

ZUKUNFTSORIENTIERTER BETRIEB, AUSBAU UND ANPASSUNG VON ABWASSERSYSTEMEN IM RAHMEN DES BMBF-FORSCHUNGSPROJEKTES KURAS

Raja-Louisa Mitchell¹, Stefan Gerlach¹, Paul Uwe Thamsen¹, Jan Waschnewski²

Technische Universität Berlin¹, Berliner Wasserbetriebe²

1 AUSGANGSLAGE

Die urbane Abwasserinfrastruktur ist ein System, auf das stets unterschiedliche Veränderungsdrücke wirken. Neben der grundlegenden Funktionserfüllung, die zuverlässige Abwasserableitung aus Einzugsgebieten, muss die Infrastruktur so immer weiter entwickelt und angepasst werden.

Zwei Herausforderungen mit denen Betreiber von Abwassersystemen aktuell konfrontiert sind, sind einerseits die größer werdende Schere zwischen den Lastfällen Überlast und Unterlast und andererseits die Veränderung der Faser-/Feststoffzusammensetzung im Abwasser durch Entwicklung neuer Materialien und Gebrauchsutensilien sowie dem Verbraucherverhalten hinsichtlich Benutzung der Toilette.

Die Abwasserinfrastruktur hat eine lange Lebensdauer. Die derzeit bestehenden Systeme sind daher oft in einer Zeit ausgelegt worden, in der mit stetig steigenden Pro-Kopf-Wasserverbräuchen gerechnet wurde. Noch 1980 wurde im Wasserversorgungsbericht der Bundesregierung ein personenbezogener Wasserverbrauch von 219 Litern pro Tag für das Jahr 2000 prognostiziert [1]. Tatsächlich ist der Wasserverbrauch seit 1985 kontinuierlich von 145 Litern über 136 Liter im Jahr 2000 auf 120 Liter im Jahr 2014 gesunken. [1], [2]. Die Auslegung der Abwasserinfrastruktur für deutlich höhere Pro-Kopf-Wasserverbräuche in der Vergangenheit in Verbindung mit einem sinkendem Wasserverbrauch in der Bevölkerung führen zu Unterlast und damit negativen Auswirkungen in der Kanalisation. Diese Situation wird während Trockenperioden im Mischsystem verschärft. Fehlende Regenwassermengen verringern die bereits niedrigen Fließgeschwindigkeiten des Schmutzwassers weiter, was zu längeren Aufenthaltszeiten in der Kanalisation führt. Dies wiederum hat Ablagerungen, Geruchsbelästigung, beginnenden Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen und damit nicht zuletzt biogene Betonkorrosion zur Folge.

Im Gegensatz dazu belasten Starkregeneignisse, besonders in urbanen Gebieten mit einem hohen Versiegelungsgrad, die Kanalisation über ihre Leistungsgrenze hinaus. Das Regenwasser wird örtlich nicht schnell genug über die Kanalisation aufgenommen, so dass urbane Infrastrukturen überflutet werden können. Doch auch ohne Überstau wird die Kanalisation bei Starkregen teilweise über Regenüberläufe und Mischwasserüberläufe in umgebende Gewässer entlastet, was starke negative Auswirkungen auf die Gewässerqualität zur Folge hat [3]. Hinzukommt, dass Stoffe, die sich während Trockenperioden in der Kanalunterlast abgesetzt haben, bei

Regenereignissen remobilisiert werden und zu Stoßbelastungen von Abwasserpumpen und Rechenanlagen durch feste und faserige Anteile des Abwassers führen.

Des Weiteren stellen die genannten neuen Materialien und Gebrauchsutensilien die Betreiber von Abwassersystemen vor zunehmende Herausforderungen durch Verstopfung von Pumpen und Rechenanlagen: Das Verhalten des Verbrauchers hat sich dahingehend verändert, dass für verschiedene Aufgaben und Bereiche im Haushalt zunehmend Einwegtücher verwendet werden (Babytücher, Gesichtsreinigung/Kosmetik, Desinfektion, Putzen/Staub wischen, um nur einige Beispiele zu nennen), die fälschlicherweise zunehmend über die Toilette entsorgt werden. Diese Tücher bestehen aus synthetischen Vliesstoffen, die reißfest sind, sich nicht zersetzen und sich so im Laufe des Abwassertransportes verspinnen und verknoten können.

Die Berliner Wasserbetriebe finden diese Vliestücher aus Haushalten zunehmend bei Probenahmen an verschiedenen Stellen im Abwassersystem, so z.B. im Kanal, in der Schwimmdecke im Saugraum von Pumpstationen und in Materialansammlungen aus Pumpenverstopfungen.



