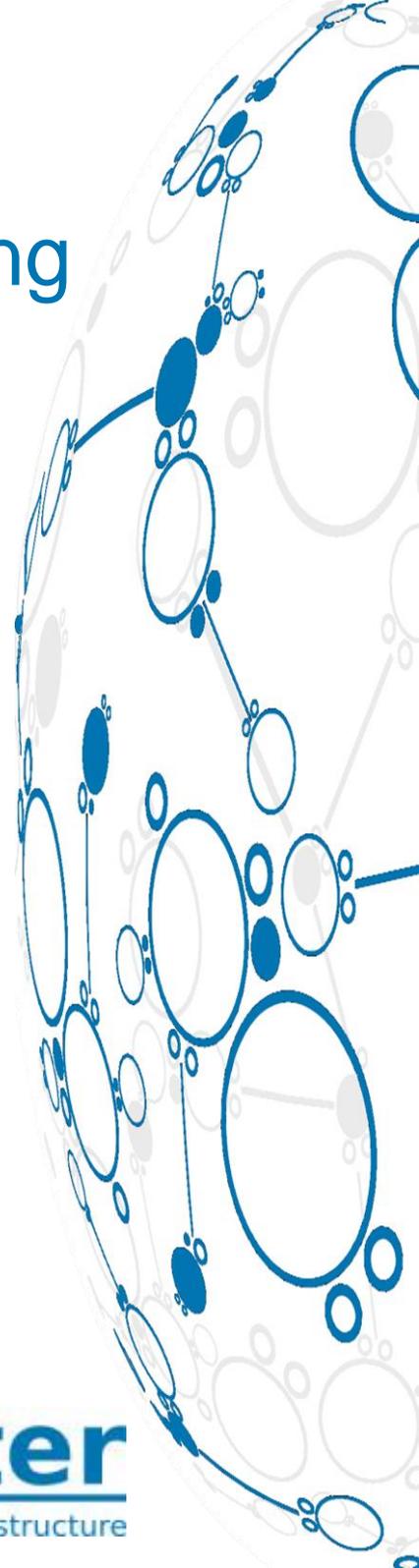


Potenzial der dynamischen Bewirtschaftung in der Planungsphase, Zwischenbericht

Ein Pilotprojekt in Zusammenarbeit mit dem
Wasserwirtschaftsamt in Luxemburg

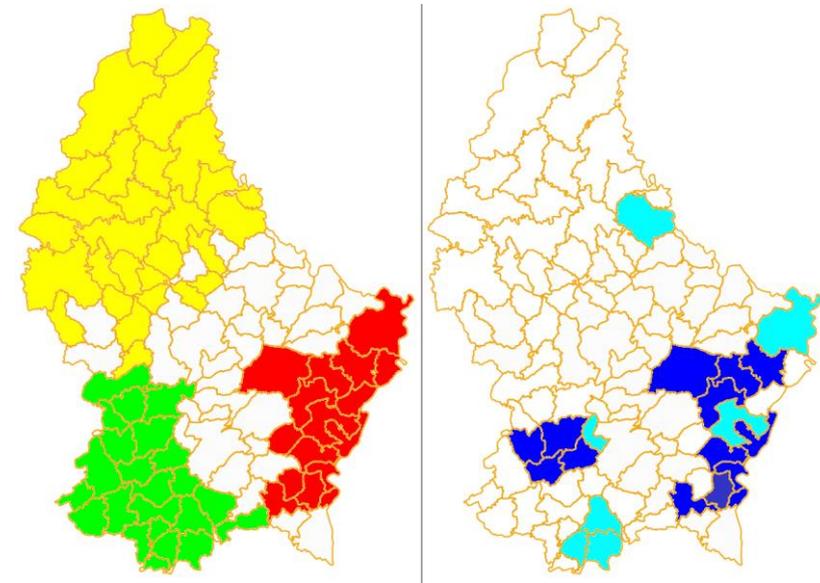
G. Schutz, A. Cornelissen und M. Vivani

2019-09-10



Zur Firma RTC4Water

- Gründung 2014.12
 - Initiative von 3 Forscher
 - Resultat mehrerer Forschungsprojekte
 - Dynamische Bewirtschaftung von Wasser und Abwasser Netzen
 - 5 Mitbarteiter plus Studenten
- Produkt: Global Prädiktiver Regler TM (GPC)
 - GPC ist ein intelligentes Automatisierungs- und Prognosesoftware-System für die On-Line Optimierung von Wasser- und Kanalnetzen.
 - GPC analysiert kontinuierlich die Netzwerkinfrastruktur und stellt SCADA / SPS-Systemen Steuerbefehle zur Verfügung, die die Effizienz eines Netzwerks optimieren - ohne dass der Bediener eingreifen muss.
 - Die GPC ist wie ein „Autopilot“, der schneller und effizienter auf Optimierungs- und Notfall-Situationen reagieren kann als ein menschlicher Bediener.

