

Machine Learning und Messdaten

Parameterfreie Detektion von
Trockenwettertagen und
Fremdwasseranalyse

Dominik Leutnant, Malte Henrichs, Mathias Uhl
FH Münster - Institut für Infrastruktur-Wasser-Ressourcen-Umwelt (IWARU)
AG Siedlungshydrologie und Wasserwirtschaft

Corrensstraße 25
D-48149 Münster

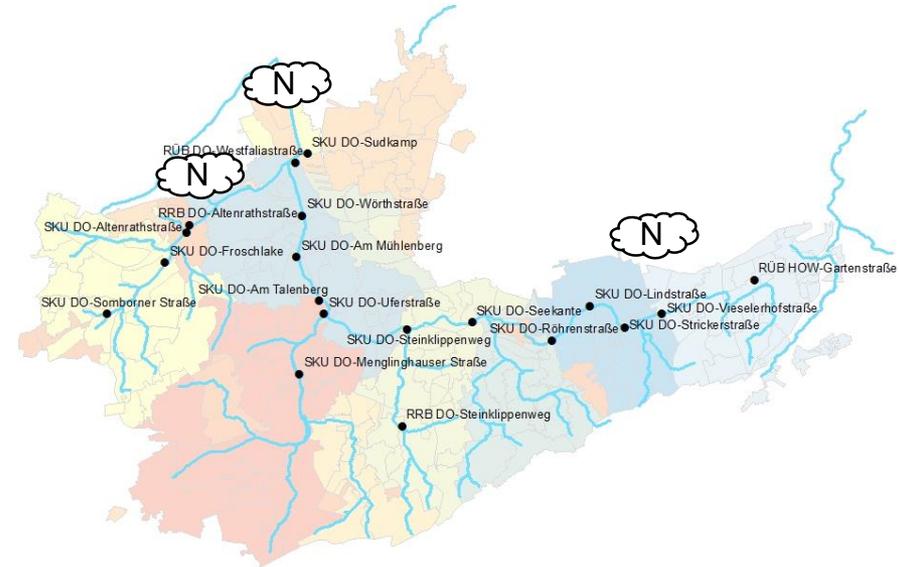
fon +49 (0)251.83 65-274
fax +49 (0)251.83 65-915

leutnant@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de/iwaru

Hintergrund

Modellgestützte Systemoptimierung

- **Drosseloptimierung** an Mischwasserbehandlungsanlagen (MWBA)
- Einzugsgebiet Dortmund-Deusen (162 km²)
- 3 Niederschlagsstationen (N)
- MOMENT-Modell
- Kalibrierung
 - Schmutzwasser
 - Fremdwasser
- → Detektion von TW-Tagen



Wie können Messdaten effektiv zur Erkennung von Trockenwettertagen eingesetzt werden?

Trockenwettertag

Definition und Detektion

MURL NRW (2001)

„N weniger oder gleich 0,3 mm am Tag und N weniger oder gleich 0,3 mm am Vortag“

- niederschlagsbasiert
- automatisierbar

Manuell

Subjektive Einschätzung des Bearbeiters

- durchflussbasiert
- ressourcenintensiv

Erkennung von Trockenwettertagen
automatisch anhand von Durchflüssen?

Machine Learning

Einordnung

Klasse von Algorithmen zur Erkennung von Mustern und Ähnlichkeiten

- **Supervised Learning** („überwachtes Lernen“)
 - Daten müssen zuvor eingeordnet werden („labeled“)
 - z.B. Gesichtserkennung in Bildern
- **Unsupervised Learning** („unüberwachtes Lernen“)
 - Erkennung und Clustern von ähnlichen Daten
 - „Ähnlichkeitsmaß“ erforderlich

