

# AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



## Detektion von Mischwasserentlastungen mit Temperatursensoren

Thomas Hofer

# Einleitung

## Auswirkungen von Mischwasserüberläufen

- **Hydraulische Auswirkungen**
  - Hydraulischer Stress, Sedimentverfrachtung, Verdriftung
- **Stoffliche Auswirkungen**
  - Kurzfristig: Konzentrationsanstiege, Sauerstoffdefizit, Ammoniak-Toxizität (Fischgift)
  - Langfristig: Eutrophierung, Verschlammung, Anstieg Schwermetalle und Xenobiotika
- **Hygienische Auswirkungen**
  - Bakterien, Sanitärartikel, Geruchsprobleme



# Einleitung

## Monitoring von Mischwasserüberläufen

### Gründe für Monitoring:

- Informationen über hydraulische Dynamik und Wassergüte
- Identifizierung von prioritären Entlastungspunkten im System
- Beurteilung Systemverhalten und Planungshilfe
- Überwachungsmöglichkeit für Betreiber und Aufsichtsorgane



# Einleitung

## Monitoring von Mischwasserüberläufen

Konventionelle Methoden für Monitoring (Hydraulik):

- Wasserstand
- Durchfluss

$H \text{ (m)}$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)}$

Eigenschaften:

- Hohe Kosten bei Anschaffung
- Hohe Kosten bei Installation, Betrieb und Wartung
- Vervielfachung der Kosten bei multiplem Einsatz

# Einleitung

## Eigenschaften von erhältlichen Temperatursensoren

- Geringe Kosten bei Anschaffung (~ 50 €)
- Geringe Kosten bei Installation, Betrieb und Wartung
- Kompakte Abmessungen
- Batterieversorgung und interner Speicher
- Wasserdichte und stoßfeste Ausführung
- Kontaktloser Datenexport möglich (Bluetooth)
- Zeitsynchronisation beim Auslesevorgang



### Fragestellung:

Detektion von **Häufigkeit** und **Dauer** von Entlastungsereignissen möglich?

# Methodik

## Ansatz von Montserrat et al. (2013)

- Verwendung eines einzelnen Temperatursensors
- Anordnung direkt auf der Überlaufschwelle
- Detektionsparameter:  
Abrupte Signaländerung am Beginn und Ende eines Überlaufs
- Methodik limitiert:
  - Erhöhte Anzahl an Falschdetektionen
  - Probleme bei ähnlicher Temperatur von Luft und Abwasser

# Methodik

## Modifizierter Ansatz

### Detektion mittels Temperatursensoren

- Parallele Verwendung von zwei Temperatursensoren
- Sensor  $T_1$ : Abwasserstrom in der Mischwasserkammer
  - Permanente Messung der Abwassertemperatur
- Sensor  $T_2$ : Sohle des Entlastungskanals
  - Alternierende Messung von Luft- und Abwassertemperatur
  - Trockenwetter: Messung Lufttemperatur
  - Überlaufereignis: Messung der Abwassertemperatur des Überlaufs

### Detektion mittels Durchflussmessung

- Referenz zur Evaluierung der Methodik

# Methodik

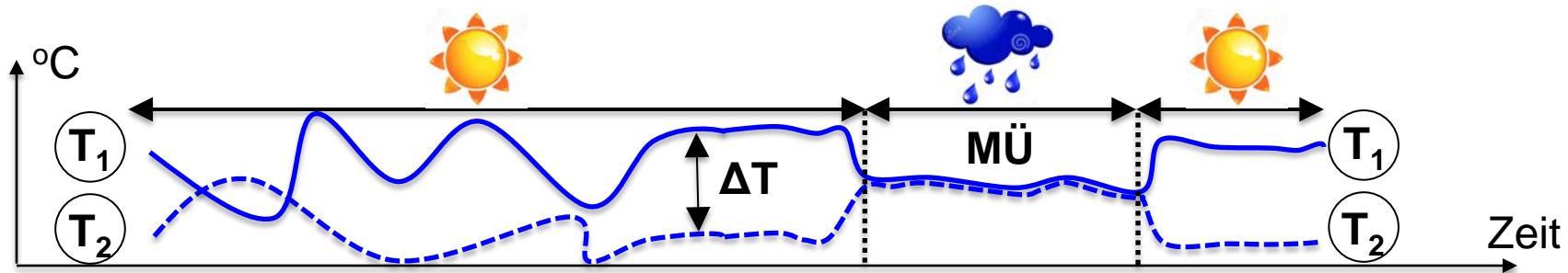
## Annahmen



- Annahme 1: Bei **Trockenwetter** variieren die Temperatursignale der Sensoren  $T_1$  und  $T_2$ 
  - Sensor  $(T_1)$  → Messung Abwassertemperatur
  - Sensor  $(T_2)$  → Messung Lufttemperatur



