

SOFTSEN - softwarebasierte Abschätzung der Entlastungsfrachten

Wolfgang Rauch, Günther Leonhardt, Stefan Fach, Carolina Engelhard, Manfred Kleidorfer und Heiko Kinzel



Tiroler Zukunftsstiftung



Motivation

– ARA

- hoher Wissensstand über das System
- gute Ausstattung mit Sensoren, häufige Messungen mit hoher Genauigkeit, online Daten
- ➡ **Schmutzfrachtdaten per Regelwerk erforderlich und vorhanden**

– Kanal und Mischwasserüberlaufbauwerke

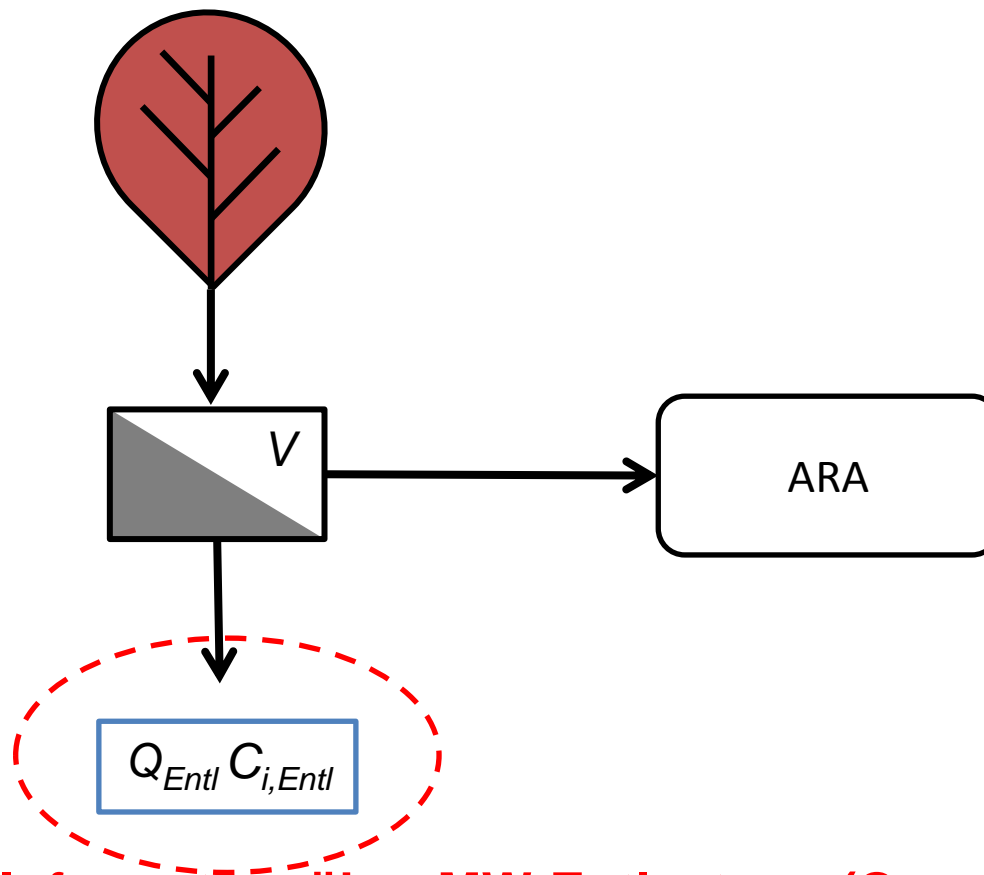
- oft geringerer Wissensstand über das System (unterschiedliche Zuständigkeiten, Eigentumsverhältnisse, ...)
- wenige Sensoren und online-Messungen – Ausnahme bei RTC
- ➡ Monitoring schwierig (unregelmäßiges Auftreten der Ereignisse, „extreme“ Bedingungen) – Messungen Stoffrachten selten
- ➡ **Schmutzfrachtdaten per Regelwerk nicht/nur bedingt erforderlich**
- ➡ **ABER: online Daten der MW-Entlastungen wünschenswert**

Idee

Innovative, modellbasierte Methode zur online-Bestimmung von Mischwasserentlastungen