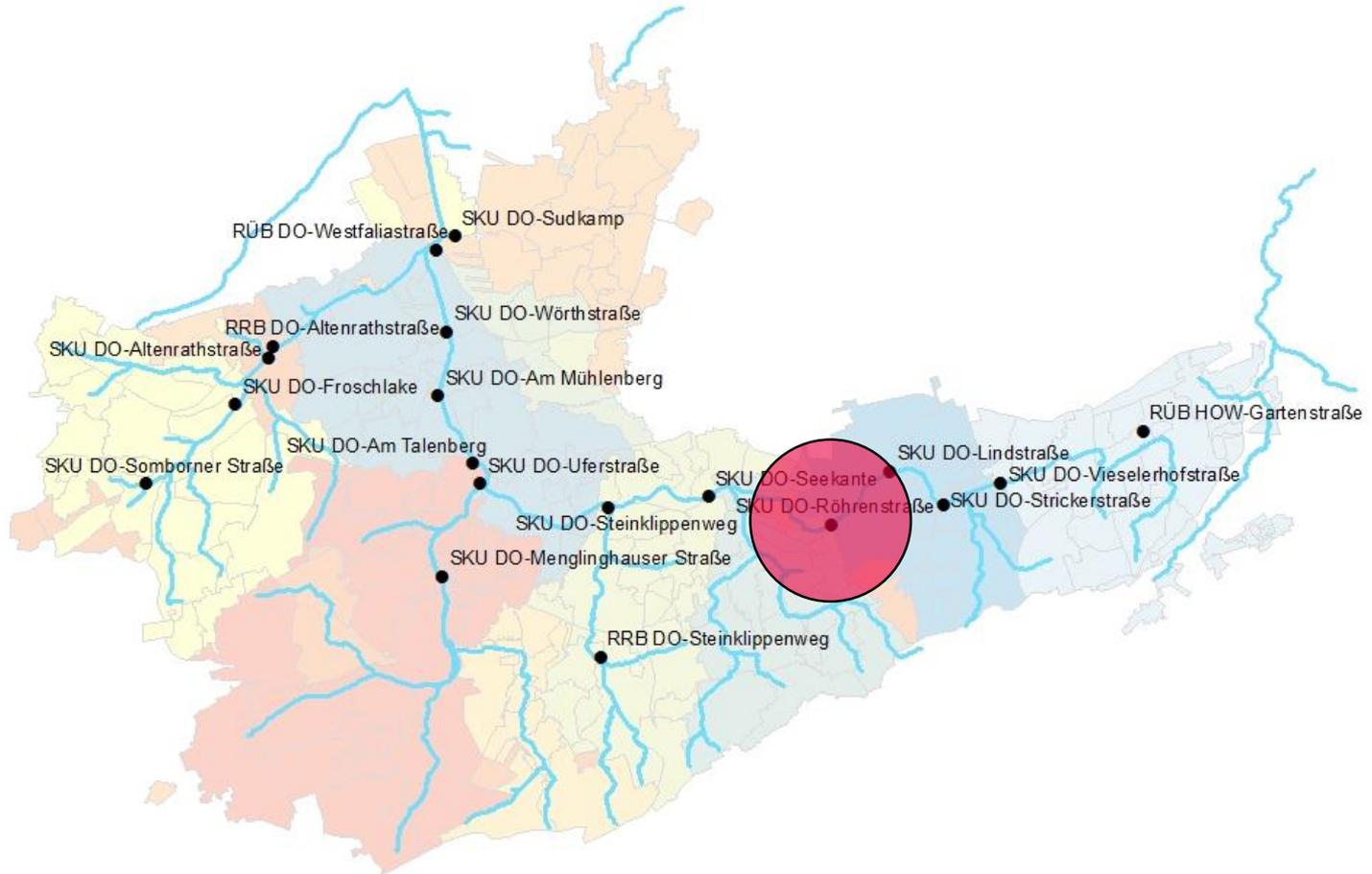
Machine Learning

Erkennung von Trockenwetterabflüssen

- Ähnlichkeit *von Abflussequenzen* mittels „**Shape-based distance**“ (Paparrizos und Gravano 2015), denn ähnliche TW-Abflüsse können ...
 - unterschiedliche **Amplituden** aufweisen („scale invariance“)
 - **zeitlich versetzt** auftreten („shift invariance“)
 - **unterschiedlich lang** sein („uniform scaling invariance“)
 - **Lücken** aufweisen („occlusion invariance“)
 - **Rauschen** beinhalten („complexity invariance“)
- Hierarchische **Clusteranalyse**
 - Auswahl des Clusters mit den meisten Sequenzen und mit der geringsten Distanz im Cluster → Trockenwetterabfluss

