsorgung) kaum möglich. Des Weiteren besteht derzeit auch eine Trennung der Steuerungsmöglichkeiten zwischen Endverbraucher und Betreiber. Dazu zählen sowohl die Wasserversorgung als auch die Siedlungsentwässerung sowie die Interaktionen von Endverbraucher mit den Betreibern. Mit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise können neue Ansätze für den Betrieb und intelligente Steuerung umgesetzt sowie neue Betriebs- und Wartungsmodell als Multi-Akteur-Partnerschaften entwickelt werden.

Der Erfolg von ICT Systemen in der urbanen Wasserinfrastruktur ist maßgeblich von der Stadtbevölkerung abhängig. Zusätzlich entstehen durch die Einbindung der Stadtbevölkerung neue Möglichkeiten im Betrieb von verschiedenen Infrastrukturanlagen. Dabei ist zwischen einer Kommunikation Stadt und Bevölkerung sowie Bevölkerung und Stadt zu unterscheiden. Die Stadt kann die Bevölkerung mit Informationen aus den ICT - Systemen und allgemeine Informationen über die Funktionsweise von Stadtelemente mitteilen und zur Bewusstseinsbildung beitragen. Die Bevölkerung hingegen kann die Stadt über aktuelle Probleme in der Infrastruktur informieren, Eigenlösungen dokumentieren und in Form von Betriebs- und Wartungsmodell als Multi-Akteur-Partnerschaften mitwirken.

Einen wesentlichen Stellenwert in weiterführenden Arbeiten soll die ökonomische, ökologische und soziale Bewertung einer smarten Wasserinfrastruktur haben. Während erhältliche Projektergebnisse die Vorteile von ICT Systeme in der urbanen Wasserinfrastruktur hervorheben, sind von den negativen Auswirkungen von ICT kaum Informationen erhältlich. Zum Beispiel kommen in der urbanen Wasserinfrastruktur hauptsächlich batteriebetriebene Sensoren zur Anwendung oder eine Reduktion des Wasserverbrauches kann auch zu Problemen der Wasserqualität führen. Zusätzlich können bisherigen Ergebnisse durch die unterschiedliche Ausgangslage (Wasserverbrauch) als auch Randbedingungen nicht direkt auf österreichische Städte übertragen werden.

Potential für Demonstrationsvorhaben

Die möglichen Potentiale von intelligenter und smarterer Messtechnik sowie Steuerung in der urbanen Wasserinfrastruktur sind noch nicht vollständig bekannt. Das Sondierungsprojekt „Smart Water Control“ hat hier einen wichtigen ersten Schritt in

der Erforschung dieser Potentiale getätigt, welche es nun in die Praxis überzuleiten gilt, um einen signifikanten kommunalen Mehrwert zu generieren. Es gibt nach wie vor hier ein „Window of Opportunity“ und durch ein reales urbanes Umfeld als Experimentierraum kann hier kurz- und mittelfristig eine einzigartige Dienst-, Software und Hardwarekompetenz auf nationaler Ebene etablieren werden. Im Prinzip können die Erkenntnisse auch auf das Ausland übertragen werden. Dies ist jedoch nur bedingt gegeben, weil erstens die Rahmenbedingungen in diesem Forschungsvorhaben auf Österreich beschränkt bleiben und zweitens auch die Anforderungen an die urbane Wasserinfrastruktur sowie Mess- und Regelungstechnik unterschiedlich sein können.

Risiken

- Da die urbane Wasserinfrastruktur insbesondere das Wasserversorgungssystem zu den kritischen Infrastrukturen zählt, muss ein solches Kommunikationsnetzwerk gegen Cyber-Attacken abgesichert werden. Neben den möglichen direkten Auswirkungen solcher Attacken, sichtbar durch den eingeschränkten oder sogar Komplettausfall des Netzbetriebes, würde ein solcher Vorfall vor allem in der Aufbauphase des Mess- und Sensornetzwerkes zu einem erheblichen Vertrauensverlust der Bevölkerung in diese Technologie führen. Eine Erhebung möglicher Angriffsszenarien auf das Mess- und Steuerungsnetzwerk, deren Eintrittswahrscheinlichkeit, Auswirkung und Verhinderungsmöglichkeiten ist schon während der Planungsphase von weiterführender Maßnahmen miteinzubeziehen.
- Für die Ermittlung der aktuellen Systemzustände kommen in der urbanen Wasserwirtschaft hauptsächlich batteriebetriebene Sensoren zur Anwendung. Neben den technischen Herausforderungen birgt die Verwendung von Batterien auch ein ökologisches Risiko. Je mehr Sensoren verwendet werden, umso genauer sind zwar die aktuellen Systemzustände bekannt, aber gleichzeitig steigt auch der Ressourceneinsatz für die Erfassung dieser Systemzustände.
- Neben den technischen Herausforderungen sind auch datenschutzrechtliche Fragen von speziellen Interesse. Je genauer von Messdaten auf das Verhalten einzelner Personen im System Rückschlüsse gemacht werden können desto restriktiver wird generell die Gesetzgebung. Das Übermitteln von zeitlich feinaufgelösten Messdaten auf Haushaltsebene kann als Eingriff in die Privatsphäre gesehen werden (gläserner Bürger). Es stellt sich daher die Frage inwieweit die Bevölkerung dies zulässt. Solche Barrieren können nur mit einer ausreichenden Kommunikation der Vorteile und des Nutzens für jeden einzelnen überwunden werden. Dazu bedarf es einer Bewusstseinsbildung über die gesamte Funktionsweise der gesamten Wasserinfrastruktur, es muss aber vor allem der direkte Nutzen für jeden einzelnen Akteur klar kommuniziert werden.