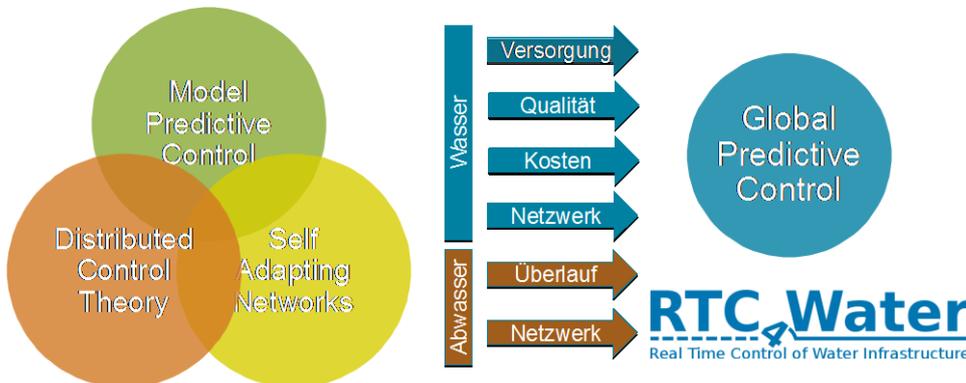
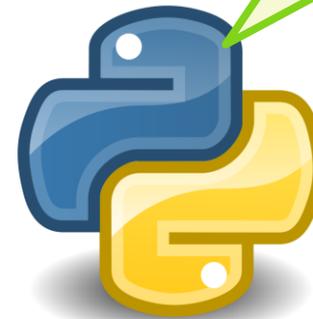
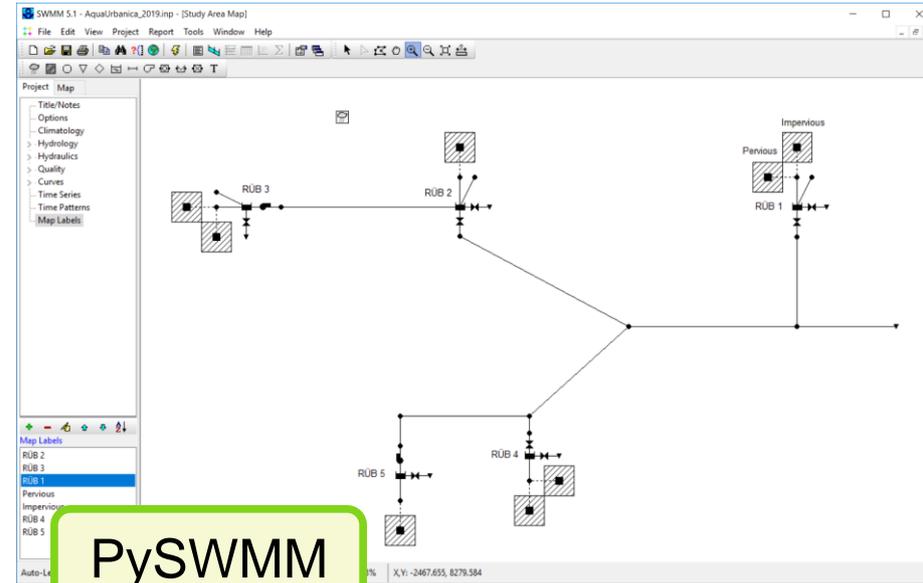


Zu dem Projekt

- Motivation: Pilotinstallation in Betrieb in Luxemburg seit 2012
 - Größte Leistungseinschränkung der Dynamischen Bewirtschaftung ist der klassische Kanaldesign
- Neubau-, Ausbau- oder Erneuerungsprojekte
 - Berücksichtigen der Dynamischen Bewirtschaftung in der Designphase
 - Investitionsverschiebungen im Vergleich zum klassische Kanaldesign, Gesamteffizienz als Ziel
- Klassisch ausgelegtes ruralen Mischwassersystems anpassen
 - Überlauf Volumina und Fracht Reduktion
 - Flexibilisierung bezüglich unscharfer Zukunftsannahmen
 - Reduktion / Verschiebung der Investitionen abhängig von der Umweltpolitik
- Fokus auf die Effizienz der Regenüberlauf Strukturen
 - Simulationsbasierte Infrastrukturoptimierung
 - Basierend auf eine Dynamischen Bewirtschaftung
- Umweltpolitische Zielsetzungen
 - Mit festem Budget die beste Systemeffizienz erzielen
 - Vorgegebene Umweltziele einhalten, Reduktion der Investitionskosten
 - Systemflexibilität erschaffen für Klimawandel oder Bevölkerungsszenarien

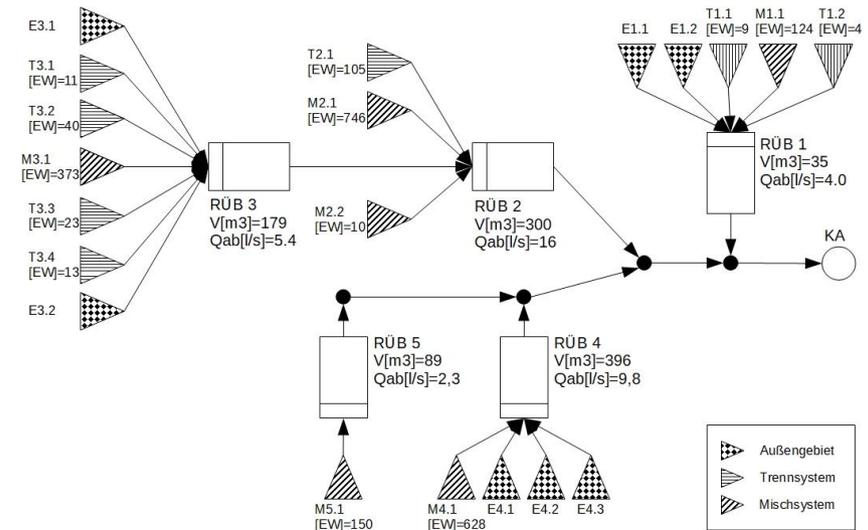
Simulationsumgebung: Optimierung unter Beachtung der Dynamischen Bewirtschaftung

- **Verwendete Tools**
 - SWMM als Virtuelle Realität und Statische Bewirtschaftung (SM)
 - Offizielle Luxemburg Regenreihen (20 Jahre)
 - GPC als Dynamische Bewirtschaftung (DM)
 - Globale Optimierung der Infrastruktur-parameter