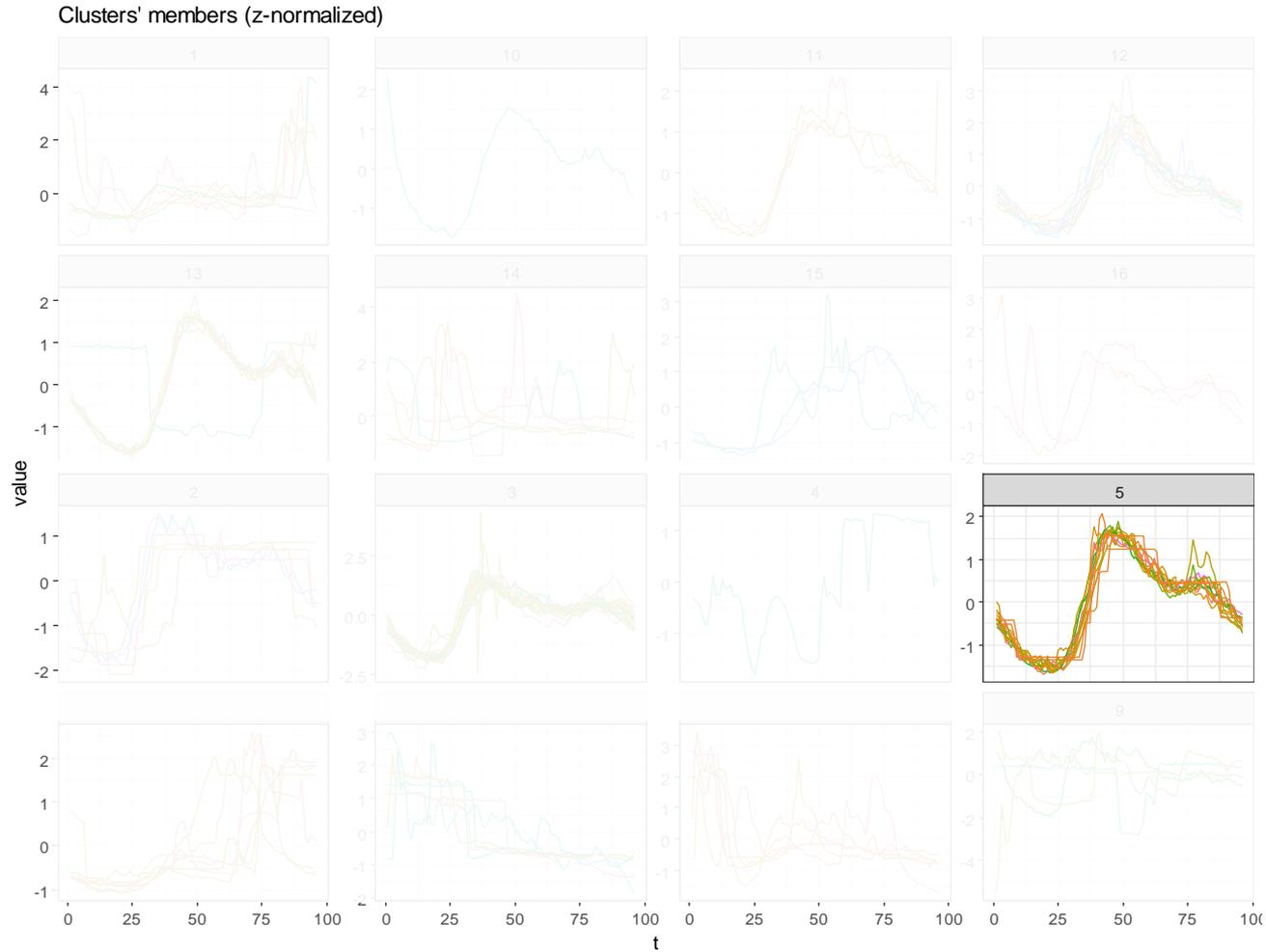
Trockenwetterabfluss

Beispiel MWBA Röhrenstraße



Trockenwetterabfluss

Clusteranalyse



Konfusionsmatrix

Beurteilung der Klassifizierungsgüte

Automatische Klassifizierung

TW

RW

	TW	richtig positiv	falsch negativ
Manuelle Klassifizierung	RW	falsch positiv	richtig negativ