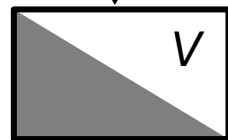
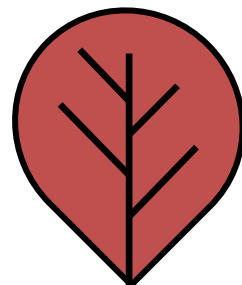
- Alternative zur online-Messung
 - Alle Entlastungen werden erfasst – auch ungemessene Bauwerke
 - Anbindung an SCADA-System der Kläranlage
 - Umsetzung in einer Software
 - Statistische Auswertung und Aufbereitung der Daten
- ⇒ Forschungsprojekt SOFTSEN

SOFTSEN - Konzept



Ziel: Online Information über MW-Entlastung (Quantität und Qualität)

SOFTSEN - Konzept



$$Q_{Entl} C_{i,Entl}$$

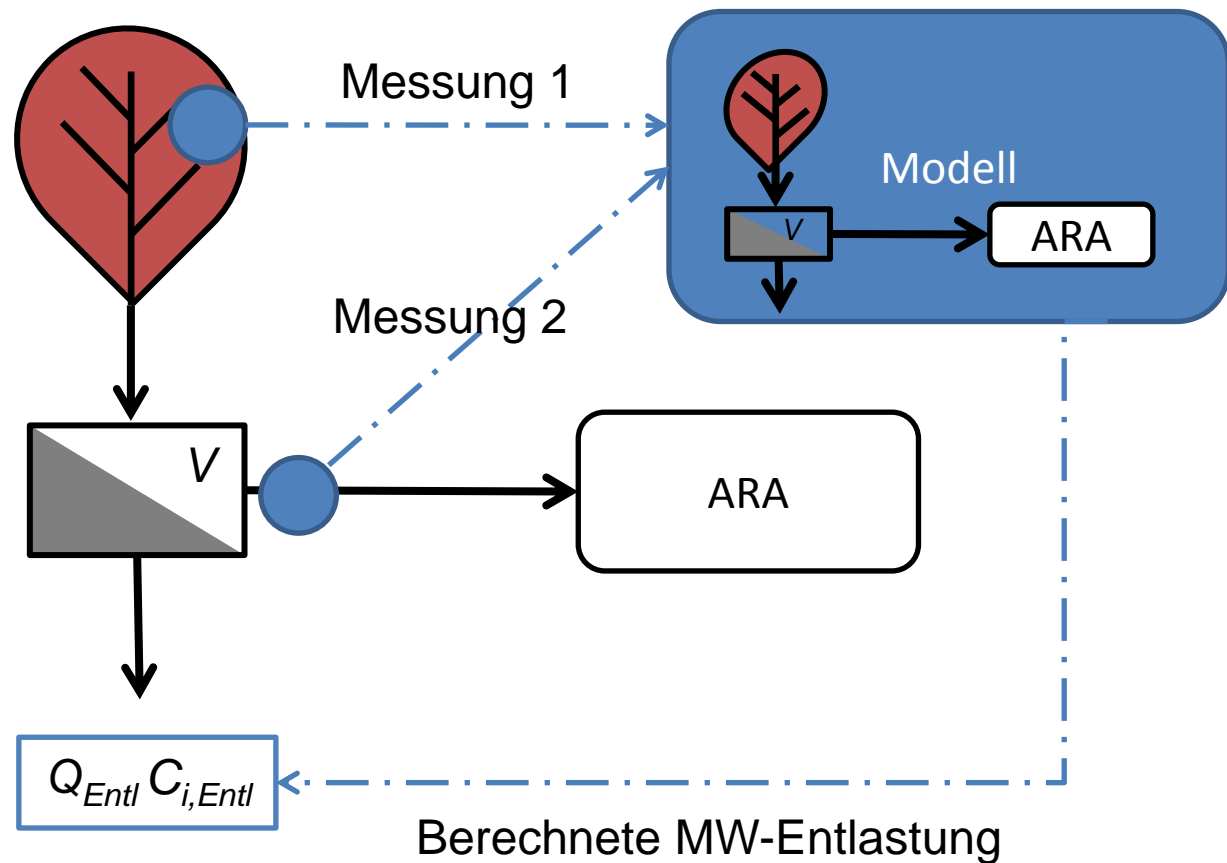
Simple Lösung = online Messung

Aber:

- Teuer
- Aufwendig in Betrieb (Kalibrierung, Daten)
- Bilanzierung: Je Entlastung - ein Messgerät

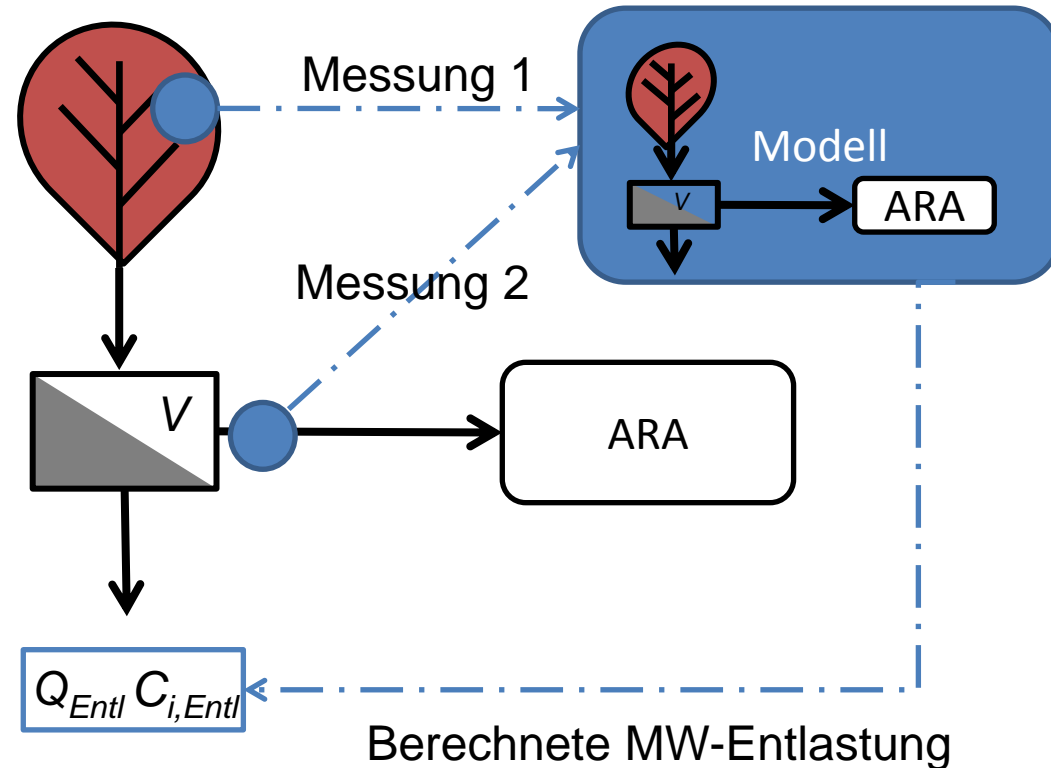
ARA

SOFTSEN - Konzept



SOFTSEN - Konzept

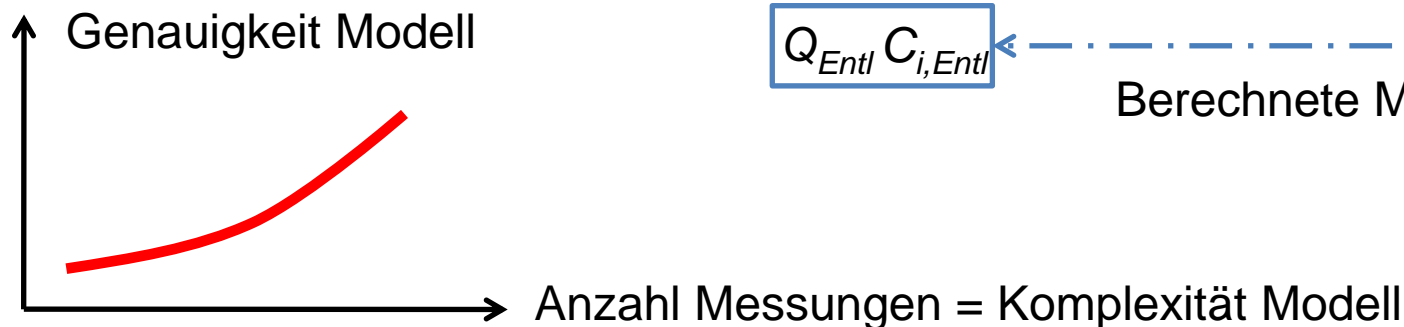
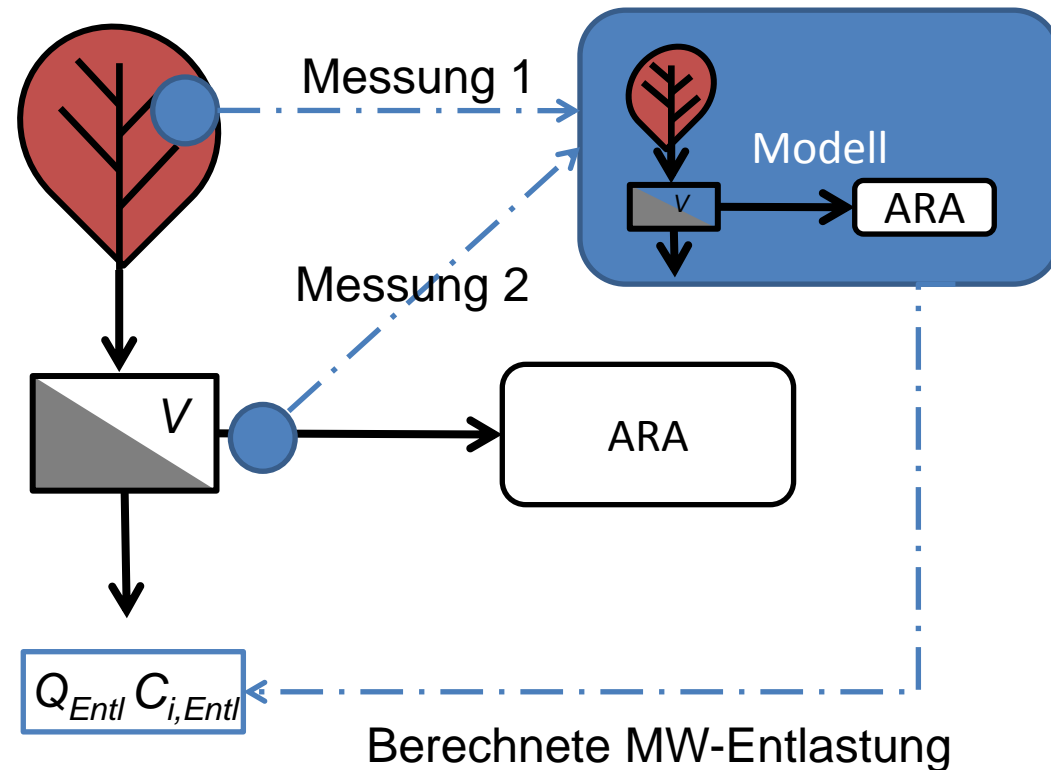
- Kontinuierliche Messungen
NUR wo bereits vorhanden
bzw. „einfach“ möglich
(Regenmessung, Wasserstand,
Zulauf ARA, etc.)
- Aufwendige online Messung
der Stoffkonzentrationen im
Kanal entfallen.
- SOFTSEN liefert online
Informationen über
Systemverhalten und damit
Hinweise auf potentielle
Probleme (Pumpenausfall,
Verstopfung etc.) bzw.
Messfehler
- Einbindung SCADA System



SOFTSEN - Konzept

MESSUNG – GENAUIGKEIT

- Ein Regenschreiber
- Mehrere Regenschreiber
- + Wasserstandsmessungen
- + Durchflussmessung
- + Stoffe Stichproben ARA
- + Stoffe online ARA
- + Stoffe Kanal
- Usw.