- Annahme 2: Bei einem **Überlaufereignis** konvergieren die Temperatursignale der Sensoren  $T_1$  und  $T_2$  innerhalb einer Bandbreite.
  - Beide Sensoren  $(T_1)$  und  $(T_2)$  → Messung Abwassertemperatur





# Methodik

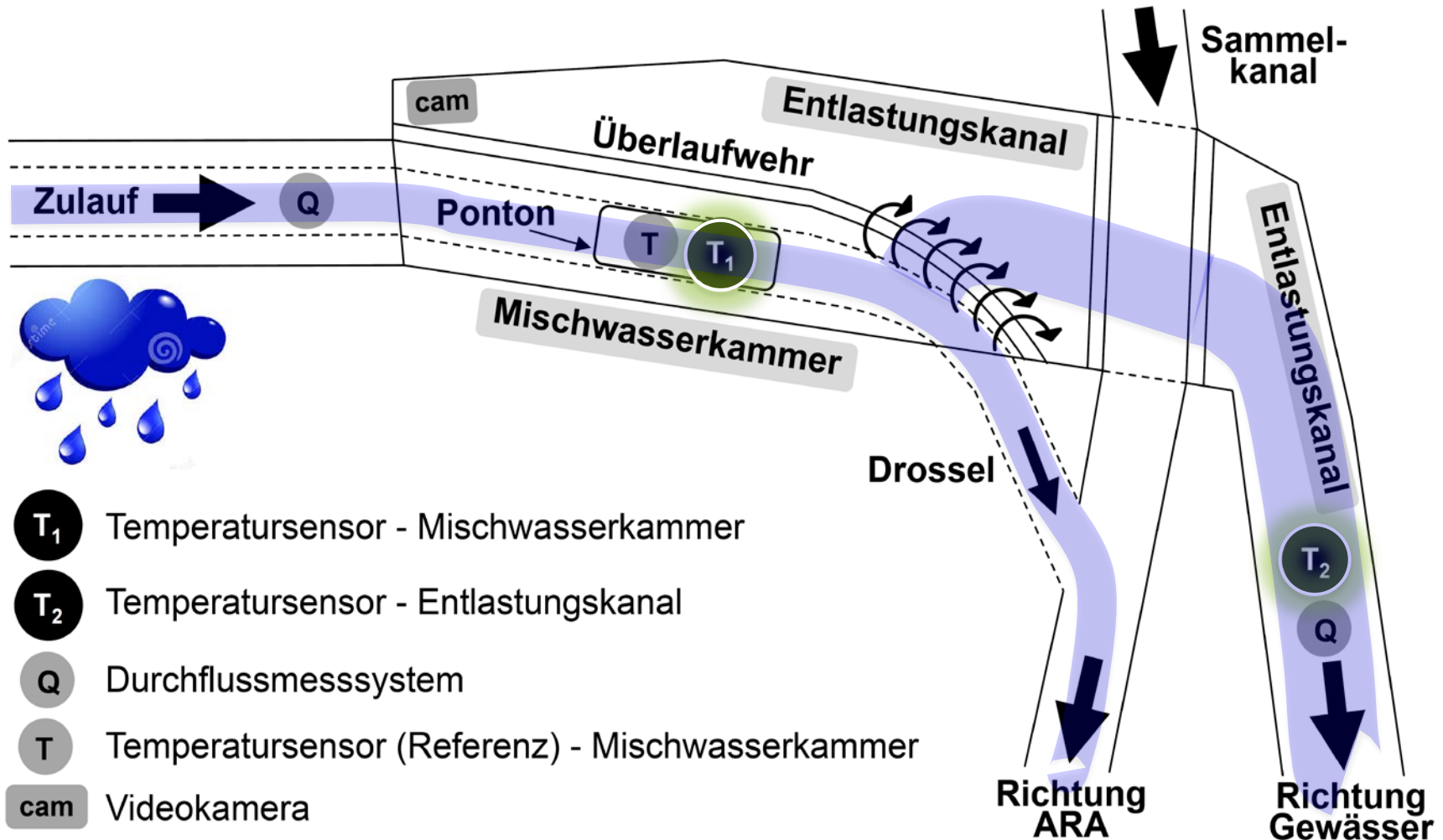
## Algorithmus

- 1) Berechnung der Temperaturdifferenz  $\Delta T = \textcircled{T_1} - \textcircled{T_2}$
- 2) Bestimmung der Detektionsbandbreite  $\Delta T_{\text{Limit}}$   
(Durchflussmessung als Referenz für Kalibrierung)
  - Kriterium 1: Maximierung korrekt detektierter Ereignisse