Abbildung1: Links: Vliestücher aus dem Berliner Kanalnetz, Probenahme BWB, Rechts: Mitarbeiter der BWB entfernt Materialansammlung aus einer Abwasserpumpe

Sowohl die Herausforderung durch die Extrema in der hydraulischen Belastung der Abwasserinfrastruktur als auch die Problematik der Feststoffzusammensetzung werden sich in Zukunft durch unterschiedliche Veränderungsdrücke verschärfen. Es lassen sich folgende Veränderungsdrücke und Herausforderungen unterscheiden:

Klimawandelfolgen: Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich nicht genau voraussagen und werden sich wahrscheinlich kleinräumig sehr unterschiedlich auswirken [4]. Jedoch stimmen die meisten Projektionen darin überein, dass sich die Durchschnittstemperatur erhöhen und die Frequenz und Intensität von Extremwetterereignissen (Starkregenereignisse und Trockenperioden) zunehmen wird. Dies bedeutet, dass sich gleichermaßen die Belastungsszenarien Unterlast und Überlast für das Abwassersystem verschärfen werden.

Demographische Veränderungen: Eine Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung hat eine entsprechende Auswirkung auf das Abwasseraufkommen. Generell hat Deutschland in den letzten Jahren einen Bevölkerungsrückgang erlebt, der sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen soll [5]. Gleichzeitig gibt es jedoch auch Regionen, z.B. Berlin, in denen sich die Bevölkerungsdichte erhöht. Neben der Veränderung des Abwasseraufkommens aufgrund von Schwankungen in der Bevölkerungszahl, hat auch die Veränderung der Altersstruktur innerhalb der Bevölkerung (Überalterung der

Gesellschaft) einen Einfluss. Verschiedenen Untersuchungen zu Folge [6] verbrauchen ältere Menschen weniger Wasser, was wiederum eine zusätzliche Absenkung des Gesamtabwasseraufkommens bedeutet.

Abnehmender Trinkwasserverbrauch pro Kopf: Zwischen 1990 und 2012 hat sich der haushaltsbezogene Trinkwasserverbrauch in Deutschland um 17 % gesenkt, von durchschnittlich 147 Liter pro Einwohner und Tag auf 120 Liter pro Einwohner und Tag [5].



Abbildung 2: Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauchs in Deutschland [1]

Dieser Rückgang ist laut BDEW [1] auf ein verändertes, wassersensitives Verhalten der Bevölkerung aufgrund von erhöhten Wasser- und Energiepreisen sowie technischen Erneuerungen (in privaten Haushalten durch wassersparende Haushaltsgeräte und Armaturen, im Industriebereich durch Wasserrecycling und Mehrfachnutzung) zurückzuführen. Es wird erwartet, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird.

2 FORSCHUNGSPROJEKT KURAS

Diese Herausforderungen anzugehen, um zuverlässige und zukunftsfähige Konzepte für urbane Regen- und Abwasserbewirtschaftung zu entwickeln, hat das Verbundforschungsprojekt KURAS (Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme) zur Aufgabe.

Das Projekt KURAS ist ein durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Vorhaben mit einem Fördervolumen von 3,5 Millionen €. Ein Netzwerk aus 15 Verbundpartnern aus Forschung, Praxis, Stadtplanung und Politik ermöglicht eine umfassende Betrachtung des urbanen Regen- und Abwasserkreislaufs: Die Technische Universität Berlin (mit den Fachgebieten Fluidsystemdynamik sowie den Instituten Architektur und Ökologie), die Freie Universität Berlin (Arbeitsbereich Hydrogeologie), die Hochschule Neubrandenburg (Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik), die Leibniz Universität Hannover (Institut für Meteorologie und Klimatologie), die Technische Universität Kaiserslautern (Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft), das

Institut für Automation und Kommunikation Magdeburg e.V., das Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, das Deutsche Institut für Urbanistik, Atelier Dreiseitl GmbH, GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH sowie die Berliner Wasserbetriebe. Hinzukommen als assoziierte Partner die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin und das Umweltbundesamt.

2.1 KURAS: Methodik

Das Projekt KURAS ist thematisch in die Forschungsschwerpunkte „Regenwasserbewirtschaftung“ und „Abwassersysteme“ unterteilt, wobei Synergien zwischen beiden Schwerpunkten zu jedem Zeitpunkt im Projekt betrachtet werden. Die kombinierten Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung und des Abwassersystems werden für konkrete Modellgebiete in der Stadt Berlin erarbeitet, getestet und bewertet werden. Die Modellgebiete sind repräsentativ für urbane Standorte, was eine Übertragung der Forschungsergebnisse auf andere Städte ermöglicht. In Abbildung 3 ist das Abwassersystem einer Stadt dargestellt, aus denen die Regenwasserbewirtschaftungselemente an der Oberfläche sowie die unterirdischen Elemente der Abwasserinfrastruktur, beides Gegenstand der Forschung in KURAS, dargestellt sind.

