

VERSTECKTES POTENZIAL IN KLÄRANLAGENDATEN

ANLAGEOPTIMIERUNG DANK SYSTEMATISCHER DATENAUSWERTUNG

Auf einer durchschnittlichen Kläranlage werden Tausende Signale aufgezeichnet. Ihr Potenzial für einen besseren Anlagebetrieb ist beachtlich. Dennoch werden sie selten systematisch genutzt und ausgewertet. Dank einer spezialisierten Software ist es jetzt möglich, eine Anlage und ihre Prozesse schneller und besser zu verstehen, zu überwachen und zu optimieren.

Manuela Kaufmann, Rittmeyer AG

David Dürrenmatt, Rittmeyer AG*

Kris Villez, Eawag*

RÉSUMÉ

POTENTIEL CACHÉ DES DONNÉES DE STATIONS D'ÉPURATION OPTIMISATION GRÂCE À UNE ANALYSE SYSTÉMATIQUE DES DONNÉES

Le traitement des eaux usées a fortement profité des avancées des techniques de mesure et des technologies de l'information depuis les années 1960. Les techniques de mesure facilitent le contrôle permanent de l'état des stations d'épuration et permet de réguler leurs processus. Des milliers de signaux sont enregistrés en permanence dans les stations d'épuration d'aujourd'hui, des douzaines de paramètres sont définis dans des mesures en laboratoire.

Parallèlement aux progrès technologiques, les exigences posées aux stations d'épuration augmentent également. Alors que le procédé mécanique et biologique avait autrefois pour fonction principale d'éliminer les composés organiques, les stations d'épuration ont désormais intégré des étapes chimiques (précipitation) et biologiques (nitrification, dénitrification) supplémentaires. Les dernières évolutions demandent et permettent même une élimination des micropolluants ou la récupération de ressources des courants d'eaux usées. En outre, le traitement des eaux usées est de plus en plus perçu comme faisant partie d'un système plus large, comprenant aussi bien un réseau de canaux que des ressources en eau et un milieu récepteur, et devant être entièrement optimisé. L'évolution technologique et les exigences accrues dans le secteur de l'assainissement des

EINLEITUNG

Die Behandlung von Abwasser hat sich in den vergangenen 50 Jahren stark verändert. Dank Fortschritten in der Messtechnik und in der Informationstechnologie sind heute eine permanente Zustandsüberwachung und Prozessregelung auf Kläranlagen möglich. Auf einer typischen Kläranlage werden kontinuierlich Tausende von Signalen registriert und Dutzende von Parametern in Labormessungen bestimmt – ohne dass dabei ihr volles Potenzial ausgeschöpft wird. Zwar werden diese Messdaten komplett archiviert, doch aufgrund der fehlenden Auswertung bleiben sie für spätere Zwecke meist ungenutzt. Dabei birgt eine systematische Auswertung der Daten grosses Potenzial für ein besseres Verständnis des Betriebs, für die Optimierung und für künftige Auslegungen [1, 2]. Die jüngsten Entwicklungen in der Messtechnik und der Informationstechnologie haben hilfreiche und transparente Werkzeuge hervorgebracht, welche die massiven Datenbestände systematisch analysieren und so die tägliche Abwasserbehandlungspraxis revolutionieren können. Die Entwicklung kommerzieller Werkzeuge mit einem datenbasierten Fokus kommt nicht überraschend, denn eine Reihe von sich abzeichnenden Veränderungen hinsichtlich der Abwasserbehandlung machen diese zu einer notwendigen Entwicklung. Im ersten Teil dieses Artikels wird aufgezeigt, weshalb das heu-

* Kontakt: kris.villez@eawag.ch; david.duerrenmatt@rittmeier.com

tige Datenmanagement unzureichend ist; im zweiten werden Beispiele einer erfolgreichen Datennutzung präsentiert.

NOTWENDIGKEIT EINER BESSEREN DATENNUTZUNG

WACHSENDE KOMPLEXITÄT

Die Entscheidungsfindung bei der Dimensionierung und beim Betrieb von Kläranlagen wird ständig komplexer (Fig. 1) und die Anlagen selbst müssen ihren Leistungsumfang stetig erweitern. Das ursprünglich rein mechanische und biologische Verfahren zur Abwasserreinigung, wie es vor rund 100 Jahren zum ersten Mal zum Einsatz kam, hatte lediglich die Entfernung organischer Bestandteile sowie die Verbesserung der Farb- und Geruchseigenschaften zur Aufgabe. Später konnten dank der Einführung der Nitrifikation die umwelttoxischen Emissionen reduziert werden. Mit steigendem Wissen und zunehmenden Ansprüchen wurden anschliessend die Überdüngungseffekte durch Denitrifikation und Phosphorentfernung weiter minimiert. Die laufende Erhöhung der Anforderungen hält an. Das jüngste Beispiel ist die Elimination von Mikroverunreinigungen. Der Ausbau von Anlagen um eine weitere Stufe zur Entfernung solcher Stoffe (Zugabe von granulierter Aktivkohle oder Ozonierung) führt zu einer weiteren Komplexitätssteigerung der Abwasserreinigung.