  - Kriterium 2: Minimierung Falschdetektionen
  - Kriterium 3: Minimierung Abweichung Gesamtdauer aller detektierten Ereignisse
- 3) Vergleich von  $\Delta T$  und  $\Delta T_{\text{Limit}}$

**Bedingung MÜ:**  
 **$|\Delta T| \leq \Delta T_{\text{Limit}}$**

# Fallstudie und Versuchsaufbau

## Mischwasserüberlauf in Graz



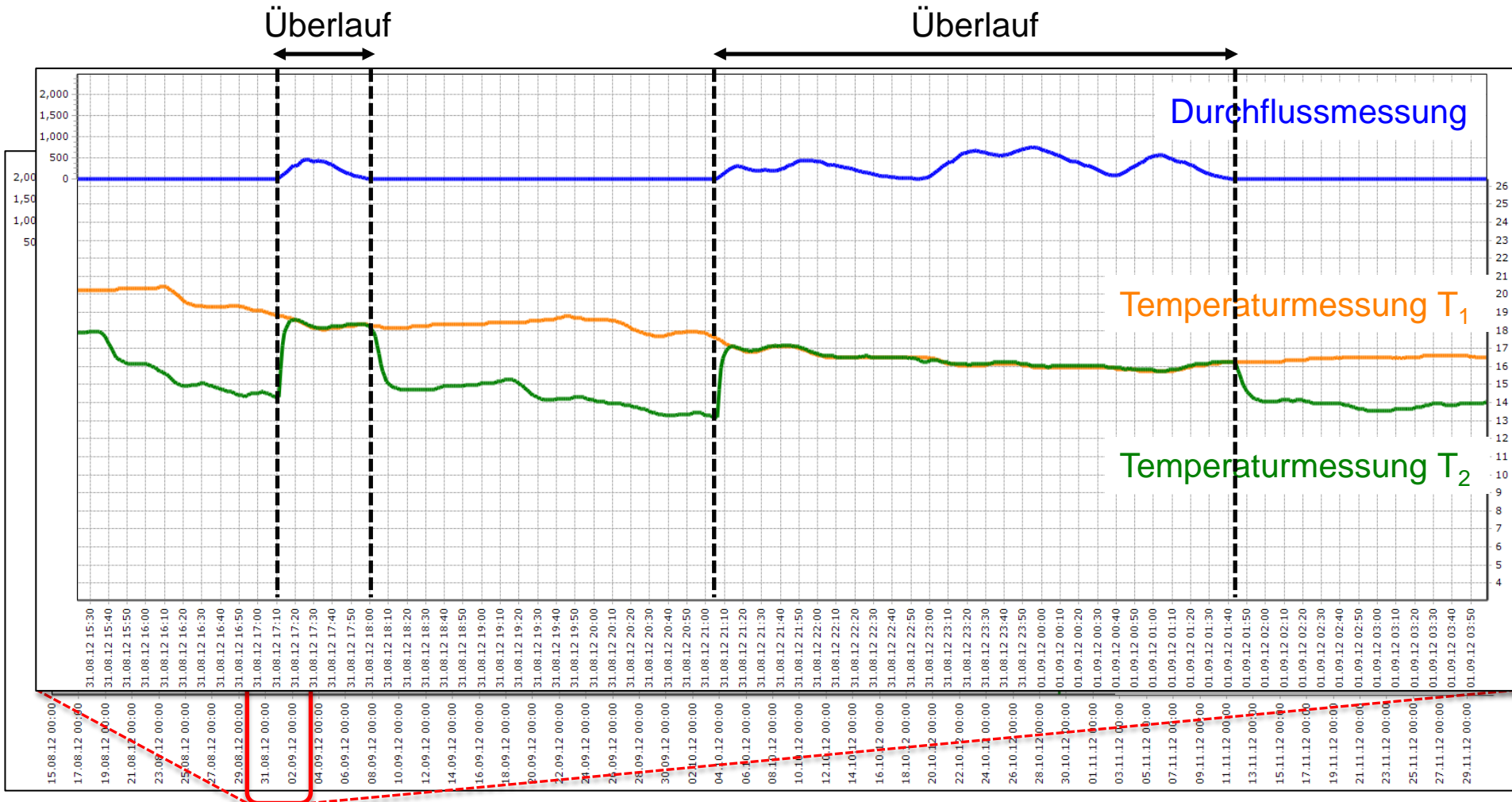
- T<sub>1</sub>** Temperatursensor - Mischwasserkammer
- T<sub>2</sub>** Temperatursensor - Entlastungskanal
- Q** Durchflussmesssystem
- T** Temperatursensor (Referenz) - Mischwasserkammer
- cam** Videokamera