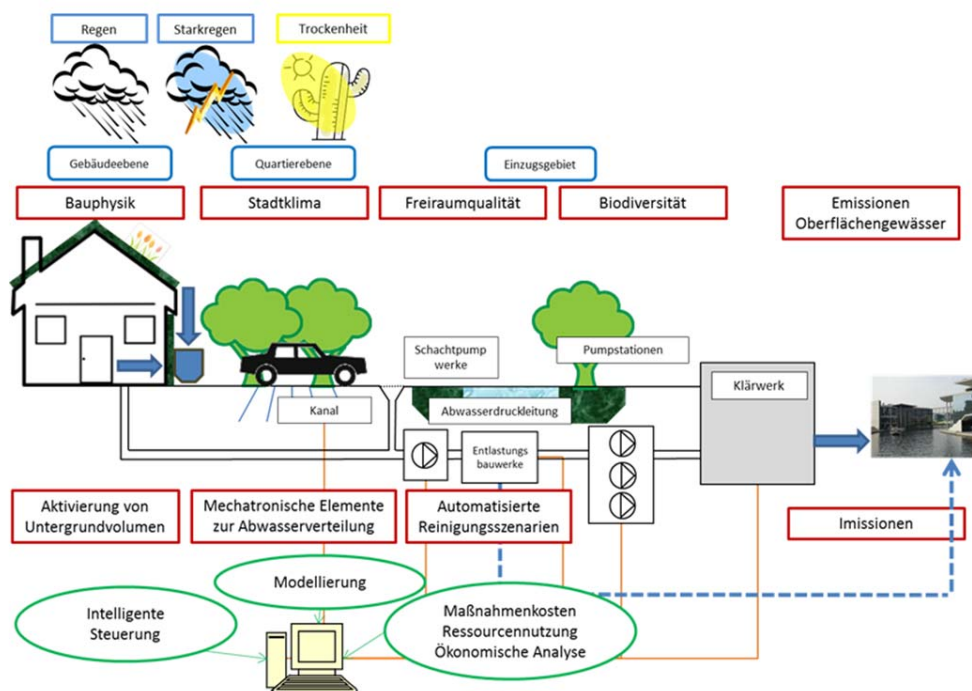


Abbildung 3: Abwassersystem einer Stadt mit den unterschiedlichen Ebenen der oberirdischen und unterirdischen Infrastruktur

Für das Abwassersystem wird der Berliner Stadtteil Wilmersdorf (~260.000 Einwohner, ~40.000 m³ Trockenwetterabfluss) als Modellgebiet verwendet. Der Bezirk wird sowohl über eine Trennkanalisation als auch über eine Mischkanalisation entwässert, wodurch Maßnahmen in beiden Kanalsystemen getestet werden können. Das Modellgebiet

Wilmsdorf ist in Abbildung 4 dargestellt. Die zentrale Schnittstelle der Abwasserinfrastruktur im Modellgebiet ist das Hauptpumpwerk Wilmsdorf (HPw Wil), das 99 Prozent des Abwasseraufkommens zur Kläranlage Ruhleben weiterleitet. Zusätzlich können auch die Klärwerke Stahnsdorf und Waßmannsdorf beschickt werden.

