

## Validierung von online Daten mit einem inversen Abflussmodell

Rauch W.<sup>1\*</sup> und Kinzel H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck, Österreich

<sup>2</sup>hydro-IT GmbH, 6020 Innsbruck, Österreich

\*Email des korrespondierenden Autors: Wolfgang.Rauch@uibk.ac.at

### 1 EINLEITUNG

In Entwässerungsverbänden werden Abwassergebühren (Kosten) für die einzelnen Gemeinden meist auf Basis von festgelegten Einwohnergleichwerten verteilt. Dies berücksichtigt jedoch in keiner Weise die realen Verhältnisse (z.B. unterschiedlicher Anfall von Fremdwasser) oder die Dynamik des Abflussgeschehens. In einer Verbandsanlage in Tirol wird derzeit eine innovative Abrechnungsmethodik von Abwassergebühren auf Basis von hydraulischen Durchflussmessungen entwickelt. Die Methodik soll softwaretechnisch automatisch implementiert sein, d.h. alle erforderlichen Daten werden automatisch aus dem SCADA System ausgelesen, aufbereitet und hinsichtlich der Abrechnung bearbeitet. Zudem soll aus den hydraulischen Daten ein Warnsystem hinsichtlich Betriebsstörungen entwickelt werden.

Zum Zweck der Abrechnung werden die Zuflüsse einzelner Gemeinden mittels IDM Messgeräten bzw. Venturi-Gerinne hydraulisch erfasst. Dabei sind die Messgeräte so angeordnet, dass jede Verbandsgemeinde hinsichtlich Ihrer Wasserfracht eindeutig erfasst werden kann.

