

Netzoptimierung und Gewässerschutz durch dynamische Kanalnetzsteuerung. Beispiel einer praktischen Umsetzung.

Kilian Hesse¹, Benjamin Mischler¹, Gabriele Heyde¹, Hubert Allemann², Michael Burkhardt³

¹STEBATEC AG, Brugg CH

²VKA Verband für Kanalisation Nidau/Biel

³HSR Hochschule für Technik, Rapperswil CH

Mischwasserentlastungen stellen heute eine starke Puls-Belastung für die Vorfluter dar, die insbesondere in kleinen Vorfluter grosse nachteilige Folgen für die Gewässerökologie und die hydraulische Auslastung zeigen. In Teilen Europas gilt deshalb bereits als anerkannter Lösungsweg, die ungleich anfallenden Niederschlagsmengen aus Einzugsgebieten in Kanalnetzen dynamisch zu steuern, um damit technische Netzkomponenten hydraulisch und die Gewässer nicht stofflich zu überlasten. Die Weiterleitmengen an den neuralgischen Stellen sind dafür dynamisch, bezogen auf die anfallenden Wassermengen und Schmutzbelastung, zu regeln. Jede Investition in den Ausbau von Rückhaltebauwerken sollte mit der Optimierung des bestehenden Netzes ökonomisch verglichen werden. Trotz intelligenter und bezahlbarer technischer Möglichkeiten, die heute geboten werden (Wasserwirtschaft 4.0), und mehreren Vorzeigeprojekten, wo integrale Kanalnetzsteuerungen erfolgreich installiert wurden, sind die Systeme noch selten in Nutzung.

Was sind die Gründe? Viele Kanalnetzbetreiber haben aus unterschiedlichen Gründen Vorbehalte, eine integrale Kanalnetzsteuerung zu realisieren. Eine Vielzahl an komplexen Zusammenhängen müssen mittels Regeln und Mathematik beherrscht werden. Ohne geeignete Hilfsmittel ist es sehr schwierig, während des Kanalnetzbetriebs in den Regeln und der Formelvielfalt die Übersicht zu behalten. Die Betreiber erwarten, dass aus Haftungsgründen 100%ige Kontrolle über die Kanalnetzsteuerung vorliegt. Jeder Schrittschritt muss aufgrund festgelegter Kriterien erfolgen, nachvollziehbar sein und dokumentiert werden. Befürchtungen bestehen, die Kontrolle über das Kanalnetz einer intransparenten Steuerung abgeben zu müssen. Zwar wird das Optimierungspotenzial bei den meisten statisch gesteuerten Kanalnetzen anerkannt, jedoch wird bei Fehlsteuerung noch grösserer Schaden angerichtet werden. Rückfallkonzepte bei Systemausfall werden oft vernachlässigt umgesetzt, bzw. es gibt noch zu wenige industrietaugliche Strategien, obwohl genau diese die notwendige Sicherheit und das notwendige Vertrauen für den Betrieb schaffen würden. Einfach zugängliche Analysetools, welche Funktion und Wirkungsgrad von Kanalnetzen grafisch aufzeigen, könnten Abhilfe schaffen. Eine regelmässige Erfolgskontrolle ist dabei elementarer Bestandteil für einen gewissenhaften Kanalnetzbetrieb. Unzureichende Abflussmessungen oder Drosseln, die nicht zur Regulierung unterschiedlicher Abflüsse geeignet sind, sind weit verbreitet im Einsatz. Kanalnetzbetreiber, die sich dessen bewusst sind, befürchten, dass unter diesen Umständen eine zuverlässige Kanalnetzsteuerung nur beschränkt möglich ist.