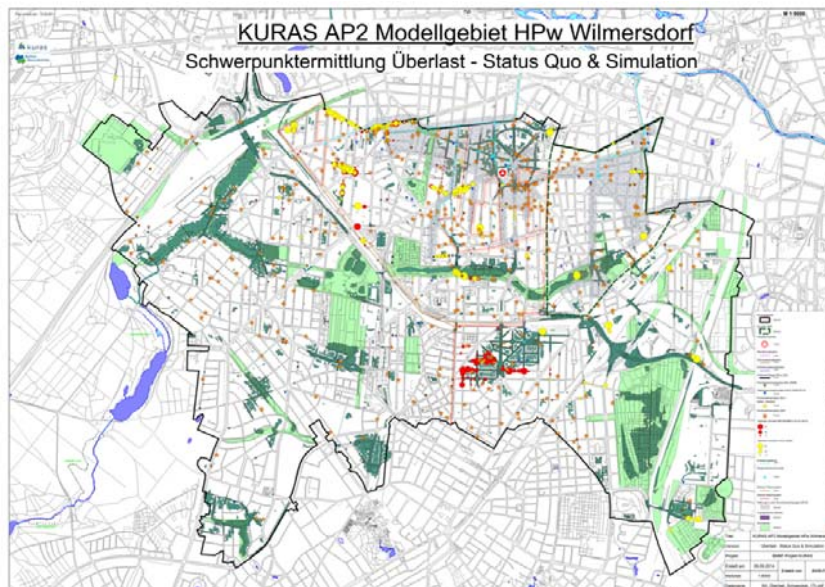


Abbildung 4: Modellgebiet Wilmsdorf des KURAS-Forschungsschwerpunktes Abwassers. In der Karte sind ermittelte und simulierte Schwerpunkte für den Lastfall Überlast dargestellt [BWB].

Der Test von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen der Regenwasserbewirtschaftung erfolgt in zwei Modellquartieren mit unterschiedlichem Bebauungscharakter in Berlin. Ein Modellquartier mit Mischkanalisation befindet sich in einem Berliner Altbaubezirk und liegt innerhalb des Modellgebietes für die Betrachtung des Abwassersystems, sodass die Synergien zwischen Regenwasser- und Abwasserbewirtschaftung konkret anhand des Modellgebietes betrachtet werden können. Zusätzlich wurde ein neueres Wohngebiet in einem anderen Stadtteil gewählt, um die Maßnahmen für die Trennkanalisation zu erproben.



Abbildung 5: Die Modellquartiere für die Trennkanalisation und Mischkanalisation des KURAS-Forschungsschwerpunktes Regenwasser (Berlin)

2.1.1 Forschungsschwerpunkt Regenwasserbewirtschaftung

Um den abflusswirksamen Anteil des Regenwassers zu verringern und gleichzeitig die potentiellen positiven Auswirkungen des Wassers an der Oberfläche besser ausnutzen zu können, werden Maßnahmen auf verschiedenen räumlichen Ebenen untersucht. Auf Gebäudeebene sind dies beispielsweise Gründächer und adiabate Gebäudekühlung, auf Quartiersebene die Entsiegelung von Flächen und die dezentrale Regenwasserversickerung, während auf Einzugsgebietsebene zentrale Maßnahmen wie Regenwasserspeicherung im Kanalsystem untersucht werden. Auf den drei räumlich Ebenen ergeben sich so sieben Kategorien mit insgesamt 27 zu untersuchenden Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Einige Beispiele sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Beispiele für Maßnahmen im Forschungsschwerpunkt Regenwasserbewirtschaftung

Räumliche Ebene	Maßnahme
Gebäude/ Grundstück	Gebäudebegrünung
Quartiersebene	Regenwassernutzung
	Entsiegelung
	Versickerung
	Künstliche Wasserflächen
Kanaleinzugsgebiet	Stauraum im Kanal
	Reinigung

Um eine vergleichende Untersuchung der verschiedenen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen zu ermöglichen, wurden quantifizierbare Indikatoren für

deren Effekt auf Bewohner, Umwelt und ihrer jeweiligen Kosten definiert. Auf Basis der Indikatoren werden die Maßnahmen von den jeweiligen Experten anhand von existierenden und neuen Daten sowie Prognose- und Extrapolationsmodellen evaluiert und in einer Maßnahmen–Indikatoren–Matrix zusammengefasst werden. Deren Anwendung auf die zwei konkreten Modellgebiete soll es ermöglichen, in Zusammenarbeit mit Berliner Entscheidungsträgern konkrete Maßnahmenkombinationen für Berlin zu entwickeln, sowie übertragbare Empfehlungen für urbane Regenwasserbewirtschaftung zu formulieren.

2.1.2 Forschungsschwerpunkt Abwassersysteme

Gegenstand der Forschung für den Schwerpunkt Abwassersysteme sind betriebliche und konstruktive Maßnahmen im Abwassernetz. Die in vorherigen Abschnitten dargelegten Anforderungen an das Abwassersystem lassen sich in zwei Lastfälle zusammenfassen: Problematik im Abwassernetz durch Überlast und Problematik im Abwassernetz durch Unterlast. Um systematisch die für das gesamte Abwassernetz (vom Einleiter bis zur Kläranlage) effektivsten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen gegen mit Unterlast und Überlast assoziierten Problemen zu untersuchen, wurde das Abwassersystem in vier thematische Schwerpunkte (Forschungscluster) unterteilt: Der Oberfläche, das Kanalsystem, das Pumpsystem sowie die Kläranlage.