Zusätzlich wird die Abwasserbehandlung immer mehr als Teil eines grösseren Systems verstanden, das sowohl Kanalnetz als auch Wasserressourcen und Vorfluter beinhaltet und übergreifend optimiert werden soll. Des Weiteren werden auch neue Abwassertechnologien die Behandlungspraxis stark verändern. Diese neuen Technologien streben nicht nur die Behandlung von Abwasser an, sondern auch die Rückgewinnung von Energie, Wasser und Nährstoffen aus Abwasserströmen. Beispielsweise können spezielle, in Industriebetrieben realisierte Vorreinigungsstufen dazu beitragen, die heutige Abwasserreinigung zu entlasten, während gleichzeitig wertvolle Ressourcen zurückgewonnen werden.

Die geschilderte Entwicklung verspricht spannende und zunehmend nachhaltige Möglichkeiten der Behandlung von Abwasser. Sie bedeutet aber auch, dass die Anforderungen steigen und Entscheidungen über die Betriebsführung komplexer

werden. So ist es beispielweise ohne Datenanalyse schwierig, die Interaktionen zwischen der Dosierung von Faulwasser, dem Energiebedarf und der Nitrifikationsleistung zu beschreiben, um den besten Dosierzeitpunkt und -fluss zu ermitteln. Erfolgreiche Betriebsführung ist nur möglich, wenn relevante Informationen rechtzeitig in einer transparenten und intuitiven Weise zugänglich gemacht werden. Und genau hier liegt das grosse Potenzial einer systematischen Auswertung und Analyse von Prozessdaten.

LIMITIERTE ÜBERTRAGBARKEIT VON ERFAHRUNGEN

Entscheidungen über die Betriebsweise eines Verfahrens im urbanen Wasserkreislauf werden heute in der Regel von Personen gefällt, die auf Teilbereiche des urbanen Wasserkreislaufes spezialisiert sind. Im Sinne des Gewässerschutzes wäre jedoch eine ganzheitliche Betrachtung des Kreislaufs anzustreben. Obwohl sich die Kommunikation zwischen den Betreibern von Kläranlagen und denjenigen der Kanalnetze intensiviert hat, erschweren sowohl die Unterschiede der angewandten Prozesse als auch die verschiedenen Anlagen-Konfigurationen und Auswertungssysteme die Übertragbarkeit von Betriebserfahrungen und Entscheidungsprozessen. Die Auswer-

tung vergleichbarer Kennwerte der Teilbereiche könnte es allen im Kreislauf involvierten Fachleuten erleichtern, sich bezüglich der Optimierung des Ressourcenverbrauchs, der Wartung sowie der zu ergreifenden Massnahmen bei aussergewöhnlichen Betriebszuständen auszutauschen und gemeinsame Vorgehensweisen zu definieren.

MANGELNDE TRANSPARENZ UND FEHLENDE INTUITION BEI HERKÖMMLICHEN METHODEN

Um Betriebsleiter und Anlagebetreiber im Alltag zu unterstützen, gibt es eine Reihe von Werkzeugen: Sensorhersteller beispielsweise statten ihre Produkte zunehmend mit intelligenten Komponenten für die automatisierte Diagnose aus. Der Einsatz von selbstüberwachenden Sensoren, Pumpen und Ventilen erleichtert zwar die Identifizierung von degradierten oder fehlerhaften Systemen. Diese auf Einzelkomponenten bezogene Entwicklung alleine wird jedoch nicht ausreichen, um Reinigungsprozesse bzw. Kläranlagen als Ganzes zu überwachen. Die gleiche Art von künstlicher Intelligenz, wie sie in selbstüberwachenden Produkten enthalten ist, kann auf grössere Systeme skaliert werden.