Fallstudie: rurales Mischwassersystem

- Klassisches Design (im Vorfeld)
 - ATV-A 128 RP (Rheinlandpfalz Ansatz).
 - Base Model
 - In Luxemburg nicht mehr Umweltzielkonform
 - DWA-A 117
 - KOSIM basierte Schmutzfrachtberechnung
 - Zwei Design Varianten
 - Fokus auf Kläranlagenzufluss
 - Fokus auf Kanalinfrastrukturkosten



Base Model		
Name	Qd [l/s]	Vol [m3]
RÜB 5	1,8	40
RÜB 4	5,1	170
RÜB 3	2,8	97
RÜB 2	7,9	136
RÜB 1	1,3	40
Gesamt	16,1	483

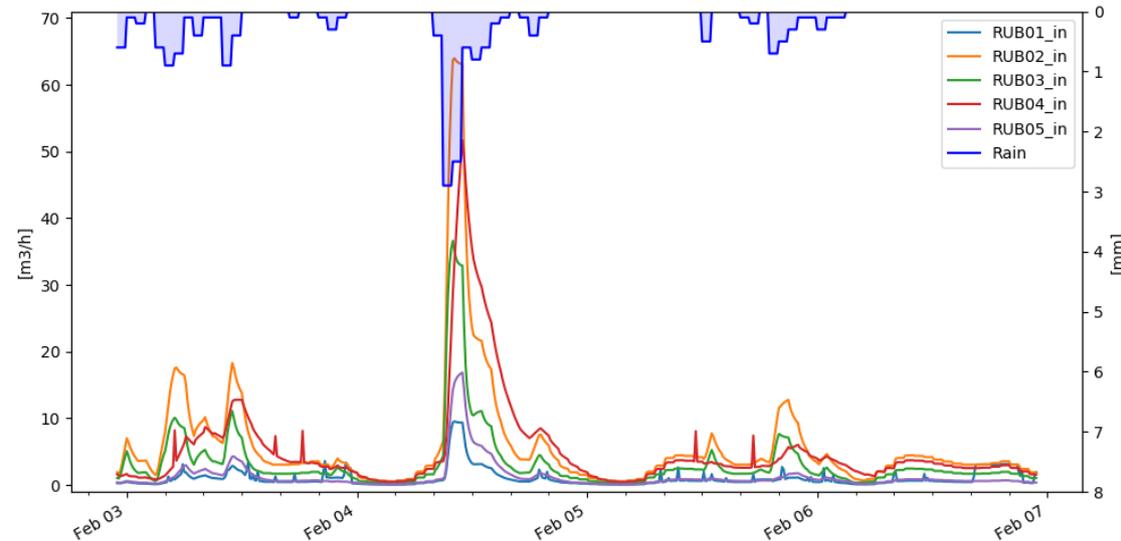
Var 1	
Qd [l/s]	Vol [m3]
1,8	120
7,6	550
5,4	180
15,4	325
1,6	53
26,4	1228

Var 2	
Qd [l/s]	Vol [m3]
2,3	89
9,8	396
5,4	179
16	300
4	35
32,1	999

Dynamischen Bewirtschaftung

erste Resultate / Übersicht

- DM1
 - alle Randbedingungen wie in Var 2 [SM]
- DM2
 - Ri_QMax angepasst mit KA_QMax wie in Var 2
- DM2a
 - Wie DM2 mit Vorfluter Gewichtung
- DM3
 - KA_QMax Zeitbegrenzt erhöht um 2 [l/s] (32=>34 [l/s])