C. Literaturverzeichnis

- Achleitner S., Möderl M. and Rauch W. (2007). Urine separation as part of a real-time control strategy. *Urban Water Journal* 4(4), 233 - 40.
- Alvisi S., Franchini M. and Marinelli A. (2007). A short-term, pattern-based model for water-demand forecasting. *Journal of Hydroinformatics* 9(1), 39-50.
- Bantle, S. (2018), „Die Smarte Regentonne“, Bachelorarbeit, Betreuer: Robert Sitzenfrei
- Borsanyi P., Benedetti L., Dirckx G., De Keyser W., Muschalla D., Solvi A. M., Vandenberghe V., Weyand M. and Vanrolleghem P. A. (2008). Modelling real-time control options on virtual sewer systems. *Journal of Environmental Engineering and Science* 7(4), 395-410.
- Butler D. and Schütze M. (2005). Integrating simulation models with a view to optimal control of urban wastewater systems. *Environmental Modelling & Software* 20(4), 415-26.
- Campisano A., Modica C., Reitano S., Ugarelli R. and Bagherian S. Field-Oriented Methodology for Real-Time Pressure Control to Reduce Leakage in Water Distribution Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management* 0(0), 04016057.
- De Corte A. and Sörensen K. (2013). Optimisation of gravity-fed water distribution network design: A critical review. *European Journal of Operational Research* 228(1), 1-10.
- Fritsch, B. (2018), „Abflussmessung mittels Schlitzschacht – Testen, messen berechnen des Ausflussverhaltens verschiedener Geometrien“, Bachelorarbeit, Betreuer: Robert Sitzenfrei
- Gheisi A., Forsyth M. and Naser G. (2016). Water Distribution Systems Reliability: A Review of Research Literature. *Journal of Water Resources Planning and Management* 0(0), 04016047.
- Hutton C. J., Kapelan Z., Vamvakieridou-Lyroudia L. and Savić D. A. (2014). Dealing with Uncertainty in Water Distribution System Models: A Framework for Real-Time Modeling and Data Assimilation. *Journal of Water Resources Planning and Management* 140(2), 169-83.
- Möderl, Michael; Sitzenfrei, Robert (2019): Water loss management in very small municipalities – bridging the gap from research to practice. In: World Environmental and Water Resources Congress 2019: Reston: American Society of Civil Engineering (ASCE)
- Oberascher, M. (2018), „Smart Metering in der Siedlungswasserwirtschaft – Beispiel Smart Campus“, Masterarbeit, Betreuer: Wolfgang Rauch und Carolina Kinzel
- Oberascher, Martin; Zischg, Jonatan; Palermo, Stefania Anna; Kinzel; Carolina; Rauch, Wolfgang; Sitzenfrei, Robert (2019a): Smart Rain Barrels: Advanced LID Management Through Measurement and Control. In: Green Energy and Technology New Trends in Urban Drainage Modelling. UDM 2018, pp. 777 - 782.
- Oberascher, Martin; Zischg, Jonatan; Kastlunger; Ulrich; Schöpf, Martin; Kinzel, Carolina; Zingerle, Christoph; Rauch, Wolfgang; Sitzenfrei, Robert (2019b): Advanced Rainwater Harvesting through Smart Rain Barrels. In: World Environmental and Water Resources Congress 2019: Reston: American Society of Civil Engineering (ASCE)
- Palermo, Stefania Anna; Zischg, Jonatan; Sitzenfrei, Robert; Rauch, Wolfgang; Piro, Patrizia (2019): Parameter Sensitivity of a Microscale Hydrodynamic Model. In: Green Energy and Technology New Trends in Urban Drainage Modelling. UDM 2018, pp. 982 - 987
- Piro, P., Carbone, M., Morimanno, F., and Palermo, S. A. (2019). "Simple flowmeter device for LID systems: From laboratory procedure to full-scale implementation." *Flow Measurement and Instrumentation*, 65, 240-249.
- Rosen C., Jeppsson U. and Vanrolleghem P. A. (2004). Towards a common benchmark for long-term process control and monitoring performance evaluation. *Water Science and Technology* 50(11), 41-9.