In der akademischen Forschung wurden zahlreiche Daten-Analysetechniken entwickelt. In den meisten Fällen sind

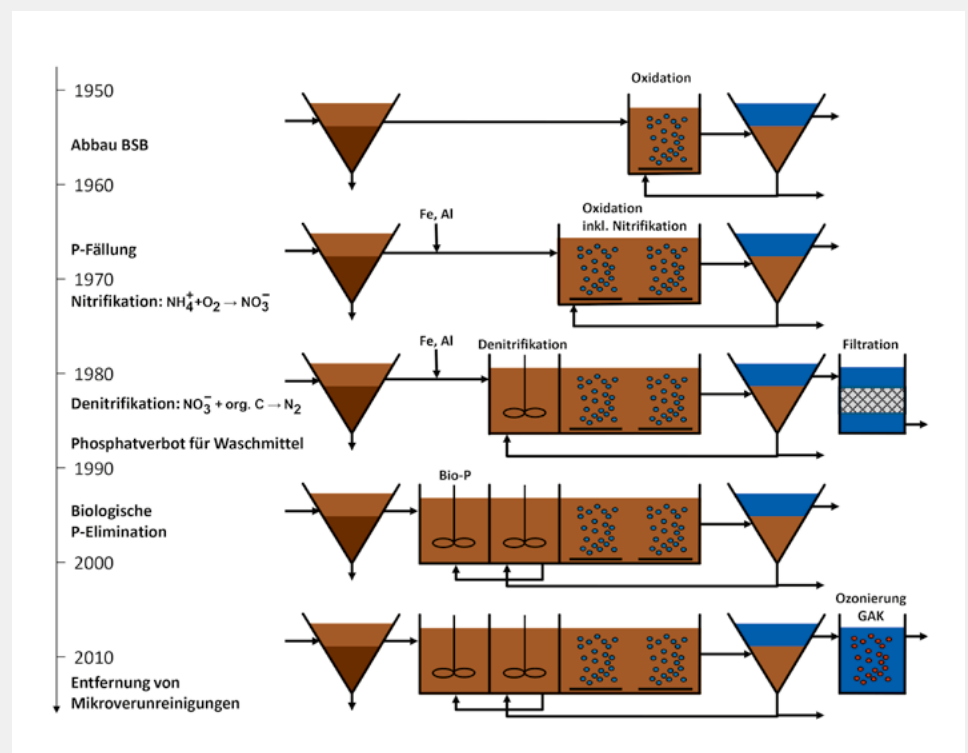


Fig. 1 Zunehmende Komplexität in der Abwasserbehandlung (basiert auf [1])

Complexité croissante dans le traitement des eaux usées (sur la base de [1])

diese Werkzeuge kaum praxistauglich und werden dem Anspruch an hilfreiche, robuste und vertrauenswürdige Tools für Anlagebetreiber nicht gerecht. Dennoch gibt es bereits jetzt Ideen, wie diese Analysetechniken für die Praxis nutzbar gemacht werden können. Einige wurden auch bereits realisiert und beeinflussen die heutige Arbeitsweise auf Kläranlagen positiv. Bereits sind Software-Pakete auf dem Markt, die dem Bedürfnis nach datenbasierter Überwachung, Diagnose und Optimierung gerecht werden. Im folgenden Abschnitt werden einige Anwendungsbeispiele vorgestellt.

KTI-Projekt

Im Rahmen eines von der KTI (Kommission für Technologie und Innovation) unterstützten anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsprojekts untersuchten die Eawag, die Rittmeyer AG sowie die Kläranlagen Hard in Winterthur und Pfungen die praktische Implementierung von Methoden des Data-Minings und der datenbasierten Modellierung. Als Resultat des Projekts ent-

standen eine Reihe von Visualisierungs-, Überwachungs- und Optimierungsmodulen für die Software RITUNE, die auf Kläranlagen installiert und von Betreibern bedient werden kann. Es konnten grundsätzliche Erkenntnisse zur erfolgreichen Datennutzung gewonnen werden, die in den nachfolgenden Abschnitten anhand praktischer Beispiele zusammengefasst werden.

Zentrale Datenverfügbarkeit und Datenintegration

Zur Optimierung des Kläranlagenbetriebs lohnt sich der Blick über den Kläranlagenzaun hinaus. Für ein gesamtheitliches Systemverständnis werden neben den Prozessabläufen der Kläranlagen häufig auch zahlreiche Aussenbauwerke ins Prozessleitsystem eingebunden. Zusätzlich können dank neuartiger Software-Technologien auch weitere Datenquellen abgefragt und in die Betrachtungen miteinbezogen werden (z. B. manuell erfasste Laborwerte, Messstellen im Vorfluter, Wartungsprotokolle, Buchhaltungssysteme, Informationen von externen Wetterdiensten usw.).

Nutzen der Datenintegration/-zentralisierung
Die zentrale Datenverfügbarkeit (inkl. der Integration externer Quellen) bildet die entscheidende Grundlage einer erfolgreichen Datennutzung (Fig. 2). Die zentrale Aufbereitung aller relevanten Daten ermöglicht ein umfassendes Systemverständnis und regt Diskussionen an. Zusätzlich wird der Erfahrungsaustausch unter den Experten via Datenfernzugriff begünstigt.