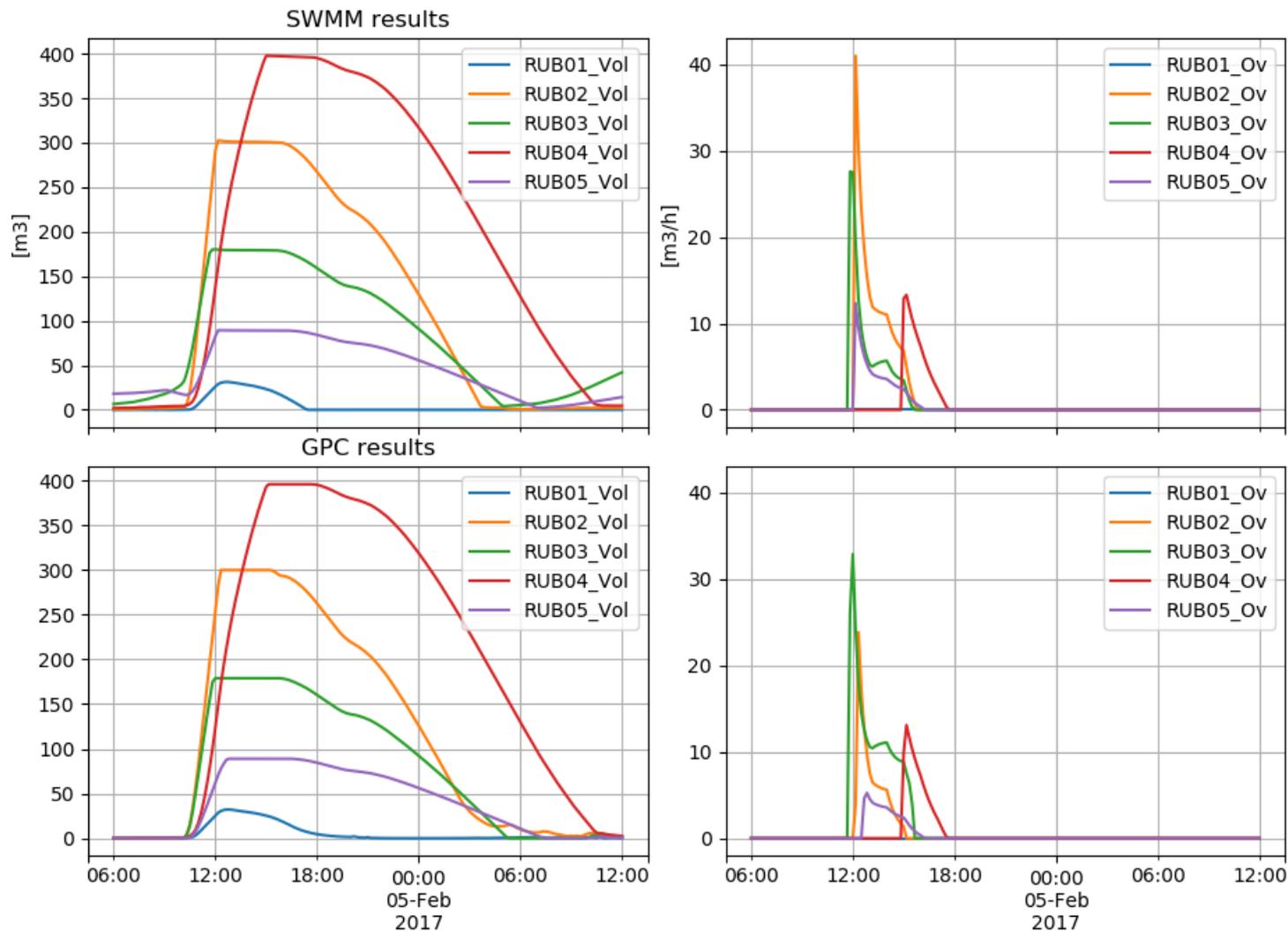


Ref.	Überlaufvolumen mit DBe [m3]						Vergleich zu SBe [m3] bzw %					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref							0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM1	0	126,7	289,2	96,6	60,3	572,7	-	53,00 %	-64,50 %	5,50 %	34,20 %	10,40 %
DM2	46,7	27,1	243,8	109,4	71,3	498,3	inf	89,90 %	-38,70 %	-7,00 %	22,20 %	22,00 %
DM2a	46,4	108,9	109,3	100,2	89	453,7	inf	15,20 %	86,40 %	-5,70 %	5,90 %	21,40 %
DM3	61,3	3,4	254,4	38,9	89	447	inf	98,70 %	-44,70 %	61,90 %	2,80 %	30,00 %

Focus auf das dynamische Verhalten

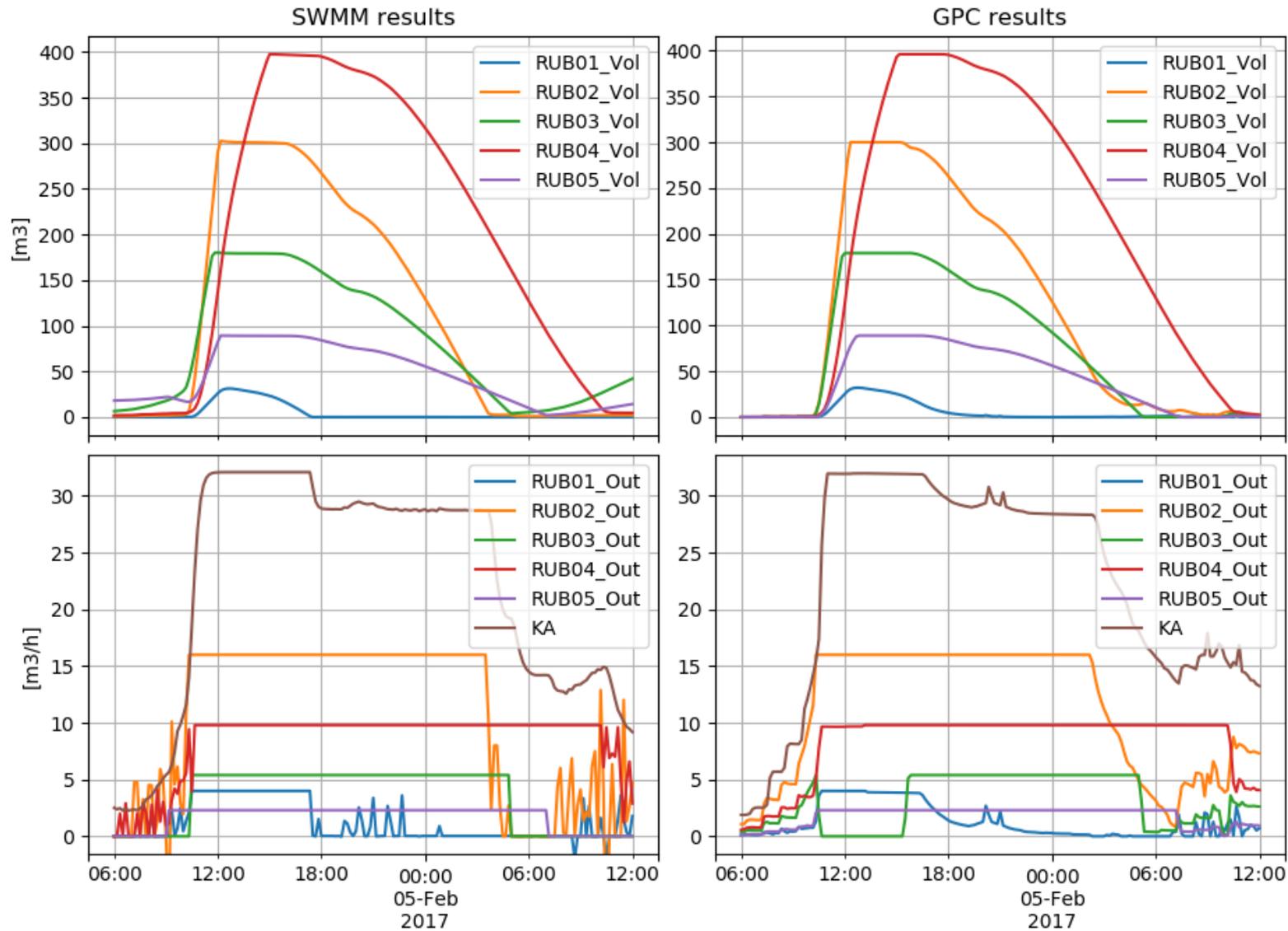
RÜB Füllstand / Überlauf (DM1)