# Ergebnisse

## Allgemeine Informationen

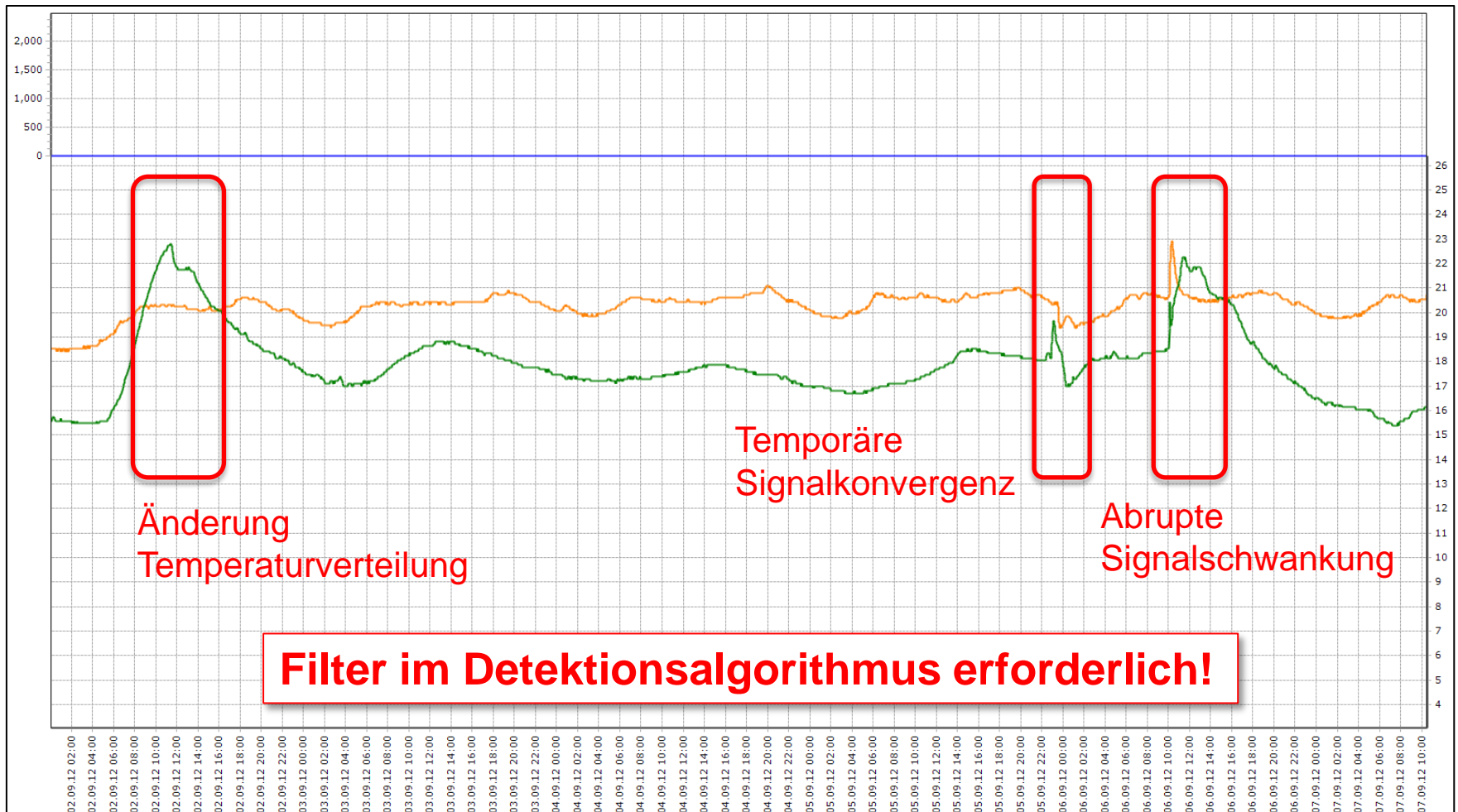
- Untersuchungszeitraum: 7 Monate (August '12 - März '13)
- 20 Überlaufereignisse
- Dauer der Überlaufereignisse: 13 min - 316 min
- Abwassertemperatur von Sensor  $T_1$  von 16°C bis 22°C
- Alternierende Luft- bzw. Abwassertemperatur von Sensor  $T_2$  von 4°C bis 19°C