Intuitive Datenvisualisierung

Nach der «elektronischen» Datenverarbeitung und Datenzentralisierung können die Daten visuell aufbereitet werden. Die intuitive Darstellung von Daten hilft etwa dabei, dahinter stehende Prozesse besser nachvollziehen und deren Effizienz beurteilen zu können. Dazu werden Daten unterschiedlicher Quellen miteinander in Zusammenhang gebracht.

Nutzen der Visualisierung

Eine gute Datenvisualisierung zielt auf die Mustererkennung des menschlichen Auges ab. Dies erlaubt einen schnellen Überblick über komplexe Systeme und ermöglicht eine rasche Diagnose und Effizienzanalyse.

Anwendungsbeispiele

Zwei mögliche Anwendungen dieses Konzepts sind in Figur 3 dargestellt: Das auf der rechten Seite abgebildete Energie- und Betriebskennzahlen-Dashboard von RITUNE zeigt auf einen Blick den Zustand der Verfahrensstufen sowie der laufenden Prozesse. In einer übersichtlichen Darstellung sind Vergleiche mit anderen Kennzahlen, Referenzwerten (Benchmarks wie Richt- und Idealwerte) und historischen Werten möglich [4]. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind Diagnose-Diagramme, die Veränderungen von Aggregaten aufzeigen, z. B. infolge von Verschleiss.

Intelligente Überwachung

Fehlerhafte Sensorwerte lösen oftmals eine Kette von Reaktionen aus, an deren Ende eine ungenügende Reinigungsleistung oder ein ineffizienter Ressourcenverbrauch steht. Softwaremodule zur geschickten Datenüberwachung lernen aus den Betriebsdaten der Vergangenheit und stellen so unerwartete Abweichungen frühzeitig fest. Im Falle von Abweichungen kann die Aufmerksamkeit des Betreibers gezielt auf jene Prozessein-

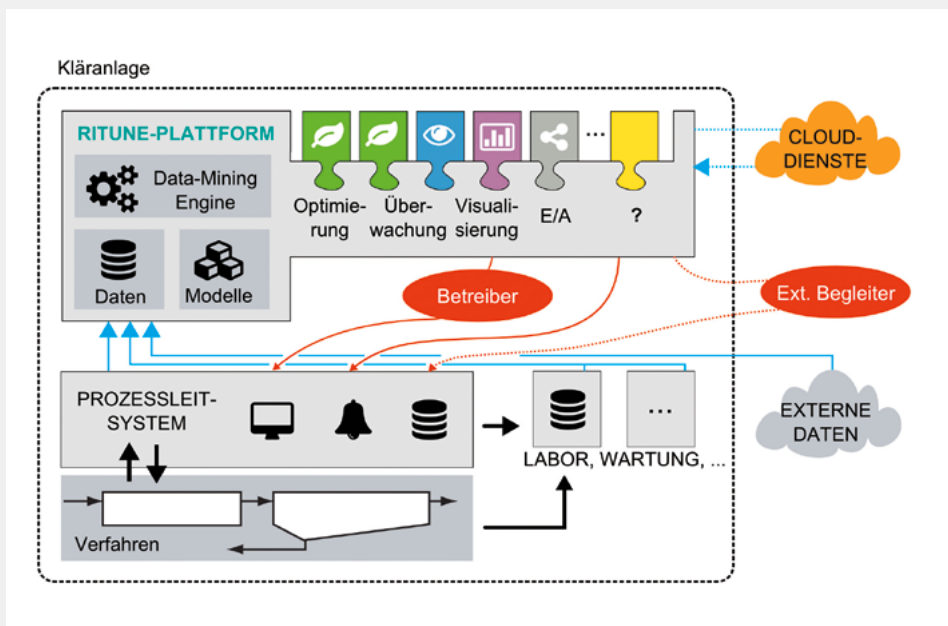


Fig. 2 Zentrale Datenverfügbarkeit und -integration am Beispiel von RITUNE, das direkt auf der Kläranlage installiert wird. Daten aus bestehenden Systemen, darunter auch externe Datenquellen wie Wetterdienste, werden automatisch synchronisiert (blaue Pfeile) und je nach installierten Modulen (Puzzelteile rechts oben) analysiert. Ratschläge und Empfehlungen werden vom Betreiber manuell umgesetzt, wirken automatisch oder können von externen Begleitern begutachtet werden (rote Pfeile)