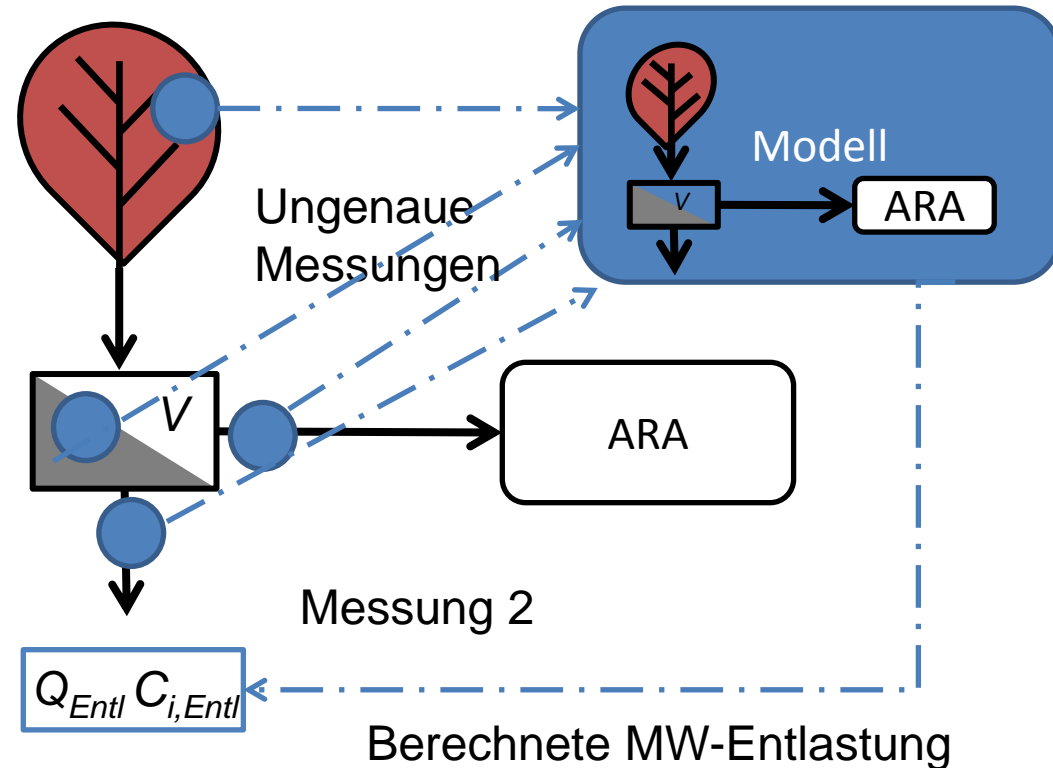
SOFTSEN - Konzept

MESSUNG – GENAUIGKEIT

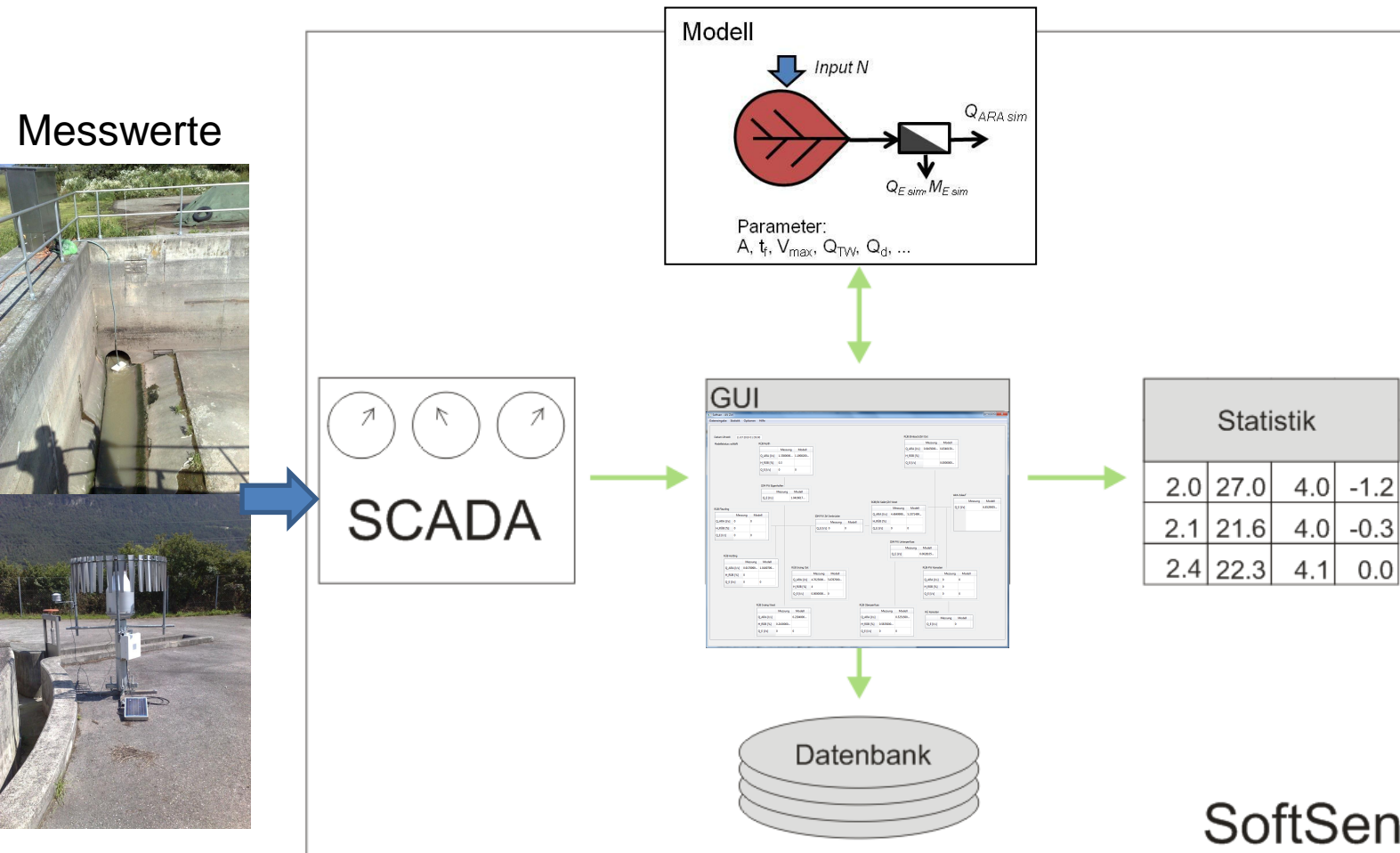
Je mehr Messdaten desto
redundantere Informationen und
desto größer der Einfluss der
Messungenauigkeiten

Frage: Was ist falsch? Messung
oder Modell

Einsatz von Filter notwendig: z.B.
Kalman-Filter (1960)