# Ergebnisse



# Ergebnisse

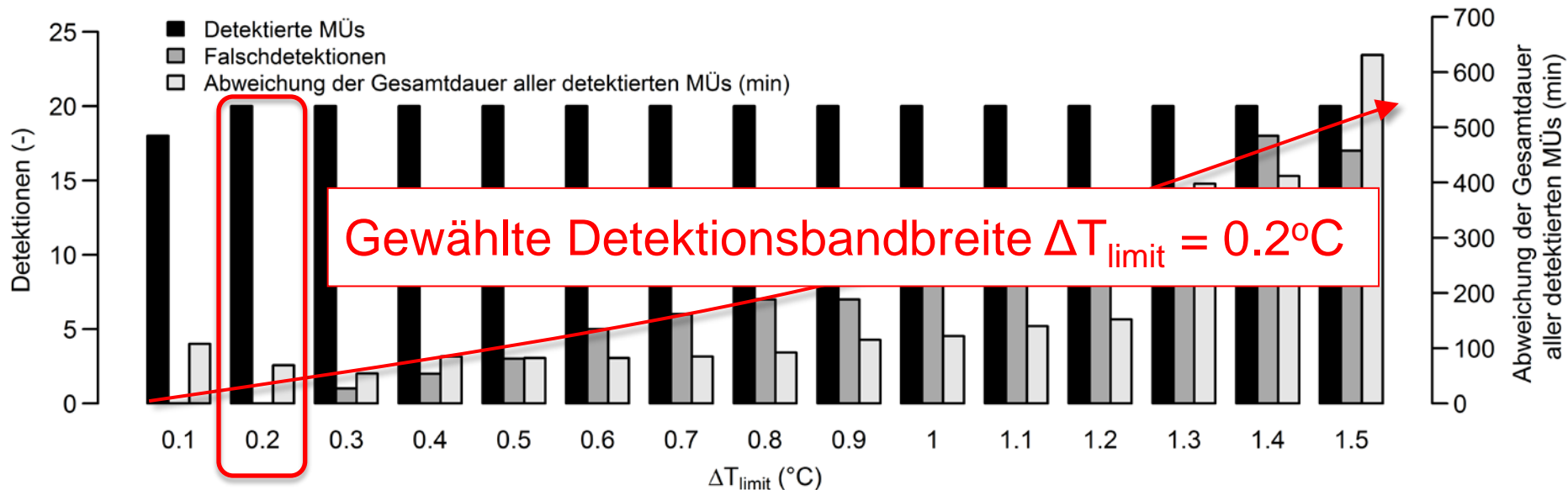
## Ursachen für Falschdetektionen



# Ergebnisse

## Detektionsbandbreite $\Delta T_{\text{limit}}$

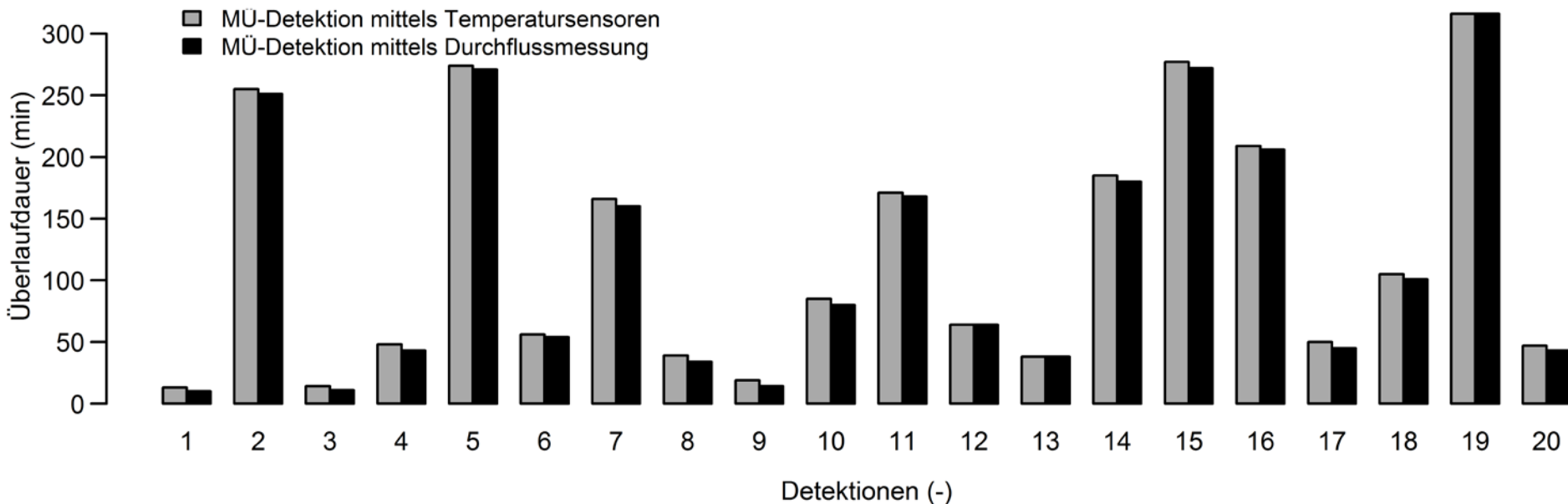
- Automatisches Kalibrierungstool [R]
- 15 Werte für  $\Delta T_{\text{limit}}$  von  $0,1^{\circ}\text{C}$  bis  $1,5^{\circ}\text{C}$  (Intervall  $0,1^{\circ}\text{C}$ )
- Vorab Test Signalkonvergenz im Labor  $\rightarrow$  Sensorabgleich!