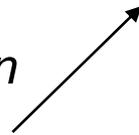
Konfusionsmatrix

Beurteilung der Klassifizierungsgüte

		MURL NRW (2001)		Machine Learning (ML)	
		TW	RW	TW	RW
Manuelle Klassifizierung	TW	248	147	161	234
	RW	8	326	1	333

	Sensitivität	Genauigkeit
MURL NRW (2001)	0.63	0.968
Machine Learning (ML)	0.41	0.994

*„Anteil der korrekt erkannten
Trockenwettertage aller
Trockenwettertage“*



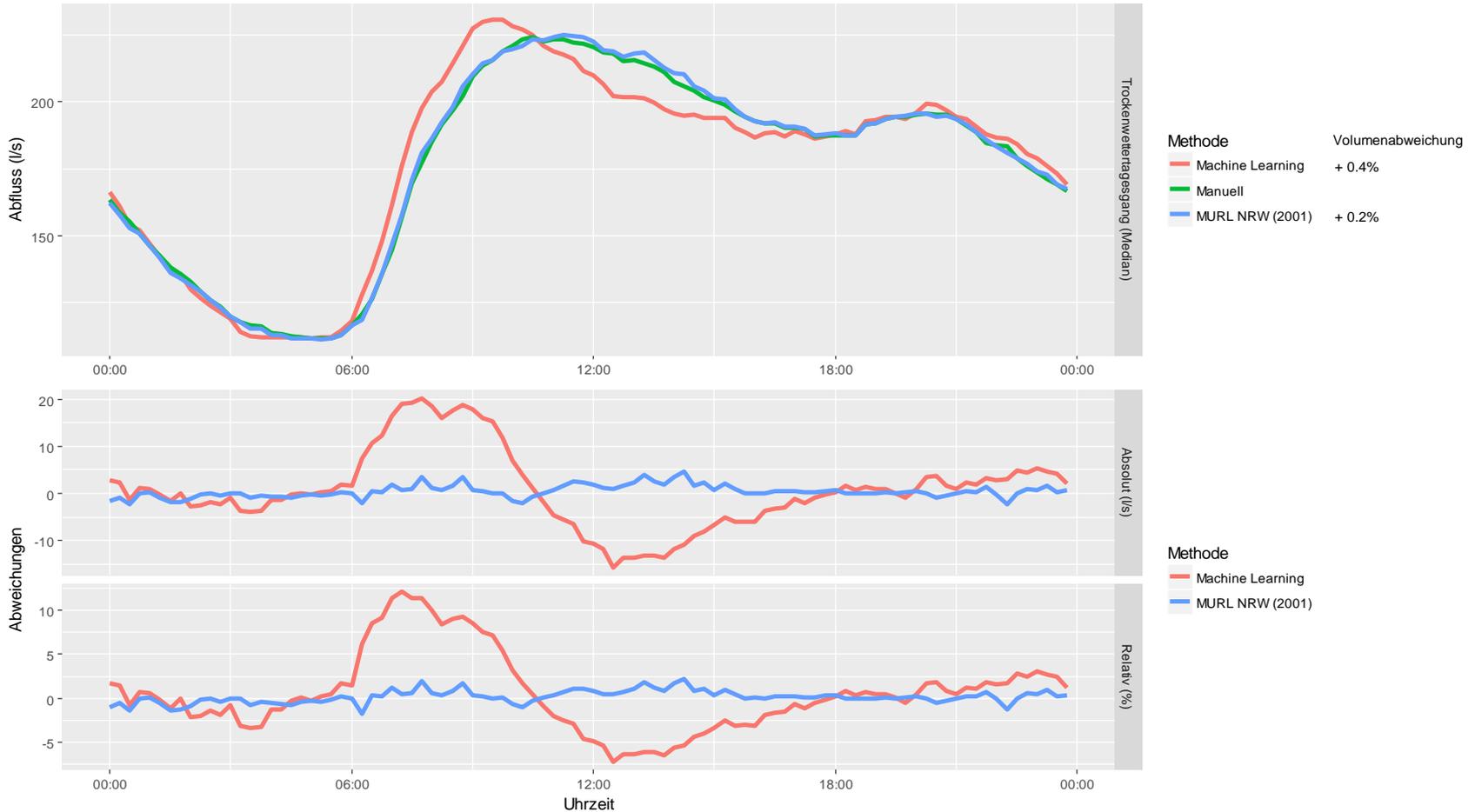
*„Trockenwettertag klassifiziert,
obwohl Regenwettertag“*