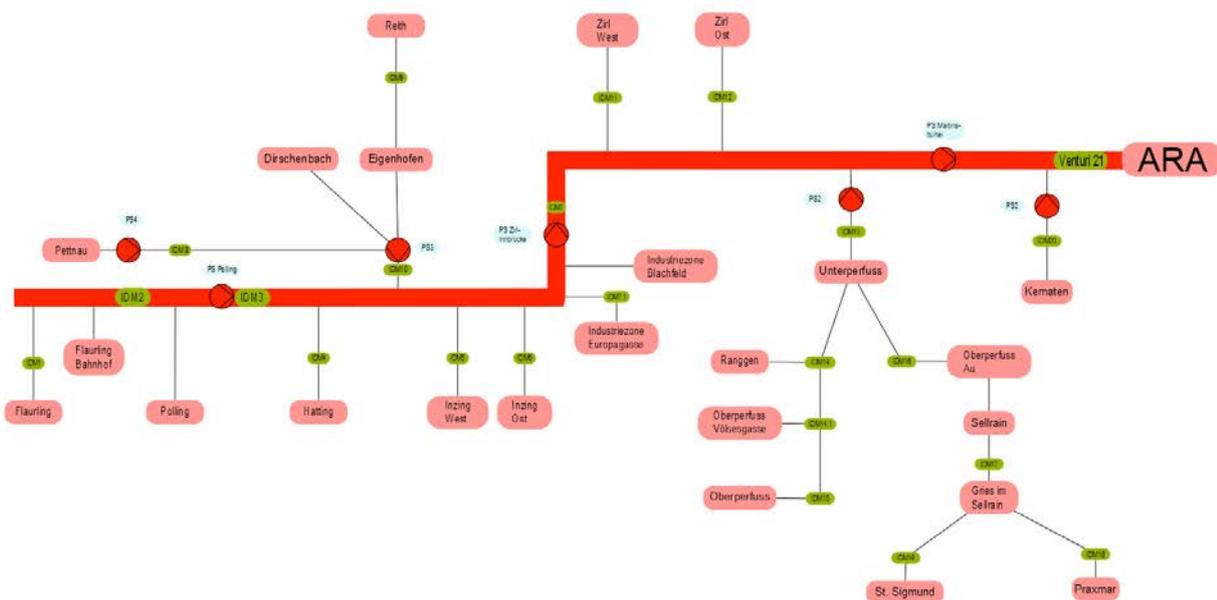


Abb. 1: Hydraulisches Schema der Verbandsanlage

Das Entwässerungssystem besteht sowohl aus Misch- als auch aus Trennsysteme-

men. Die Messeinrichtungen in Mischsystemen sind durchwegs nach den Mischwasserüberläufen angeordnet, sodass also nur Trockenwetter und der Regenwasserabfluss zur Kläranlage gemessen werden, nicht jedoch das entlastete Mischwasser. Um die Regenwassermengen zu identifizieren sowie Messfehler und Ungenauigkeiten zu berücksichtigen, wird hier eine neue Methodik zur online Datenvalidierung vorgestellt.

## 2 METHODEN

Die Wichtigkeit der Datenprüfung ist in vielen Fachgebieten seit den 1970er Jahren anerkannt und implementiert (siehe z.B. Venkatasubramanian et al., 2003). Eine ausführliche Übersicht über Methoden für Durchfluss- und Wasserstandsmessungen in der Siedlungswasserwirtschaft wird im DWA Merkblatt

181 gegeben (DWA, 2011). Im gegenständlichen Fall sind die folgenden 3 Basis Test Methoden (siehe auch Branisavljevic et al., 2011) sinnvoll: Nulltest (Lücke), Flat Line Test (Konstanz) und Minimum-Maximum Test (Wert in physikalischer Bandbreiten). Diese 3 Testmethoden sind vor allem dafür geeignet grobe Fehler in den Messdaten zu detektieren.

Zusätzlich sind hier aber die hydraulischen Abflussdaten zu validieren, etwaige Messfehler laufend zu rekonstruieren sowie Warnungen auszugeben. Diese Aufgabe kann entweder mit statistischen Methoden (Regression, multivariate Statistik, etc.) - auch in Kombination mit selbstlernenden Algorithmen - erfüllt werden oder mittels physikalischer Modelle des Systems. In physikalischen Modellen werden die Abflussdaten meist laufend mit einem online Modell verglichen (wobei das Modell sinnvollerweise kontinuierlich adaptiert wird). Der Nachteil von physikalischen Modellen ist die aufwendige Kalibrierung sowie die Notwendigkeit von Neukalibrierungen bei Änderungen im System. Um dies zu vermeiden wurde hier ein völlig anderer Ansatz gewählt nämlich ein inverses NA Modell.

Ein sehr vereinfachtes dynamisches NA - Modell einer einzelnen Einzugsfläche (für Mischsysteme nach der Entlastung) kann wie folgt lauten (Abb. 2):

$$Q_t = (D - T_t) \cdot r_t + T_t$$

mit  $Q$  = Abfluss in  $m^3/s$ ,  $D$  = maximale Drosselwassermenge in  $m^3/s$ ,  $T$  = Trockenwetterabfluss in  $m^3/s$  und  $r$  = relative Regenintensität (0-1). Obiges Modell ist korrekt unter der Annahme, dass der Parameter  $r$  alle auftretenden dynamischen Effekte des Niederschlagabflusses abbildet, wie Abflussbildung, Abflusskonzentration, Regenentlastung, Speichereffekte und potentiell auch die Unschärfe der Drosselleinrichtung. Mit einigen Adaptionen kann dieses Modell für ein Entwässerungssystem auch allgemein formuliert werden.

Ein derartiges Modell ist für die Abflussprognose natürlich nur beschränkt sinnvoll, da der Wert  $r$  bzw. dessen dynamische Verhalten nicht bekannt ist und auch nicht gemessen werden kann. Hier ist aber nicht die Abflussprognose von Bedeutung, sondern die Validierung der Abflussdaten. D.h. die Abflussdaten sind bekannt und deren Gültigkeit soll überprüft werden. Nimmt man nun an, dass der Trockenwetterabfluss  $T$  in seiner (mittleren) Dynamik bekannt ist (d.h. ohne Störfälle) dann lässt sich aus der inversen Schreibweise des NA Modells die jeweilige relative Regenintensität  $r_{t,n}$  berechnen. Obwohl der  $r$ -Wert per se keine physikalische Relevanz aufweist, lassen sich aus dem Verlauf des Wertes indirekt wertvolle Informationen gewinnen:

Der theoretische Rechenwert von  $r_{t,n}$  muss zwischen 0-1 liegen. Abweichungen deuten auf einen Störfall oder Messfehler.