Exemple de RITUNE directement installé dans la station d'épuration pour la disponibilité et l'intégration centralisée des données. Les données de systèmes existants, y c. les sources de données externes comme les services météorologiques, sont automatiquement synchronisées (flèches bleues) et analysées en fonction des modules installés (pièces de puzzle en haut à droite). Les recommandations sont mises en œuvre manuellement par les exploitants, ont automatiquement un effet ou peuvent être expertisées par des accompagnateurs externes (flèches rouges)

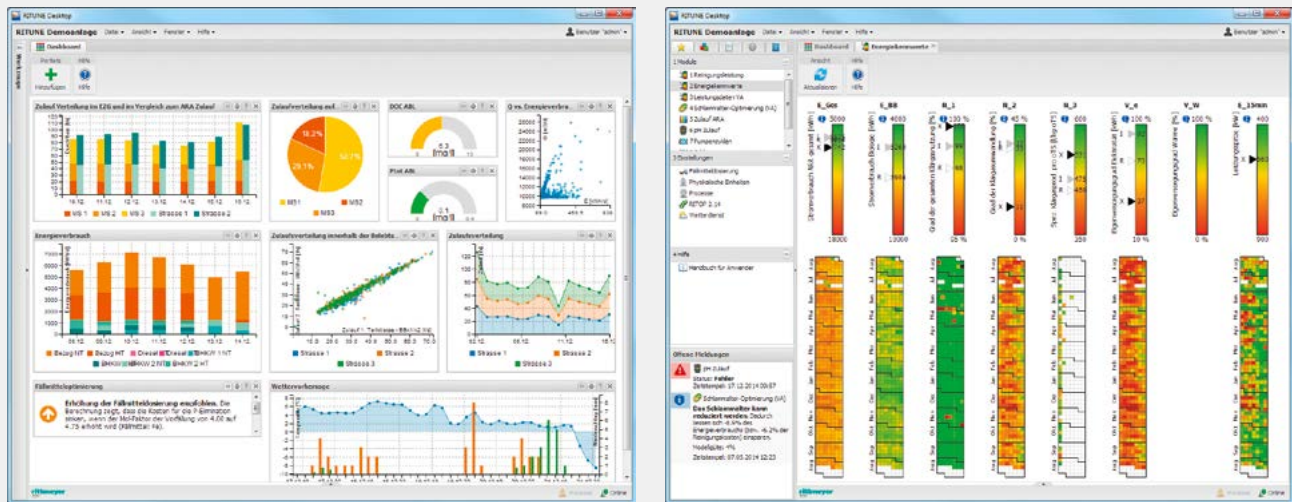


Fig. 3 Zentrales, individuell konfigurierbares Dashboard, das einen Überblick über die für den Anwender relevanten Prozesse gibt (links). Die Darstellung von frei definierbaren Energie- und Betriebskennzahlen mit aktuellen und historischen Werten ermöglicht die Effizienzanalyse und Beurteilung von Optimierungsmassnahmen, z.B. im Vergleich zu Richt- und Idealwerten (rechts)
 Un tableau de bord central et personnalisable qui donne un aperçu des processus pertinents pour l'utilisateur (à gauche). La représentation d'indicateurs de fonctionnement et énergétiques librement définissables, avec des valeurs actuelles et historiques, permet l'analyse de l'efficacité et l'évaluation de mesures d'optimisation, p. ex. en comparaison avec des valeurs indicatrices et idéales (à droite)

heiten gerichtet werden, die sich in einem aussergewöhnlichen Zustand befinden.

Methoden

Für die Überwachung von Prozessen und Sensoren kann auf den grossen Fundus an Methoden zur Abweichungsanalyse, einen klassischen Anwendungsbereich des Data-Minings, zurückgegriffen werden. Besonders geeignet sind für diesen Zweck Clusteranalysen, die Datenabschnitte analysieren und automatisch gewissen Gruppen zuordnen (z. B. dem Verlauf eines typischen Trockenwettertags). Anhand der Gruppenzuordnung und der historischen Daten kann eine Spanne berechnet werden, in der der aktuelle Messwert erwartet wird. Im Falle einer Abweichung können ausgeklügelte Alarme abgesetzt werden. Ebenfalls gut für diesen Zweck geeignet ist die systematische Überwachung signaltypischer Charakteristiken: Absolutwerte, Autokorrelationen, Minima, Maxima, Wendepunkte usw. werden laufend berechnet und mit akzeptierten beziehungsweise zu erwartenden Werten verglichen. Neben Ausreissern werden auch Signal-Drifts in Messsignalen zuverlässig erkannt. Die Methoden zur Abweichungsanalyse können flexibel an die Fragestellung adaptiert werden. Um die Zahl der Fehlalarme zu minimieren, bei Abweichungen jedoch zeitnah zu alarmieren, können Toleranzschwellen definiert werden.