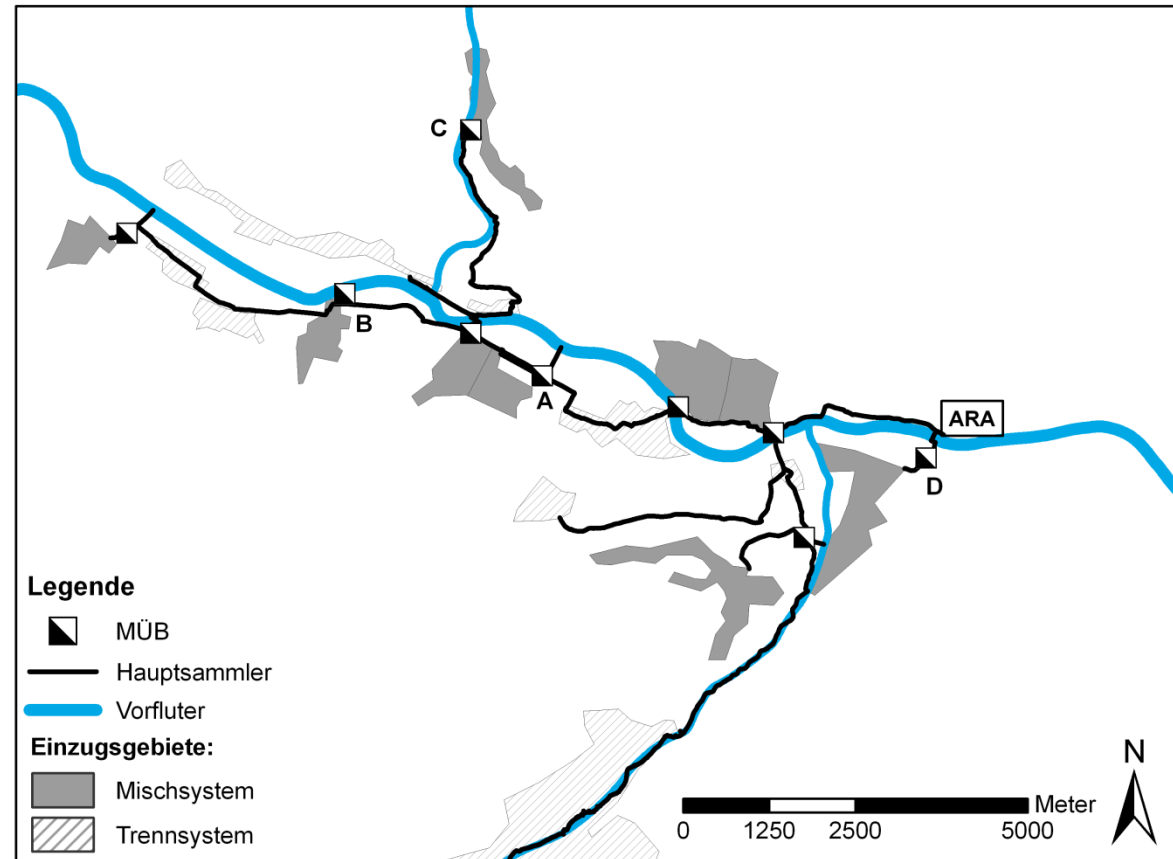


SoftSen - Software



Fallstudie - Prototyp

- Einzugsgebiet AV Zirl und Umgebung, Tirol
 - 60 000 EW
 - 14 Gemeinden
 - 17 Teileinzugsgebiete
 - 8 Trennsysteme
 - 9 Mischsysteme
- Messkampagne
 - Regenmessung
 - Probenahme an 4 MÜB
 - Trockenwetter
 - Regenwetter
 - Online-Sonden im ARA-Zulauf