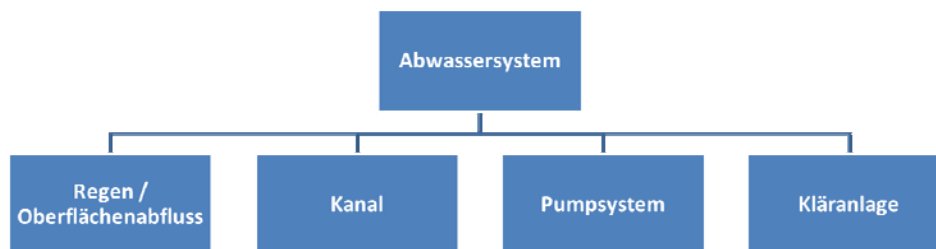


Abbildung 6: Die vier Cluster im Forschungsschwerpunkt Abwassersystem

Schwerpunkt Oberfläche: Wichtige Fragestellungen in diesem Forschungscluster sind zum Beispiel wie sich Starkregenereignisse an der Oberfläche auswirken und mit welchen Maßnahmen sich ein Überstau an der Oberfläche vermeiden bzw. kontrollieren lässt, z.B. durch gezielten temporären Einstau von unkritischen Flächen.

Schwerpunkt Kanalnetz: In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Maßnahmen im Kanal erprobt und erforscht (z.B. Querschnittserweiterungen, Einstaumöglichkeiten und Trockenwetterrinnen). In der intelligenten Kopplung verschiedener Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen liegt jedoch Entwicklungspotential. Des Weiteren werden innovative Maßnahmen untersucht, wie Kaskadierung im Kanal, um Stresssituationen bei Über- und Unterlast zu vermeiden.

Schwerpunkt Pumpsystem: Aufgabe des Pumpsystems ist die Aufnahme des Abwassers an der Schnittstelle zum Kanalnetz und der Abtransport über die Abwasserdruckleitungen zu den angeschlossenen Klärwerken. Der Fokus der Forschung im Cluster Pumpsystem zielt auf die Erhöhung der Betriebssicherheit von Abwasserpumpwerken und die optimale Ausnutzung von Pump- und Druckrohrkapazitäten.

Schwerpunkt Kläranlage: Die Probleme, die im Entwässerungsnetz durch extreme Wetterereignisse entstehen, setzen sich bis zur Kläranlage fort. Durch schwankende Zuflüsse (bei Trockenperioden und Starkregen) kann die optimale Reinigungsfähigkeit der Kläranlagen nicht ausgenutzt werden. In diesem thematischen Schwerpunkt soll das Potential für Maßnahmen auf der Kläranlage, insbesondere für eine erhöhte Mischwasserbehandlung unter Betrachtung von Hydraulik und Frachtstößen, untersucht werden.

Für jeden der vier thematischen Schwerpunkte des Abwassersystems wurden konkrete Maßnahmen formuliert und in einem umfassenden Maßnahmenkatalog zusammengefasst. Damit werden die Auswirkungen auf das gesamte Abwassersystem für Unterlast und Überlast betrachtet werden. Zusätzlich werden potentielle Synergien zwischen den vier thematischen Schwerpunkten des Abwassersystems sowie mit den Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung ersichtlich. Die Maßnahmen wurden anhand ihrer potentiellen Effektivität in einem Ranking eingeordnet und werden momentan von den Verbundpartnern untersucht.

Tabelle 2: Beispiele für Maßnahmen in den vier Clustern des Forschungsschwerpunktes Abwassersystem

Cluster	Maßnahme
Oberfläche	Gezielte Retention
	Temporär Wasserplätze
Kanal	Kaskadierung
	Schwallspülung
	Betriebsweise RÜB
Pumpsystem	Drallbremse (Blades)
	Interne Spülsysteme
	Cleaning Sequenzen
Kläranlage	Mischwasserspeicher
	N-Rezirkulation vor Überlastfall
	Einfluss auf Biomasse

Die Effektivität von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen auf den Betrieb des Abwassersystems wird über verschiedene Plattformen untersucht. Maßnahmen aus dem Forschungscluster Pumpsystem z.B. können experimentell direkt im Hauptpumpwerk Wilmersdorf untersucht werden. Dabei steht die Verbesserung des Förderverhaltens bei erhöhtem Faserstoffaufkommen im Abwasser im Fokus.

Im Gegensatz dazu wird die Effektivität von Maßnahmen auf Einzugsgebietsebene, das heißt auf Oberflächen- und Kanalebene, über hydraulische Modelle in Infoworks dargestellt. Als Rahmenbedingungen werden verschiedene Klimaszenarien basierend auf den Projektionen des IPCC für das Jahr 2050 zugrunde gelegt. Darüber hinaus werden Prognosen des Berliner Senats für Bevölkerungsentwicklungen im Einzugsgebiet und unterschiedliche Wassergebrauchsszenarien ebenfalls für den Zeithorizont bis 2050 herangezogen. Daraus werden im hydraulischen Modell ein Basisszenario sowie Entwicklungsszenarien für Überlast und Unterlast erstellt. Die Wirksamkeit von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen kann dann über Simulation als Veränderung gegenüber dem Basisszenario dargestellt werden.