Trockenwettertagesgänge

Methodenvergleich

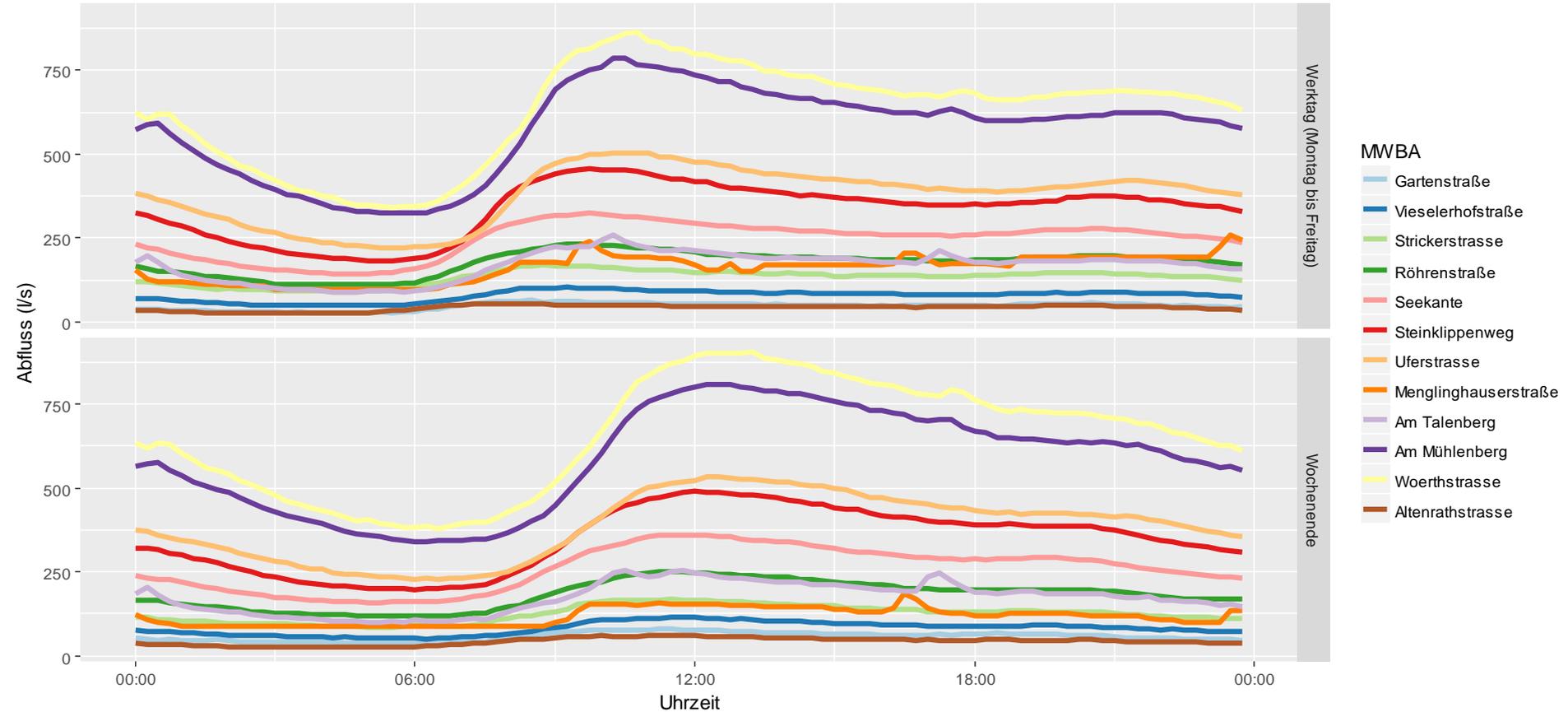
Vergleich der Methoden zur Bestimmung von Trockenwettertagesgängen (Median)
am Beispiel der MWBA Röhrenstraße