Ref.	Überlaufvolumen mit DBe [m3]						Vergleich zu SBe [m3] bzw %					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref							0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM1	0	126,7	289,2	96,6	60,3	572,7	-	53,00%	-64,50%	5,50%	34,20%	10,40%



Focus auf das dynamische Verhalten

RÜB Füllstand, Ablauf & KA Gesamtzulauf (DM1)



Focus auf das dynamische Verhalten

RÜB Füllstand / Überlauf (DM2)

Qout Anpassung in [l/s]

RUB01: 4.0 => 4.5

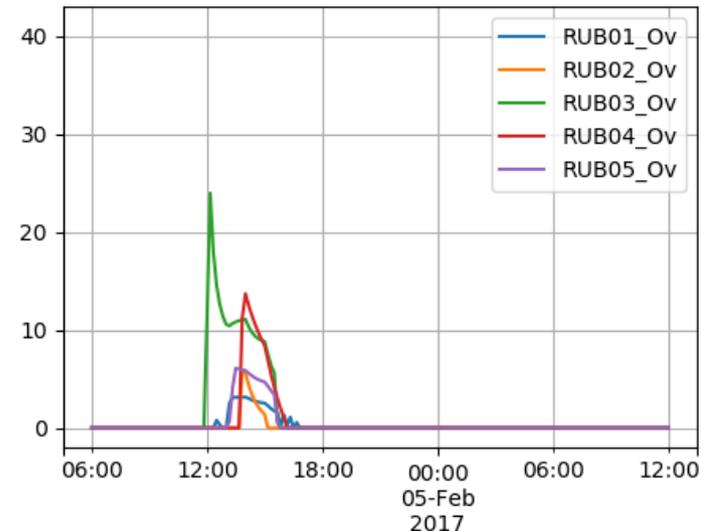
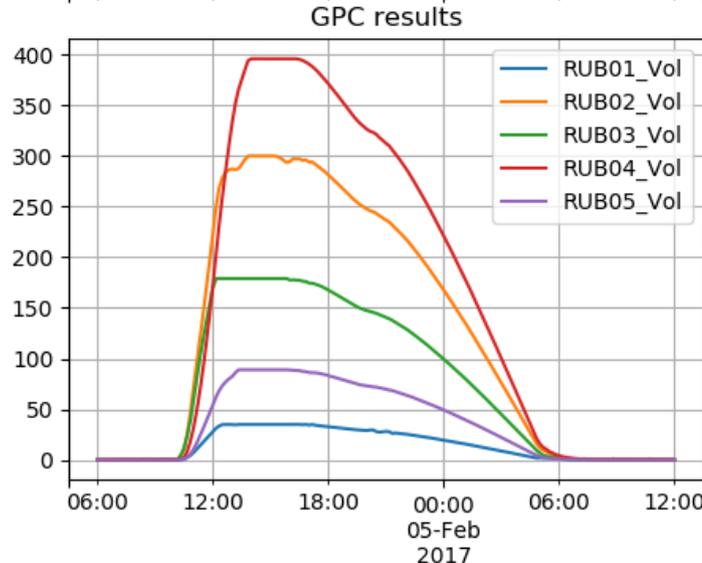
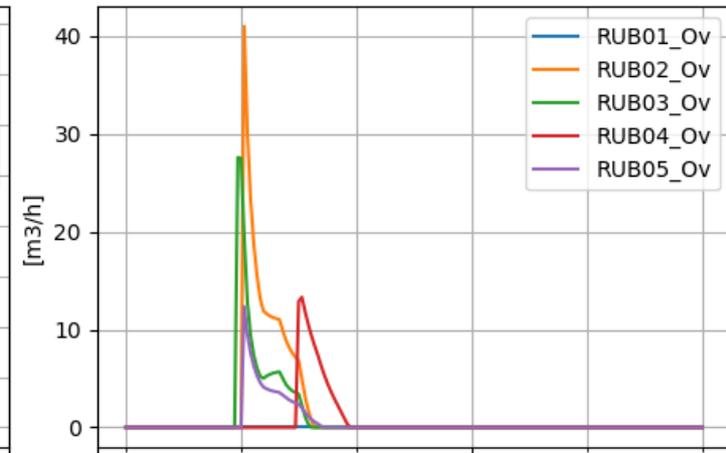
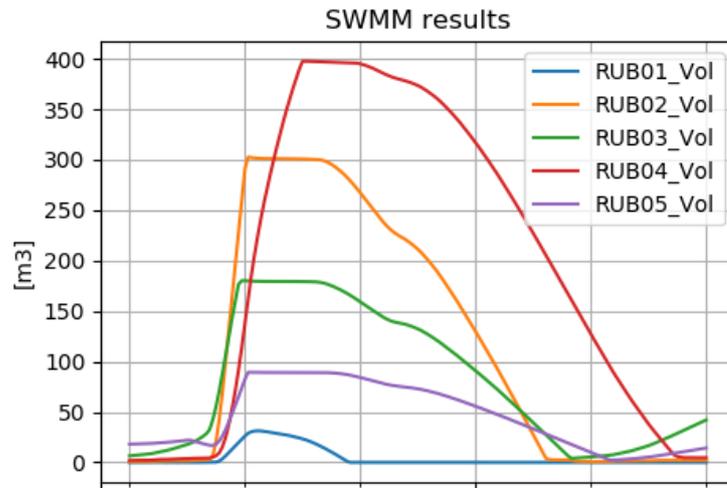
RUB02: 16.0 => 25.0