Im Rahmen eines öffentlich geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekts INKA wurde im Einzugsgebiet der Kläranlage Biel/Schweiz eine integrale Kanalnetzsteuerung realisiert. Während des Projekts wurden zu den oben genannten Betreibersorgen verschiedene Lösungswege erarbeitet und umgesetzt. Folgende Merkmale und praktischen Erfahrungen, die sich besonders von anderen Werkzeugen abheben und bewährt haben, sind beispielhaft besonders hervorgehoben:

- Verwaltung von Regeln und Formeln: Die Verwaltung von Parametern, Prioritäten und Informationen wurden in eine grafische Oberfläche integriert, welche vom Benutzer mittels Toolbar intuitiv selbst aufgebaut werden kann. In mehrere Bedienebenen werden Informationen unterschiedlicher Brisanz wie Fliesszeiten, Durchflusskapazitäten, Entlastungsprioritäten und Steuerbefehle etc. eingetragen.
- Rückfallkonzept: In standardisierte Softwarebausteinen und Kommunikationsmasken werden Informationen, Befehle und Lebenszeichen ausgetauscht. Für den Fall, dass eine Seite/ein Bauwerk nicht mehr erreichbar sein sollte, werden jeweils bereits im Vorfeld auch sichere Rückfallwerte definiert.
- Bauwerksparametrisierung, welche es dem Benutzer z.B. ermöglicht, den Regelbereich einzugrenzen und mit einer restriktiven Strategie Regelversuche abweichen von der statischen Einstellung zu machen. Als ideal haben sich dabei der Einbau und Betrieb pneumatisch angetriebener Regelorgane mit sehr kurzen Stellwegen, welche mit zuverlässigen Durchflussmessungen, ggf. auch Messsonden zur Qualität (Leitfähigkeit, CSB-online etc.) kombiniert werden.

- Grafische Darstellungen und Live-Reporting: Möglichkeit zur grafischen Darstellung von Niederschlagsintensität, Füllständen, Überläufen und Abflussmengen (Abb. 1). Die automatische Klartext-Auflistung erfüllter Kriterien, getätigter Regelschritte und auch Änderungen der Parametrisierung dient der sauberen Dokumentation und Nachvollziehbarkeit.

Die Auswertung und Analyse von Simulationen und realen Messdaten vor der Inbetriebnahme der Regelung und nach der Inbetriebnahme sind wesentliches Kernelement des vorgesehenen Tagungsbeitrags. Mit der Erfolgskontrolle werden die Vorzüge einer dynamischen Regelung von Kanalnetzen für den Betreiber und den Gewässerschutz nachvollziehbar dokumentiert.



Abbildung 1: Be- und Entlastungsmengen beim Betrieb unterschiedlicher Bauwerkskomponenten im Netz Biel. Im zeitlichen Verlauf kann von unten nach oben der Füllstand abgelesen werden (blau tief, rot hoch, braun Überlauf). Zu erkennen ist, dass Speichervolumen bereits verbraucht wurde, während die Kläranlage noch nicht zu 100% hydraulisch ausgelastet war. Respektive, dass durch eine dynamische Anpassung der Weiterleitmengen die Überläufe hätten verhindert werden können.

Abbildung 2 rechts: Die Benutzeroberfläche der Software INKA ermöglicht die Eingabe der wesentlichen Informationen, welche der hinterlegte Algorithmus zur Berechnung der optimalen Weiterleitmengen benötigt. Die Beckengeometrie wird automatisch visualisiert und damit eine umgehende Verifizierung der eingegebenen Informationen ermöglicht.

Konfiguration

Datenanbindung:
Simulation Testanlage 2

min. Abfluss: 0 l/s
max. Abfluss: 20 l/s
Festwert Abfluss: 11.2 l/s
Festwert anstelle Regelung: ☐
mittlere Fließzeit zur ARA: 0 min
Entlastungspriorität: -1 %

Beckengeometrie:
Höhe (m) Fläche (m²)

| | |
|-----|----|
| 0 | 2 |
| 0.5 | 2 |
| 0.6 | 25 |
| 5 | 25 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |
| -1 | -1 |

Vorschau

Höhe Überfallkante: 4 m
Länge Überfallkante: -1 m
Beiwert: -1
Proportionalregelverstärkung (Kp): 0.2

Übernehmen

Ein ausdrücklicher Dank gilt der Arbeitsgruppe INKA und den beteiligten Organisationen: Jörg Rieckermann, EAWAG; Markus Gresch, Hunziker Betatech; Thomas Christmann, Abwasserverband Olten; Frank Lükewille, Abwasserverband Altenrhein; Martina Hofer, Unimon GmbH