Trockenwettertagesgänge im Einzugsgebiet der KA Dortmund-Deusen

Trockenwettertagesgänge (Median) an MWBA im Einzugsgebiet Dortmund-Deusen

Werktag und Wochenende differenziert betrachtet



Fremdwasserschätzung

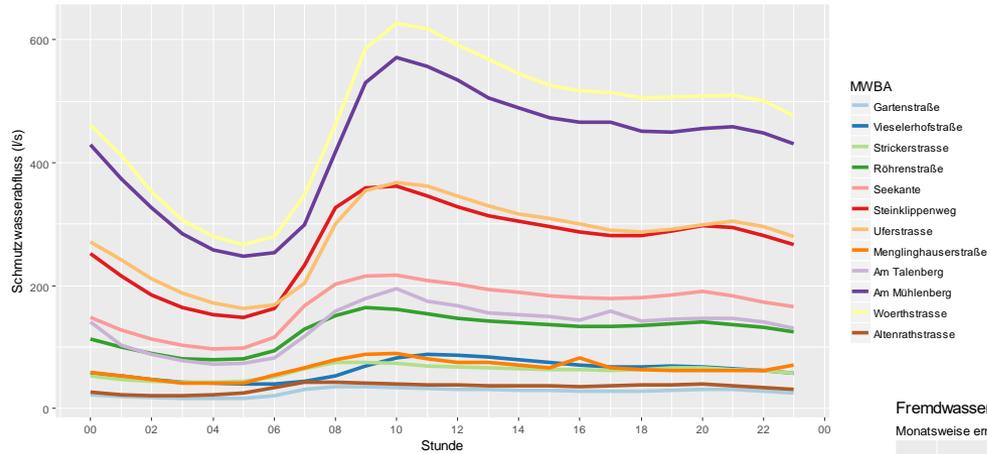
Vorgehen

1. Bestimmung des Median Trockenwetterabflusses $Q_{TW,median}$
2. Schätzung des monatlichen FW-Abflusses mittels Nachtminimum-Methode $Q_{FW,Monat}$
3. Berechnung SW-Abfluss: $Q_s (l/s) = MIN(0, Q_{TW,median} - Q_{FW,Monat})$
4. Numerische Optimierung der Gleichung: $Q_{TW} = a * Q_s + b * Q_{FW}$
5. Optimierte Abflussanteile:
 - Schmutzwasserabfluss $Q_{s,opt} = a * Q_s$
 - Fremdwasserabfluss $Q_{FW,opt} = b * Q_{FW}$

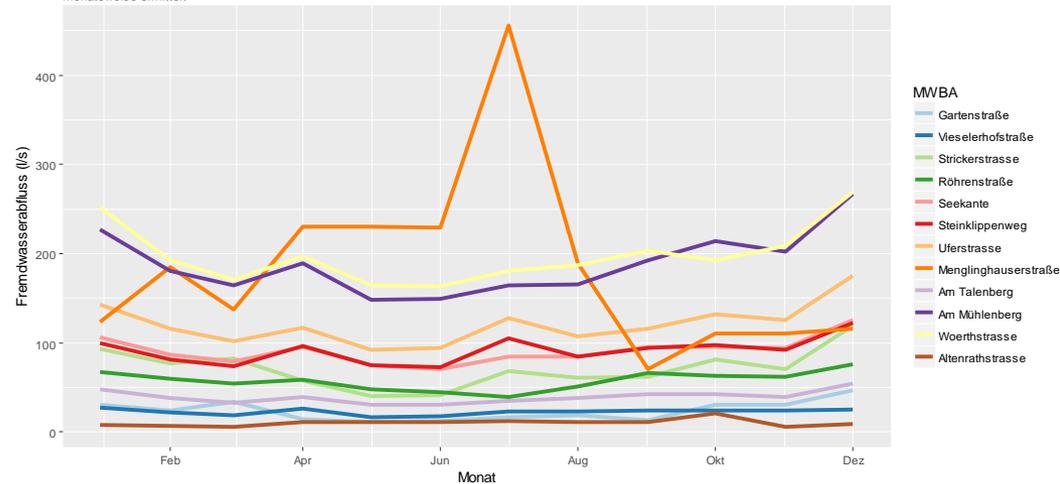
Abflussanteile SW und FW

Im Einzugsgebiet der KA Dortmund-Deusen

Schmutzwassertagesgänge an MWBA im Einzugsgebiet Dortmund-Deusen
Stündlich ermittelt