Nutzen der Datenüberwachung

Die permanente Datenüberwachung gewährleistet einen stabilen Betrieb und sichert gleichzeitig die Datenqualität für zukünftige Analysen. Die Wartungsplanung wird dadurch erleichtert und kann sogar prädiaktiv durchgeführt werden. Zudem ist für bestimmte Aufgaben eine gesicherte Datenqualität unerlässlich. Hierzu gehören unter anderem eine weitergehende Automatisierung sowie Online-Entscheidungsprozesse. Gerade für eine weitergehende Automatisierung ist die Datenqualität oftmals das fehlende Glied.

Anwendungsbeispiele

Implementierte Überwachungen reichen von einfachen Regeln bis hin zu sehr komplexen Algorithmen, die in der Anwendung jedoch «einfach» bleiben. Sehr intuitiv lässt sich beispielsweise eine Pumpe überwachen, indem die Schaltvorgänge analysiert werden (Fig. 4). Bei zu grossen Abweichungen (vom Erfahrungswert oder von einer parallel geschalteten Pumpe) kann Alarm

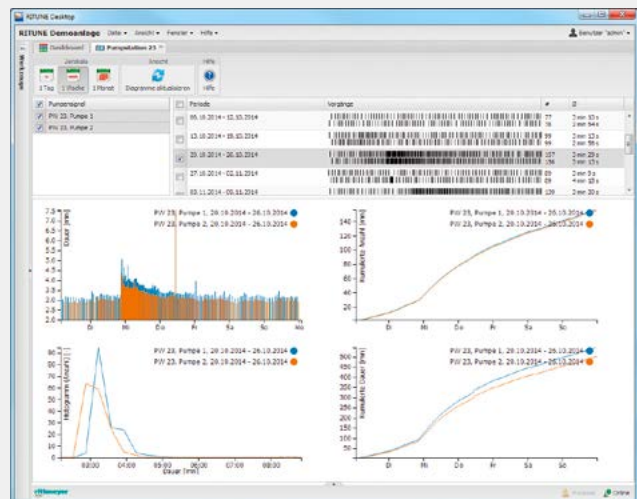


Fig. 4 Die Pumpenüberwachung untersucht selbstständig Schaltzyklen auf Abweichungen und löst bei Bedarf Alarm aus. Eine intuitive, visuelle Aufbereitung der Signale vereinfacht die anschliessende Fehlerdiagnose. Hier erkennbar ist, dass Pumpe 1 (blau) systematisch länger pumpt als Pumpe 2 (orange), was auf Verschleisschäden oder Verstopfung hindeuten kann

La surveillance des pompes analyse de façon autonome les cycles de commutation pour détecter les éventuels écarts et déclenche une alarme en cas de besoin. Un traitement intuitif et visuel des signaux simplifie le diagnostic de panne ultérieure. On constate que la pompe 1 (bleue) pompe systématiquement plus longtemps que la pompe 2 (orange), ce qui peut être lié à des dommages d'usure ou d'obstruction

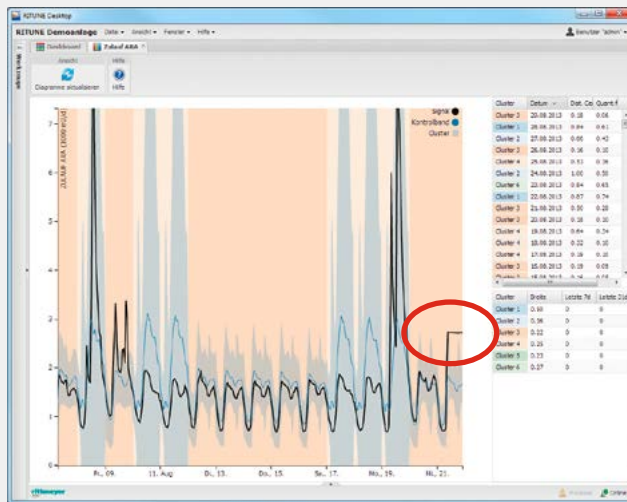


Fig. 5 Anwendung der Cluster-Methode zur Erkennung atypischer Muster. Hier wird überwacht, ob sich der Messwert innerhalb einer erwarteten Bandbreite befindet. Sollte der Messwert (schwarz) während längerer Zeit ausserhalb der Bandbreite (grülich) liegen, kann Alarm ausgelöst werden (vgl. rote Ellipse). Diese Methode ist spezifischer als die Definition statischer Min.-Max.-Grenzwerte
Application de la méthode Cluster pour reconnaître les modèles atypiques. On surveille que la valeur de mesure se situe bien dans la fourchette attendue. Si la valeur de mesure (en noir) se trouve en dehors de la fourchette (grisâtre) durant un temps prolongé, une alarme peut être déclenchée (cf. ellipse rouge). Cette méthode est plus spécifique que la définition de valeurs de mesure min./max. statiques