# Ergebnisse

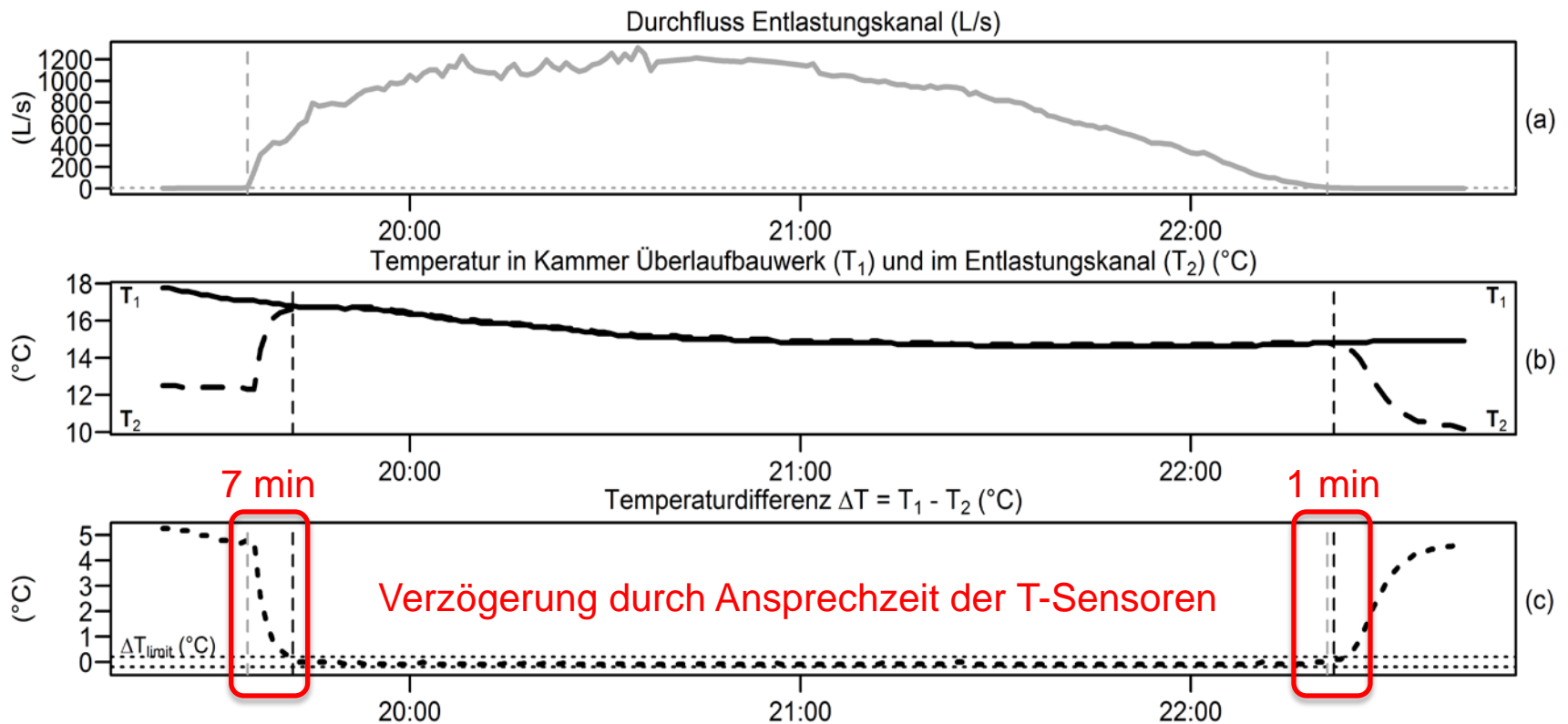
## Vergleich der detektierten Überlaufdauern

- Verwendung Detektionsbandbreite  $\Delta T_{\text{limit}} = 0.2^\circ\text{C}$
- Detektierte Ereignisse mittels Temperatursensoren (grau)
- Detektierte Ereignisse mittels Durchflussmessung (schwarz)
- **Ergebnis: Maximale Abweichung Detektionsdauer von 6 min**