RUB03: 5.4 => 9.0

RUB04: 9.8 => 17.0

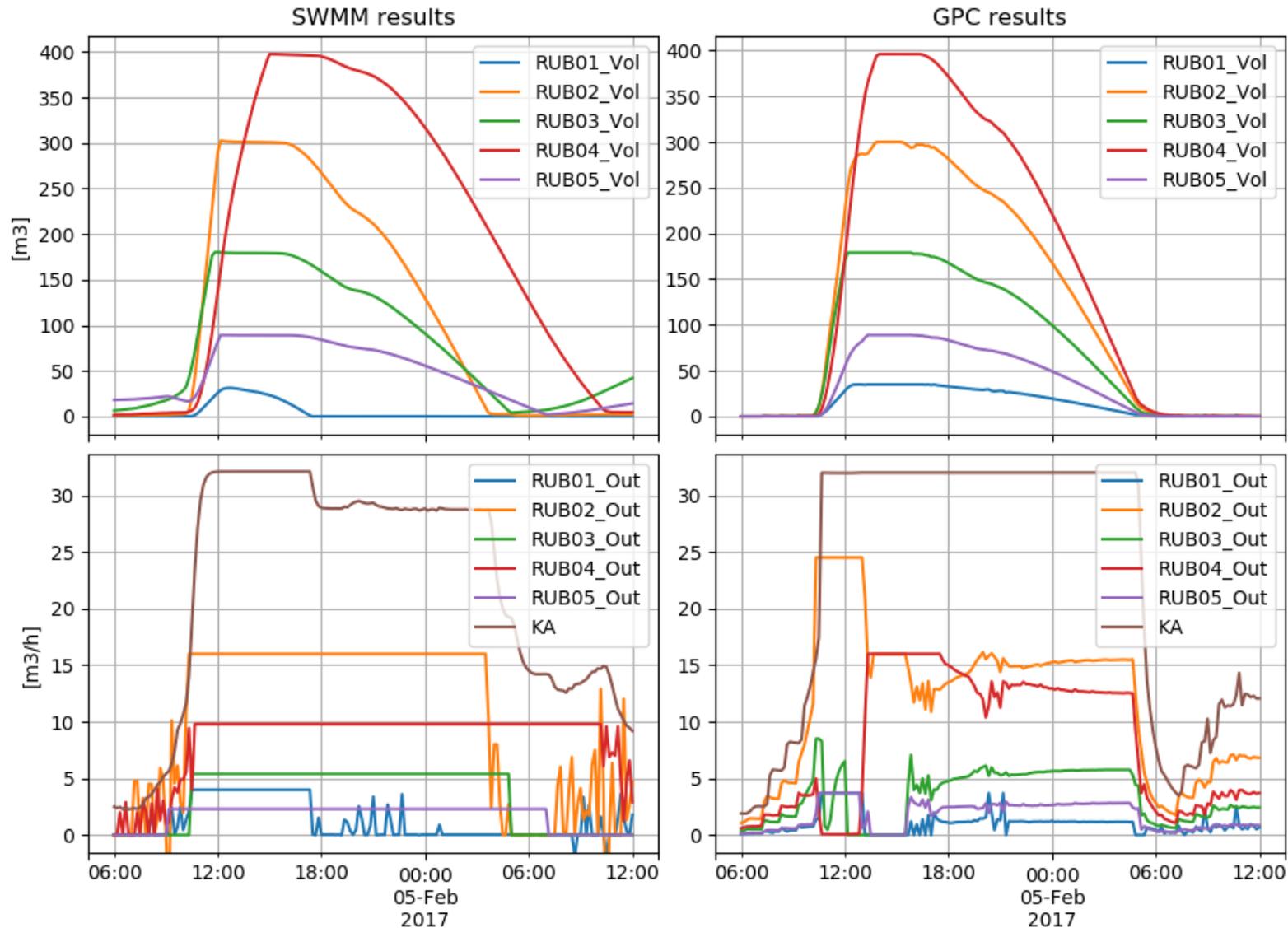
RUB05: 2.3 => 4.0

Ref.	Überlaufvolumen mit DBe [m3]						Vergleich zu SBe [m3] bzw %					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref							0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM2	46,7	27,1	243,8	109,4	71,3	498,3	inf	89,90%	-38,70%	-7,00%	22,20%	22,00%



Focus auf das dynamische Verhalten

RÜB Füllstand, Ablauf & KA Gesamtzulauf (DM2)



Focus auf das dynamische Verhalten

RÜB Füllstand, Ablauf & KA Gesamtzulauf (DM3)

Qout Anpassung in [l/s]