Maßnahmen für Kläranlagen werden über das Programmpaket SIMBA# simuliert. Dafür wurde ein generisches Modell des Klärwerkes Ruhleben erstellt, an dem alle Klärwerkstypischen Prozessparameter über den gesamten Klärprozess simuliert werden können. Die Rahmenbedingungen für die Simulation von Zukunftsszenarien ergeben sich aus verschärften gesetzlichen Vorgaben von Ablaufwerten und veränderten Abwasserkonzentrationen bei Unterlast und Überlast des Klärwerkes. Zusätzlich können veränderte Klärprozesse modelliert werden.

Ergänzend erfolgt die Erarbeitung eines neuartigen GIS-basierten Managementinstruments mit dem Ziel, für den verbesserten Umgang mit Spielräumen der Abwasserinfrastruktur bzw. dem Ausbau dieser ein verbessertes Informationsinstrument zu konzipieren, welches GIS-basiert bislang fehlende oder unzureichende Systemverknüpfungen ermöglicht.

Beispiel Forschungscluster Pumpsystem

Im Cluster Pumpsystem werden Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Pump- und Druckrohrkapazitäten erarbeitet und untersucht. Die Maßnahmen sollen an bereits existierenden Problemschwerpunkten der Berliner Wasserbetriebe ansetzen und auch veränderte Parameter durch klimatische oder gesellschaftliche Veränderungen mit einbeziehen.

Für das Modellgebiet Wilmersdorf stellt das Hauptpumpwerk Wilmersdorf (HPwWil) mit seinen Schnittstellen den neuralgischen Punkt des Systems dar. In einem ersten Schritt muss identifiziert werden, welche Elemente kritisch für den sicheren Betrieb sind. Im zweiten Schritt wird über eine qualitative Fehlerbaumanalyse analysiert, welche Ereignisse zu einem Ausfall des Pumpwerkes führen können.

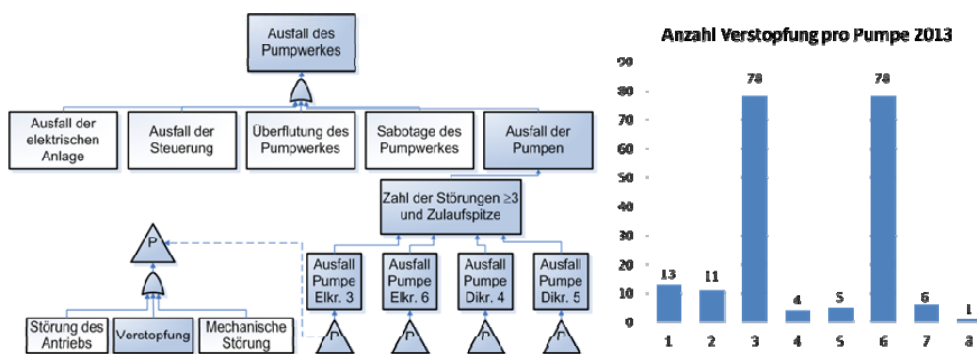


Abbildung 7: Fehlerbaumanalyse für HPwWil und Verstopfungsanalyse der 8 Pumpen im HPwWil

Aus den Betreiberdaten kann abgeleitet werden, welche Fehlerereignisse aktuell den Betrieb des Pumpwerkes am stärksten negativ beeinflussen. Hier zeigt sich, dass Pumpenverstopfungen durch Fest- und Faserstoffe im Abwasser im Jahr 2013 die stärksten negative Auswirkung auf den Pumpwerksbetrieb hatten. Insgesamt kam es bei den acht Pumpen im HPwWil zu 196 Verstopfungsereignissen, die den Betrieb des Pumpwerkes beeinträchtigten und durch den Entstördienst der Berliner Wasserbetriebe beseitigt werden mussten. Die Verteilung der Verstopfungsereignisse auf die einzelnen Maschinen war dabei höchst ungleich. Insbesondere die Pumpen für große

Volumenströme, Elektrokreis 3 (Elkr. 3) und Elektrokreis 6 (Elkr. 6), fallen aufgrund von Verstopfungen sehr häufig aus (siehe Abbildung 8 rechts).