Fig. 6 Optimierung der Fällmitteldosierung auf der Kläranlage Altenrhein (Einsatz seit 1. Juli 2014). Die Gesamtkosten für Fällmittel konnten ohne negative Auswirkungen auf die Ablaufqualität um 30% gesenkt werden
Optimisation du dosage de précipité à la station d'épuration d'Altenrhein (utilisation depuis le 1^{er} juillet 2014). Les coûts totaux pour le précipité ont pu être réduits de 30%, sans répercussions négatives sur la qualité de l'effluent

ausgelöst werden. **Figur 5** zeigt die Überwachung eines Zulaufsignals mittels Clusteranalyse.

SMARTE OPTIMIERUNGS SOFTWARE

Das Ziel jedes Betreibers ist es, die Kläranlage möglichst ressourcenschonend und unter sicherer Einhaltung der geforder-

ten Ablaufwerte zu führen. Dabei beschäftigen ihn Fragen wie «Kann der Sauerstoffsollwert im Belüftungsbecken reduziert und so Energie für den Luftertrag gespart werden?», «Wie viel Fällmittel soll für die Phosphatfällung dosiert werden?» oder «Können die Spülvorgänge des Filters optimiert werden?». Die zur Beantwortung der Fragen notwendigen Informationen können dank Data-Mining-Methoden und datenbasierten Modellierungstechniken aus den historischen und aktuellen Messdaten gewonnen werden.

Methoden

Smarte Optimierungssoftware erlaubt die Simulation von Szenarien und die Ableitung von Optimierungsmassnahmen auf Basis vorhandener Daten in Kombination mit Modellen. Aufgrund von Szenarien kann der Betrieb bei der Wahl der optimalen Betriebsweise unterstützt werden. Gebräuchliche Methoden für Optimierungen umfassen mechanistische (Belebtschlamm-) Modelle, neuronale Netze, selbstorganisierende Karten, Clustering und Regression. Ihnen allen gemein ist, dass sie «Was wäre wenn...?»-Fragen beantworten, ohne dass der Betrieb sämtliche Fälle und Fehleinstellungen auf dem Weg zum Optimum selbst ausprobieren und etwaige negative Effekte in Kauf nehmen muss.

Nutzen der Optimierungsalgorithmen

Die Smarte Optimierungssoftware dient der Reduktion des Energieverbrauchs, von Betriebsmitteln und weiteren kostenrelevanten Faktoren unter sicherer Einhaltung der Ablaufbedingungen.

Anwendungsbeispiel

Auf der Kläranlage Altenrhein findet eine Dreipunkt-fällung aus Vor-, Simultan-, und Nachfällung statt. Verfahrensbedingt muss auf dieser Anlage für die Nachfällung ein Fällmittel eingesetzt werden, das viel teurer ist als die für die Vor- und Simultanfällung eingesetzten Mittel. Mit Methoden künstlicher Intelligenz (insbesondere selbstorganisierende Karten) kann basierend auf den Daten die Auswirkung einer veränderten Fällmitteldosierung prognostiziert werden. Das Modell bestimmt die notwendige Dosiermenge für jede Fällungsstufe, sodass ein gewünschter Ablaufwert zuverlässig eingehalten wird und gleichzeitig die Kosten für die Fällung minimiert werden. In **Figur 6** ist die Übersichtsmaske des Fällmitteloptimierungsmoduls von RITUNE gezeigt. Der Fällmitteleinsatz in der Nachfällung konnte durch eine optimierte Dosierung ohne negative Auswirkungen auf die Ablaufqualität auf einen Drittel reduziert werden, die Gesamtkosten für Fällmittel sanken um 30%.

FAZIT UND AUSBLICK

Der Technologiewandel und die steigenden Ansprüche im Sektor der Abwasserreinigung erfordern einen neuen Umgang mit den permanent gewonnenen Daten. Das heutige Datenmanagement auf Kläranlagen schöpft das Potenzial des vorhandenen Datenreichtums selten aus, obwohl Methoden für eine sinnvolle Datennutzung und einfach zu bedienende Software-Pakete verfügbar sind.