- Sitzenfrei, R., and Rauch, W. (2014). "Integrated hydraulic modelling of water supply and urban drainage networks for assessment of decentralized options." *Water Science and Technology*, 70(11), 1817-1824.
- Ziernheld, T. (2018), „Abwasserprobenahme und -analyse am Campus Technik“, Betreuer Carolina Kinzel, Bachelorarbeit, Manfred Kleidorfer
- Zischg, J., Rogers, B., Gunn, A., Rauch, W., und Sitzenfrei, R. (2019). "Future trajectories of urban drainage systems: A simple exploratory modeling approach for assessing socio-technical transitions." *Science of The Total Environment*, 651, 1709-1719.

D. Anhang

Abschlussarbeiten

Am Arbeitsbereich Umwelttechnik sind folgende Abschlussarbeiten im Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt „Smart Water Control“ entstanden:

- Bachelorarbeit Beat Fritsch (2018), „*Abflussmessung mittels Schlitzschacht – Testen, messen berechnen des Ausflussverhaltens verschiedener Geometrien*“, Betreuer: Robert Sitzenfrei
- Bachelorarbeit Theresia Ziernheld (2018), „*Abwasserprobenahme und -analyse am Campus Technik*“, Betreuer Carolina Kinzel, Manfred Kleidorfer
- Bachelorarbeit Bantle Silvia (2018), „*Die Smarte Regentonne*“, Betreuer: Robert Sitzenfrei

Die abgeschlossenen Bachelorarbeiten sind unter folgenden Link ersichtlich: https://www.uibk.ac.at/umwelttechnik/teaching/bachelor_theses.html.de

- Masterarbeit Martin Oberascher (2018), „*Smart Metering in der Siedlungswasserwirtschaft – Beispiel Smart Campus*“, Betreuerteam: Wolfgang Rauch und Carolina Kinzel

Die Masterarbeit kann unter folgenden Link abgerufen werden: (https://www.uibk.ac.at/umwelttechnik/teaching/master_theses.html.de)

Publikationen

- Möderl, Michael; Sitzenfrei, Robert (2019): Water loss management in very small municipalities – bridging the gap from research to practice. In: *World Environmental and Water Resources Congress 2019: Reston: American Society of Civil Engineering (ASCE)* (noch im Druck – derzeit kein Link verfügbar)
- Oberascher, Martin; Zischg, Jonatan; Palermo, Stefania Anna; Kinzel; Carolina; Rauch, Wolfgang; Sitzenfrei, Robert (2019a): Smart Rain Barrels: Advanced LID Management Through Measurement and Control. In: *Green Energy and Technology New Trends in Urban Drainage Modelling. UDM 2018*, pp. 777 - 782. (https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-99867-1_134)

- Oberascher, Martin; Zischg, Jonatan; Kastlunger; Ulrich; Schöpf, Martin; Kinzel, Carolina; Zingerle, Christoph; Rauch, Wolfgang; Sitzenfrei, Robert (2019b): Advanced Rainwater Harvesting through Smart Rain Barrels. In: World Environmental and Water Resources Congress 2019: Reston: American Society of Civil Engineering (ASCE) (noch im Druck – derzeit kein Link verfügbar)
- Palermo, Stefania Anna; Zischg, Jonatan; Sitzenfrei, Robert; Rauch, Wolfgang; Piro, Patrizia (2019): Parameter Sensitivity of a Microscale Hydrodynamic Model. In: Green Energy and Technology New Trends in Urban Drainage Modelling. UDM 2018, pp. 982 – 987 (https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99867-1_169)
- Zischg, J., Rogers, B., Gunn, A., Rauch, W., und Sitzenfrei, R. (2019). "Future trajectories of urban drainage systems: A simple exploratory modeling approach for assessing socio-technical transitions." Science of The Total Environment, 651, 1709-1719.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718339342>)

IMPRESSUM

VerfasserIn:

Universität Innsbruck – Institut für
Infrastruktur

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Robert Sitzenfrei

Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck

Telefon: +43 512 507 62195

E-Mail: robert.sitzenfrei@uibk.ac.at

Projekt- und Kooperationspartner

G. Bernhardt's Söhne Ges.m.b.H.
(Niederösterreich)

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22

1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Disclaimer:

Die AutorInnen tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes:

ZS communication + art GmbH