RUB01: 4.0 => 4.5

RUB02: 16.0 => 25.0

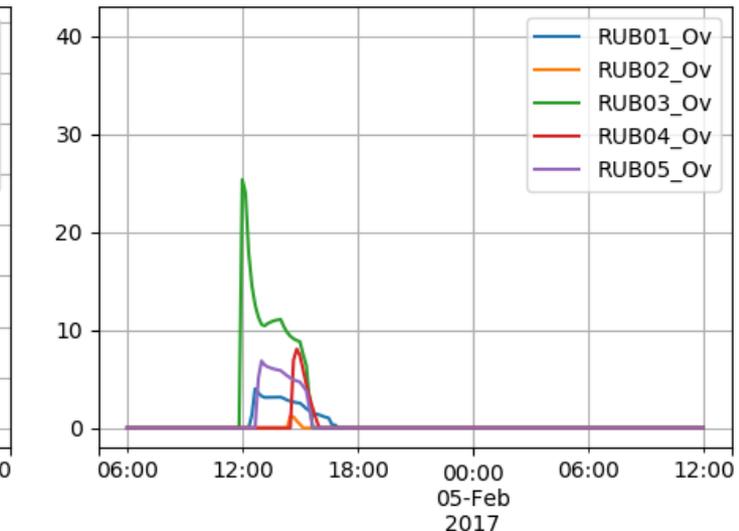
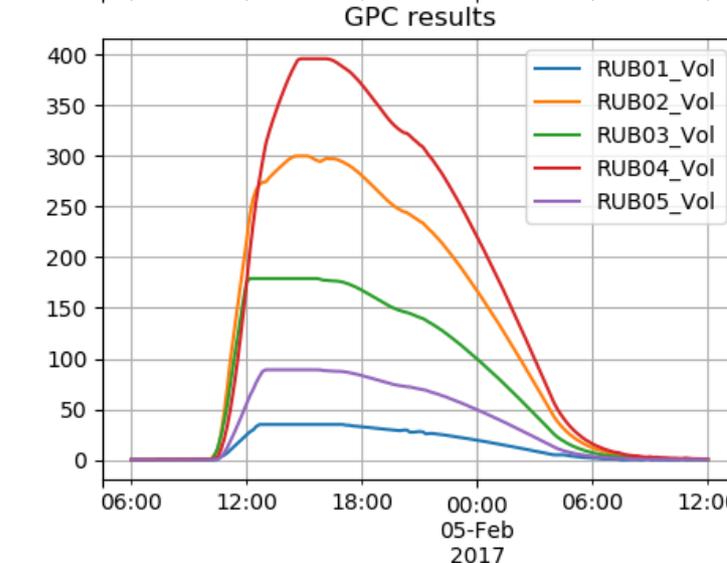
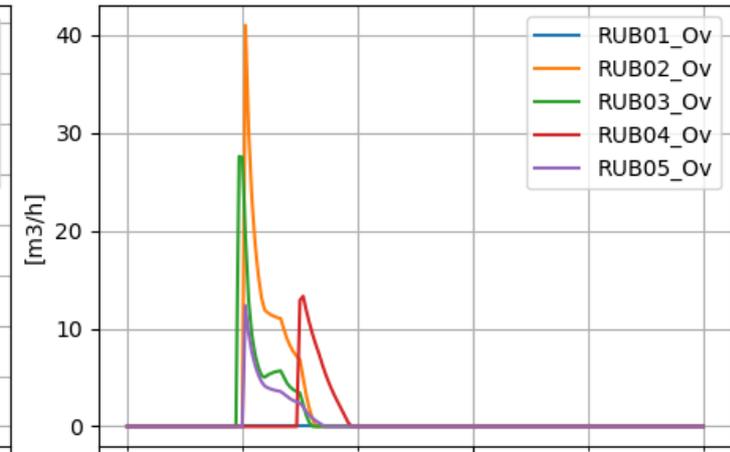
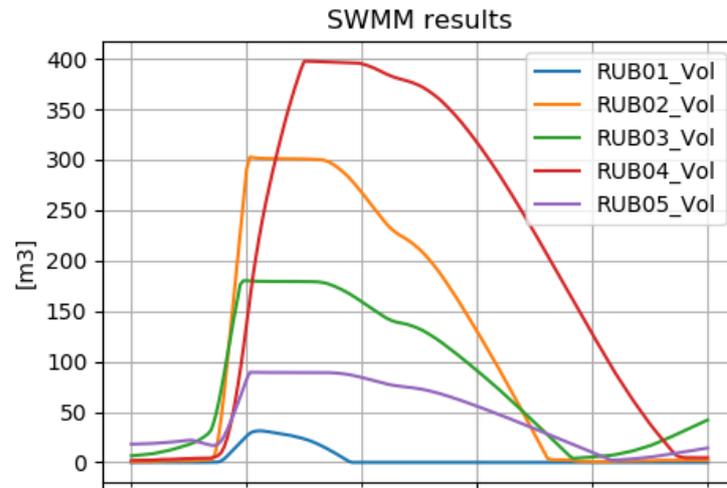
RUB03: 5.4 => 9.0