Fremdwasserjahresgänge an MWBA im Einzugsgebiet Dortmund-Deusen
Monatsweise ermittelt

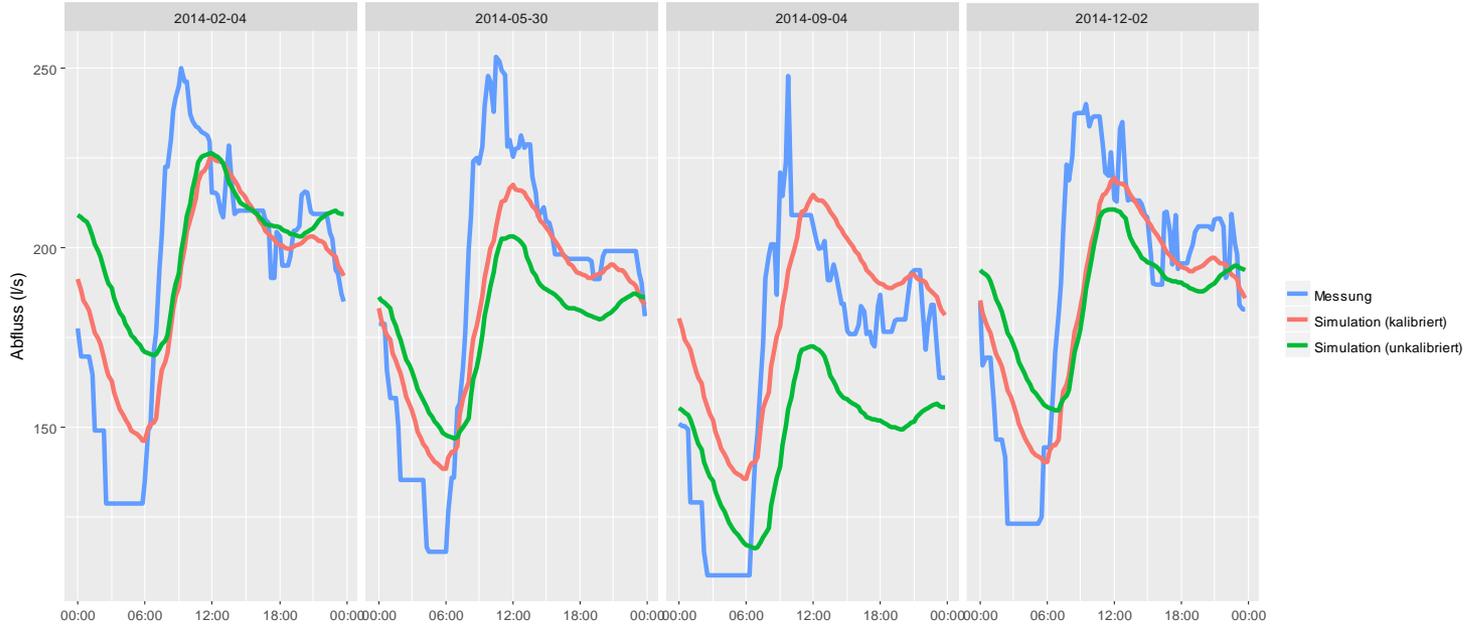


Trockenwettertagesgänge

Messung vs. Simulation

Gegenüberstellung der gemessenen, kalibrierten und unkalibrierten Trockenwettertagesgänge

am Beispiel der Messdaten der MWBA Röhrenstraße



	Nash-Sutcliffe-Effizienz (-)		Volumenabweichung (%)	
	kalibriert	unkalibriert	kalibriert	unkalibriert
2014-02-04	0.62	0.29	-0.7	4
2014-05-30	0.72	0.43	-2.3	-5
2014-09-04	0.54	0.03	7.0	-12
2014-12-02	0.89	0.33	-2.5	-2.2

Fazit

- Machine Learning Algorithmus zur Detektion von Trockenwettertagen anhand von Durchflussmessdaten
- Robuste Methode zur automatisierten Abschätzung von Abflussanteilen
- Einzugsgebietsunabhängig anwendbar

Dank an Dr.-Ing. Jürgen Mang
(Emschergenossenschaft/Lippeverband)

 https://github.com/dleutnant/dwf_detect