Der verstopfungsfreie Betrieb von Abwasserpumpen wird maßgeblich durch die konkreten Betriebsweisen und vor allem durch die Abwasserzusammensetzung beeinflusst. Zur Vermeidung kritischer Betriebsbedingungen werden die Betriebsbereiche der Abwasserpumpen im zentralen Leitsystem eingeschränkt. Diese Einschränkung gibt einen Drehzahlbereich sowie die minimalen und maximalen Volumenströme vor. Gleichzeitig ist der maximale Förderdruck durch die angeschlossene Druckleitung limitiert [7].

Abwasser ist ein inhomogenes Medium, dessen Eigenschaften zeitlich sehr stark schwanken und von verschiedenen Rahmenbedingungen abhängen. Insbesondere bei Mischwassersystemen ändert sich die Qualität des Abwassers je nach Wetterlage deutlich. Rechengutbilanzen zeigen [8], dass der tägliche Rechengutaustrag an Klärwerken extrem schwanken kann. Damit ist auch die Belastung der vorgeschalteten Abwasserpumpen in den Pumpwerken durch mechanische Bestandteile des Abwassers sehr unterschiedlich. Neben der wetterbedingten schwankenden Belastung des Abwassers mit Feststoffen, sind es vor allem die zuvor beschriebenen Faser- und Vliesstoffe aus Haushalts- und Hygieneartikel, die zu sogenannten „Pumpenzöpfen“ verdreht (zopfartig verdrillte und verknotete Materialansammlungen) (Abbildung 8), die Abwasserpumpen zum Stillstand bringen.



Abbildung 8: Pumpenverstopfungen durch Pumpenzöpfe aus Vliesstoffen

Maßnahmen im Cluster Pumpsystem müssen daher auf eine Verminderung der Auswirkungen von Faserstoffen auf den Betrieb von Abwasserpumpen abzielen. In Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Berlin, Fachgebiet Fluidsystemdynamik, sowie den Berliner Wasserbetrieben werden dafür folgende Maßnahmen im Cluster Pumpsystem untersucht:

Maßnahme: Blades:

Bei den sogenannten *Blades* handelt es sich um Leitbleche im Saugrohr, die als Drallbremse für die Strömung vor dem Pumpeneintritt wirken. Durch Teillast und Überlast, aber auch bei An- und Abfahrvorgängen der Pumpen, wird dem Fluid vor dem Pumpeneintritt Drall aufgeprägt. Einzelne Faserstoffe werden in dieser Strömungszone miteinander versponnen und so zu langen Zöpfen verwoben. Material, das sich an Laufschaufeln gesammelt hat, wandert während des Abfahrens unter Rotation und

Verdrillung zurück in das Saugrohr. Beim nächsten Anfahren wird dieses Material ins Laufrad eingesaugt und kann sich erneut an Schaufelkanten festlegen. Die so entstehenden Konglomerate führen zu Pumpenausfällen durch Verstopfung. Die Blades als Drallbremsen im Saugrohr zeigten in Laborversuchen einen positiven Effekt auf das Verstopfungsverhalten von Abwasserpumpen.

Im Rahmen von KURAS werden die Blades in den großtechnischen Versuch unter realen Betriebsbedingungen überführt. Der redundante Aufbau des Pumpwerkes und die gleichmäßig hohe Anzahl von Störungen für die Pumpen Elkr. 3 und Elkr. 6 erlauben einen vergleichenden Langzeitversuch. Elkr. 6 wurde daher im Mai 2014 mit saugseitigen Blades ausgerüstet. Elkr. 3 dient als Referenzmaschine und bleibt im Originalzustand. Nach bisher ca. 160 Betriebsstunden für beide Pumpen und einer geringen Anzahl von Störungen kann noch keine Maßnahmenbewertung durchgeführt werden.

Gleichzeitig wird über Laborversuche eine Optimierung der Blade-Geometrie angestrebt.

Maßnahme: Umsetzung Reinigungssequenz

Erstes Ziel der Maßnahme Reinigungssequenz ist die sichere Detektion entstehender Verstopfungen an den Abwasserpumpen im Pumpwerk Wilmersdorf. Die erfolgreiche Detektion soll anschließend „Aktive Reaktionen“ auslösen, z.B. gezielte Pumpenreinigung zur Vermeidung von Störungen. Aufbauend auf die Laborversuche während des BMBF-Projektes IMEBA werden Elkr. 3 und Elkr. 6 mit zeitlich hochaufgelösten Druckmessungen an der Saugseite ausgerüstet. Über die Frequenzanalyse des saugseitigen Drucksignals sollen entstehende Verstopfungereignisse präzise detektiert werden.