RUB04: 9.8 => 17.0

RUB05: 2.3 => 4.0

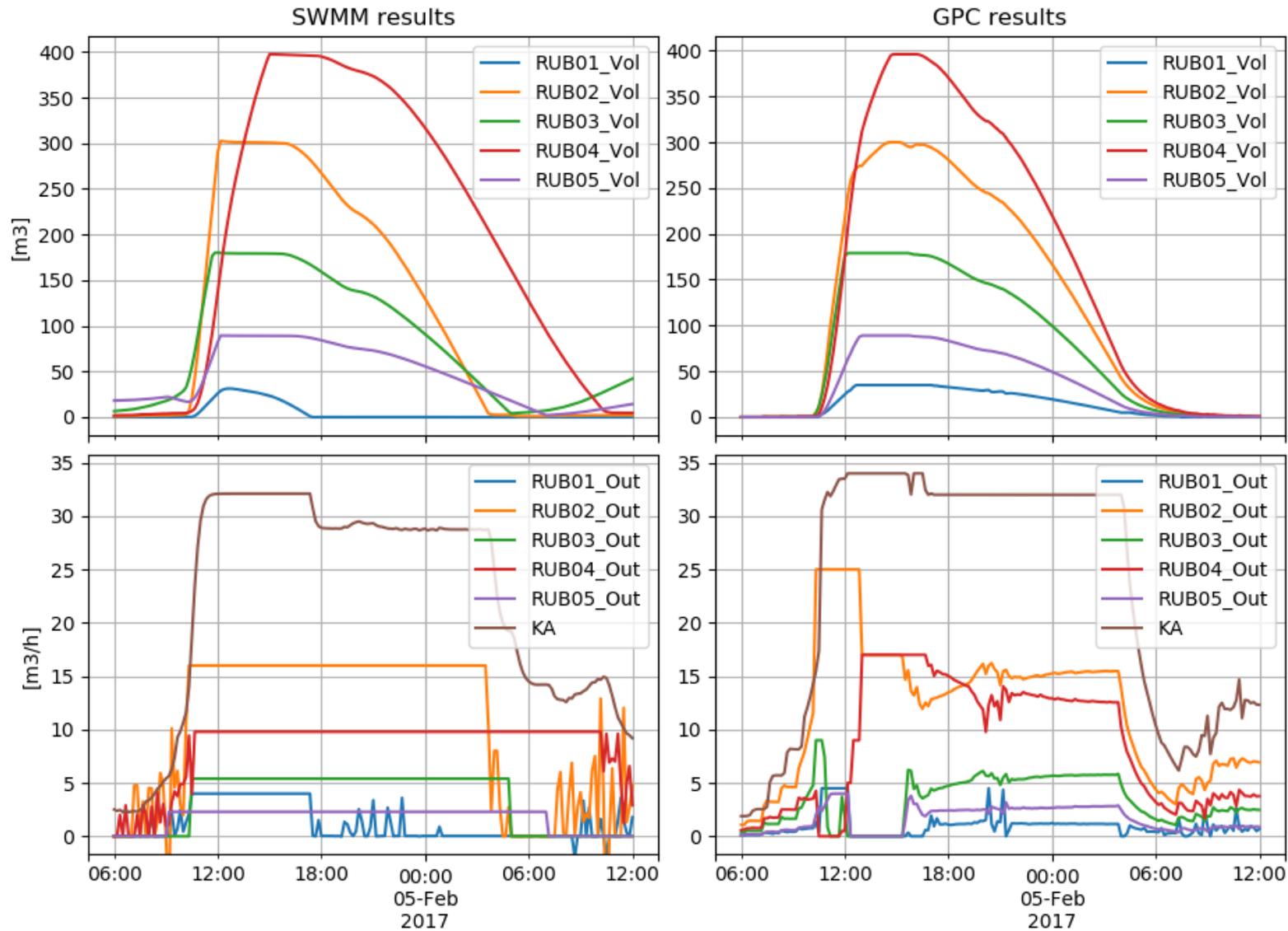
KA: QMax 32 => 34

Ref.	Überlaufvolumen mit DBe [m3]						Vergleich zu SBe [m3] bzw %					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref							0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM3	61,3	3,4	254,4	38,9	89	447	inf	98,70%	-44,70%	61,90%	2,80%	30,00%



Focus auf das dynamische Verhalten

RÜB Füllstand, Ablauf & KA Gesamtzulauf (DM3)



Zurück zu den Numerischen Resultaten

Ref.	Überlaufvolumen mit DBe [m3]					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref	0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM1	0	126,7	289,2	96,6	60,3	572,7
DM2	46,7	27,1	243,8	109,4	71,3	498,3
DM2a	46,4	108,9	109,3	100,2	89	453,7
DM3	61,3	3,4	254,4	38,9	89	447

DM2
 Qout Anpassung in [l/s]
 RUB01: 4.0 => 4.5
 RUB02: 16.0 => 25.0
 RUB03: 5.4 => 9.0
 RUB04: 9.8 => 17.0
 RUB05: 2.3 => 4.0

DM2a
 RUB3 Vorfluter gewichtet

DM3
 KA: QMax 32 => 34

Ref.	Vergleich zu SBe [m3] bzw %					
	RUB01	RUB02	RUB03	RUB04	RUB05	Tot
V2_ref	0	269,4	175,8	102,2	91,6	638,9
DM1	-	53,00%	-64,50%	5,50%	34,20%	10,40%
DM2	inf	89,90%	-38,70%	-7,00%	22,20%	22,00%
DM2a	inf	15,20%	86,40%	-5,70%	5,90%	21,40%
DM3	inf	98,70%	-44,70%	61,90%	2,80%	30,00%

Investitionsverschiebung

- Sammler Dimensionierung hier nicht notwendig
 - Alle Duschflüsse mit geplanten Rohren zu erzielen
 - Zusätzliche Randbedingungen im Kanal mit GPC möglich
- Pumpstation Dimensionierung Beispiel „RÜB 3“
 - $Q_{ab}=5.4 \Rightarrow Q_{Max}=9.0$ [l/s]
 - Investitionszuwachs $\pm 7,8$ k€
 - Entspricht finanziell z.B. einer RÜB Volumenreduktion von 5[m³]
 - $179 \Rightarrow 174$ [m³]
 - Ergibt für DM2 Simulation 20.9% Effizienzgewinn (22% vorher)
 - Mittels Vorflutergewichtung ist für das gegebene Regenereignis Null Überlauf für RÜB3 möglich

Schlussfolgerung

- Potenzial der Dynamischen Bewirtschaftung befreien
 - Hier nur durch RÜB Auslauf Anpassungen
- Nächste Schritte
 - Python Kopplung aller Simulationstools
 - Analyse der Investitionsmaßnahmen und Relation mit den Systemparameter
 - Gesamtsystem Optimierung
 - Vorstellung und Diskussion der vorgeschlagenen Maßnahmen mit allen Akteuren
 - Anwendung auf komplexere Fallstudien