- Wenn alle  $r_{t,n} \ll 1$  dann herrscht Trockenwetter.

- Wenn nur in einem Teileinzugsgebiet die relative Regenintensität  $r_{t,n}$  über einen längeren Zeitraum  $> 0$  ist, ist eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen Störfall gegeben.
- Schnelle Variationen von  $r_{t,n}$  können verschiedene Ursachen, wie z.B. Pumpbetrieb, Starkniederschläge aber auch Störfälle. Dies kann potentiell aus dem Verhalten identifiziert werden.
- In einem Trennsystem sind die grundsätzlichen Aussagen gleichermaßen gültig

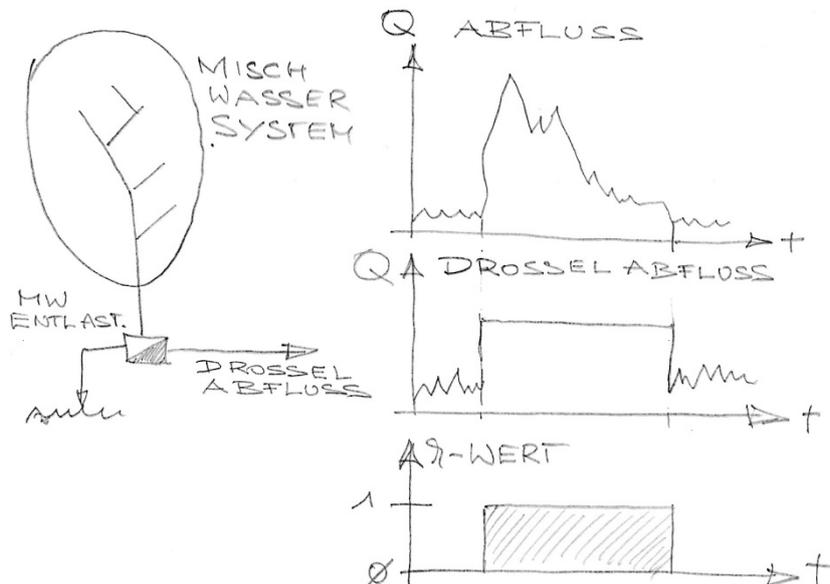


Abb. 2: Sehr vereinfachtes dynamisches NA - Modell einer einzelnen Einzugsfläche (für Mischsysteme nach der Entlastung)

### 3 ERGEBNISSE BZW. DERZEITIGER STAND

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die softwaretechnisch Anbindung an das SCADA System eingerichtet. Die Methodik - wie hier beschrieben - wurde bereits in einem simplen Modell theoretisch getestet. Als nächster Schritt wird ein detaillierter offline Test erfolgen, bei welchem synthetische Abflussdaten mit einem NA Modell generiert werden (inklusive stochastischer Mess- und Störfälle) und die Daten mit o.g. Methodik validiert werden. Das finale Paper wird die Hintergründe der Methodik darlegen, sowie die statistische Evaluierung des offline Tests.

### 4 LITERATUR

- Venkatasubramanian, V., Rengaswamy, R., Yin, K., & Kavuri, S. N. (2003). A review of process fault detection and diagnosis: Part I: Quantitative model-based methods. *Computers & chemical engineering*, 27(3), 293-311.
- Branisavljević, N., Kapelan, Z., & Prodanović, D. (2011). Improved real-time data anomaly detection using context classification. *Journal of Hydroinformatics*, 13(3), 307-323.
- DWA-M 181 (2011): Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, 2011