Wie im letzten Abschnitt dargelegt, ermöglichen neue Software-Produkte innovative Ansätze für einen besseren Anlagenbetrieb. Der Erscheinungszeitpunkt solcher Software-Pakete mit datenbasierten Methoden zur Visualisierung, Überwachung

und Optimierung von Abwasserreinigungsprozessen ist nicht zufällig, sondern erfolgt parallel zu den wachsenden Anforderungen an Kläranlagen. Damit diese Methoden auch künftig den Puls der Zeit treffen und neue Herausforderungen meistern können, ist folgenden Aspekten Beachtung zu schenken:

Förderung des Erfahrungsaustauschs und zentralisierte Überwachung

Um eine ganzheitliche Überwachung und einen ganzheitlichen Betrieb des urbanen Wasserkreislaufes zu ermöglichen, ist es wichtig, Spezialisten unterschiedlicher (Fach-)Gebiete zusammenzubringen. Der Know-how-Austausch kann zu einem besseren Verständnis des gesamten Systems führen, was wiederum eine gezielte und zeitnahe Reaktion auf anspruchsvolle Systembedingungen ermöglicht. Dabei bringen sich die einzelnen Experten mit ihrer Erfahrung und ihrem Fachwissen bezüglich eines im Abwasserreinigungsprozesses als kritisch erachteten Vorgangs ein, während unproblematische Prozesse ohne direkte menschliche Überwachung sich selbst überlassen werden können. Dieser Ansatz stellt sicher, dass menschliches Fachwissen genau da eingesetzt wird, wo es gebraucht wird. Die entscheidende Grundlage für Diskussionen und Überwachungen ist eine gute Datenanbindung und -integration.

Weiterentwicklung der Werkzeuge

Die Entwicklung allgemeingültiger Werkzeuge ist noch am Anfang, da sich die Erwartungen von Anlage zu Anlage und von Betreiber zu Betreiber stark un-

terscheiden können. Gleichzeitig soll mit diesen selbsterklärenden Visualisierungen ein wirksamer Vergleich mit anderen Kläranlagen ermöglicht werden, um die Erkennung wichtiger Verbindungen und Trends zu erleichtern.

Unterstützung in der Datenanalyse

Zahlreiche fortschrittliche Datenanalyse-Werkzeuge bieten Möglichkeiten, wertvolle Informationen über eine Kläranlage und den übergeordneten Kreislauf aus den Daten zu extrahieren. Die oftmals hohe Komplexität dieser Werkzeuge ist jedoch ein Hindernis auf dem Weg zur Akzeptanz in der Praxis. Um dem entgegenzuwirken, sollten Kläranlagebetreiber von Experten im Bereich der Datenanalyse betreut werden. Mit Vorteil profitieren die Betreiber von einer direkten Betreuung durch die Software-Hersteller, sodass mit steigendem Vertrauen in das Tool für Überwachung und Optimierung durch den Betrieb das volle Potenzial der Software ausgeschöpft werden kann.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Dürrenmatt, D. (2012): *Data Mining für den Kläranlagenbetrieb*, Aqua & Gas no. 10, 54–60
- [2] Dürrenmatt, D. J.; Gujer, W. (2012): *Data-driven modeling approaches to support wastewater treatment plant operation*. *Environmental Modelling and Software* 30, 47–56
- [3] Siegrist, H. (2003): *Mikroverunreinigungen – Abwasserentsorgung vor neuen Anforderungen?* *Eawag News* 57, Sept. 2003
- [4] Thürlimann, C.M.; Dürrenmatt, D.J.; Villez, K. (2015): *Energy and process data processing and visualisation for optimising wastewater treatment plants*, *Water Practice & Technology* 10, no 1

DANK

Die Autoren bedanken sich bei den folgenden Projektpartnern sowie -mitarbeitern: Roger Müller von der ARA Hard in Winterthur, Bruno Stadler und Rolf Rinderknecht von der ARA Pfungen, Christian Thürlimann, Eberhard Morgenroth und Hansruedi Siegrist von der Eawag und Lorenz Grunder von der Rittmeyer AG.

Das Projekt (KTI-Projekt Nr. 14351.1 PFIW-IW) wurde ermöglicht durch die Unterstützung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Eidgenössischen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF).

> SUITE DU RÉSUMÉ

eaux usées requièrent donc une nouvelle gestion des données recueillies en permanence. Les méthodes existant à ce jour, à orientation surtout académique, ont été souvent mal accueillies dans le secteur des stations d'épuration en raison d'une transparence insuffisante et d'un caractère peu intuitif. Grâce à de nouveaux logiciels spécialement adaptés aux besoins des chefs d'exploitation, il sera désormais possible de comprendre plus facilement et plus rapidement les déroulements des processus d'une station, de les contrôler et de les optimiser de manière globale.