# Ergebnisse

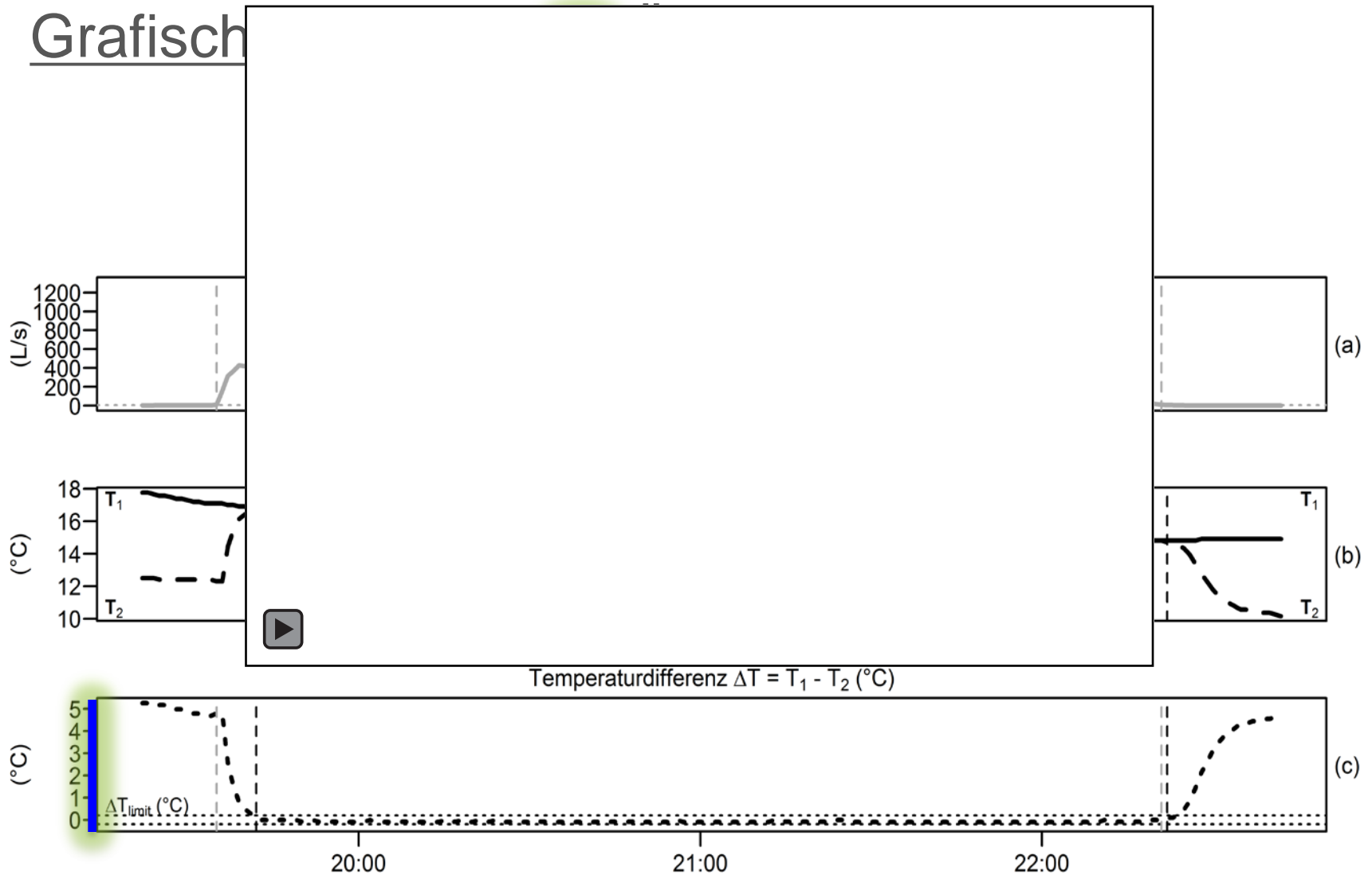
## Grafische Auswertung Überlaufereignis #07





# Ergebnisse

## Grafisch



# Schlussfolgerungen

- Verwendung von zwei Temperatursensoren als robuste und kostengünstige Methode zur Überwachung von Überläufen
- Detektion von Häufigkeit und Dauer von Überlaufereignissen
- Detektion aller Überlaufereignisse im Untersuchungszeitraum (7 Monate) ohne Falschdetektionen
- Robustes Messsystem → keine Ausfälle / keine Zeitdrift
- Evaluierung mittels Durchflussmessung als Referenz
- Sensorabgleich im Labor vor Einbau notwendig
- Kostenreduktion in Anschaffung, Installation und Betrieb

# Ausblick

- Test der Übertragbarkeit auf andere Überlaufbauwerke
- Anwendung unter verschiedenen klimatischen Bedingungen
- Verwendung der Sensorinformation zur Kalibrierung von Kanalnetzmodellen
- Vergleichende Tests von alternativen Temperatursensoren

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

## Mitwirkende:

Hofer T.<sup>1)</sup>, Gruber G.<sup>1)</sup>, Gamerith V.<sup>2)</sup>, Montserrat A.<sup>3)</sup>, Corominas LI.<sup>3)</sup>, Muschalla D<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Technische Universität Graz, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, Stremayrgasse 10/I, A-8010 Graz, Österreich.

<sup>2)</sup> Hydroconsult GmbH, Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, St. Veiter Straße 11a, A-8045 Graz, Österreich.

<sup>3)</sup> Catalan Institute for Water Research, Scientific and Technological Park of the University of Girona, H2O Building, Emili Grahit 101, 17003 Girona, Spanien.

## Danksagungen:



Holding Graz Services – Wasserwirtschaft

## Kontakt:

**Thomas Hofer**

**[thomas.hofer@tugraz.at](mailto:thomas.hofer@tugraz.at)**

**[www.sww.tugraz.at](http://www.sww.tugraz.at)**