Im nächsten Schritt wird die Verstopfungserkennung als Signal und Kontrollmechanismus für eine „Reinigungssequenz“ dienen. Im Projekt IMEBA wurde bereits anhand Laborversuchen an der TU Berlin (Fachgebiet Fluidsystemdynamik) und an einem Versuchsstand mit realem Abwasser in einem Berliner Pumpwerk Drehzahlsequenzen als aktive Reaktion auf Verstopfungereignisse bei Abwasserpumpen untersucht. Im Rahmen von KURAS soll dieses Prinzip unter realen Betriebsbedingungen umgesetzt werden. Ziel ist es, durch automatisierte aktive Reaktionen auf Verstopfungereignisse automatisch reagieren zu können und damit die Einsatzhäufigkeiten des Entstördienstes im Pumpwerk zu reduzieren.

Maßnahme: Interne Spülsysteme

Ziel der Maßnahme Interne Spülsysteme ist die Nutzung des Fördermediums Abwasser zur Reduzierung von Zopfbildung und Pumpenverstopfung. Bei Pumpenverstopfung oder Abfahrvorgängen werden Faser- und Textilansammlungen im Laufradeintritt in den Saugraum zurückgespült. Dafür kann einerseits das Druckniveau der Abwasserdruckleitung als Energiequelle für Spülvorgänge genutzt werden, andererseits kann über zusätzliche Hochbehälter Spülmedium vorgehalten werden. Damit eignet sich die Maßnahme gleichermaßen für Pumpen der zentralisierten Abwasserinfrastruktur und dezentrale Pumpstationen. Die Umsetzung der Maßnahme wird im Labor und für einen dezentralen Showcase geplant.

Die Angemessenheit sämtlicher Maßnahmen und Handlungsoptionen im Forschungsschwerpunkt Abwassersystem wird anschließend anhand einer SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) bewertet werden. Potentielle Schwachstellen werden durch systematische Zuverlässigkeitsmethoden (System- oder Gesamtzuverlässigkeit) ermittelt.

2.1.3 KURAS-Ziele

Übergeordnetes Ziel des Verbundforschungsprojektes KURAS ist es, Handlungsempfehlungen für den Betrieb, den Ausbau und die Anpassung urbaner Abwasser- und Regenwasserinfrastrukturen an die Zukunft zu formulieren. Dabei sollen innovative Handlungsoptionen und Maßnahmen für die Regenwasser- und Abwasserbewirtschaftung untersucht und verglichen werden. Darüber hinaus sollen Finanzierungsmodelle und ordnungsrechtliche Maßnahmen entwickelt werden, um Betreiber und Entscheidungsträger bei der Konzeptionierung einer zukunftsfähigen urbanen Abwasser- und Regenwasserinfrastruktur zu unterstützen.

Danksagung

Das Vorhaben KURAS wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme Intelligente und nachhaltige Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung (INIS) gefördert. Die Fördermaßnahme ist ein Teil des BMBF Förderschwerpunkts Nachhaltiges Wassermanagement

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., BDEW (2014), Wasserfakten im Überblick, Stand September 2014
- [2] Umweltbundesamt: Sinkender Trinkwasserverbrauch, geringere Verluste
<http://www.umweltbundesamt.de/daten/wasserwirtschaft/oeffentliche-wasserversorgung>
Zugriff: 01.10.2014
- [3] Matzinger, A., Sonnenberg, H., Riechel, M., Toth, E., Leszinski, M., Schumacher, F., Pawlowsky-Reusing, E., Heinzmann, B., von Seggern, D., Rouault, P., "Auswirkungen von Mischwasserüberläufen auf Gewässer – Datenanalyse und Simulationen am Beispiel der Berliner Stadtspreew", Kompetenzzentrum Wasser Berlin, 2010
- [4] Lotze-Campen, H., Claussen, L., Dosch, A., Noleppa, S., Rock, J., Schuler, J., Uckert, G. (2009), Klimawandel und Kulturlandschaft Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung I, Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg, Berliner Forsten, Berliner Stadtgüter GmbH
- [5] Destatis (2009), Bevölkerung Deutschlands bis 2060, 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- [6] Umweltbundesamt (2010), Demographischer Wandel als Herausforderung für die Sicherung und Entwicklung einer kosten- und ressourceneffizienten Abwasserinfrastruktur,
- [7] Thamsen, P. U., Tornow, M., Oesterle, M.: "Ensure Reliable Wastewater Pumping Research and Experience in the Context of LISA", Singapore International Water Week, Singapore, 2009
- [8] Thamsen, P. U.; Gerlach, S.; Höchel, K.: "Remarks on wastewater transport", 16th International Conference on Transport and Sedimentation of Solid Particles, Rostock, Germany, 2013