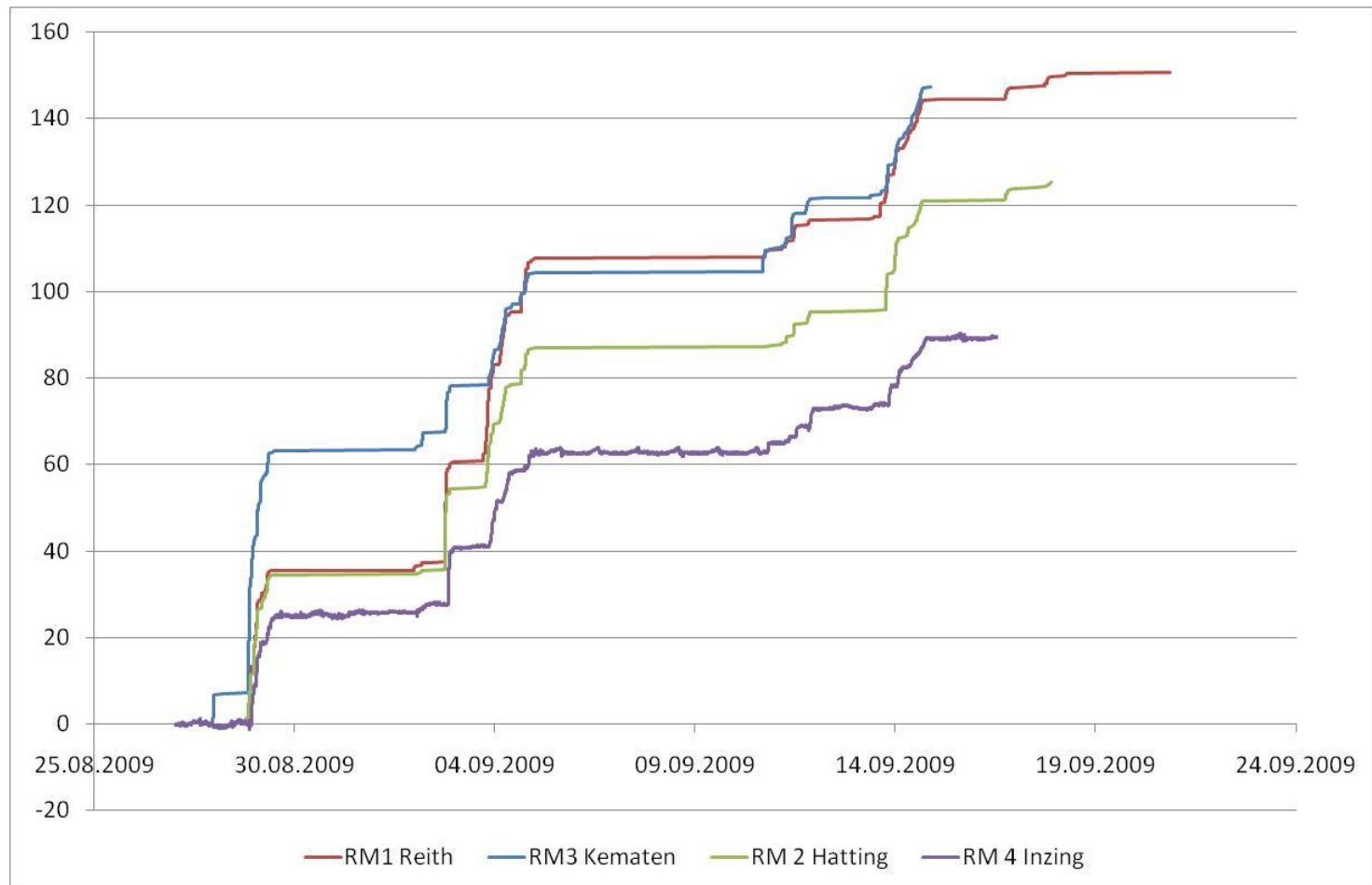


Regenmessung an allen Messstellen



**Regenmessung mittels
„vibrating wire“ und
Wippen**

Verteilte Regen



Probenahme – Standort A

Problem:
Tiefer Schacht

Lösung:

- „nacktes“ Schlauchende mit Seilzug für Reinigung



Probenahme – Standort B



Probenahme – Standort C



Herausforderungen

- **tiefer Schacht**
- **turbulente Strömung**

Probenahme – Standort D



Unterschiedliche Probenehmer



Zusätzliche Online-Sonden auf ARA

Einbau hinter Rechen und Fettfang (Betrieb)

- **UV/Vis-Sonde** (200-700 nm)
für AFS, CSB, Nitrat



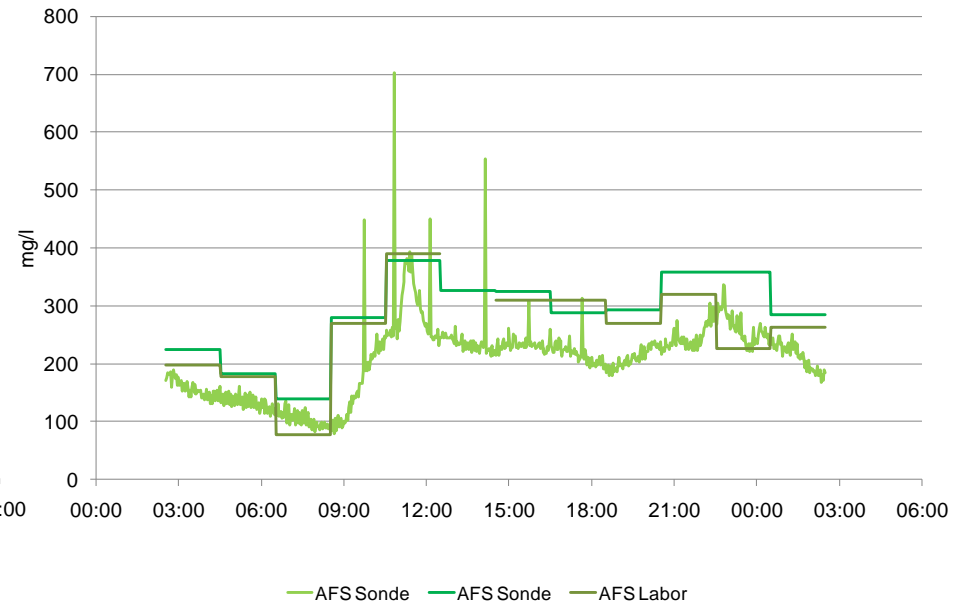
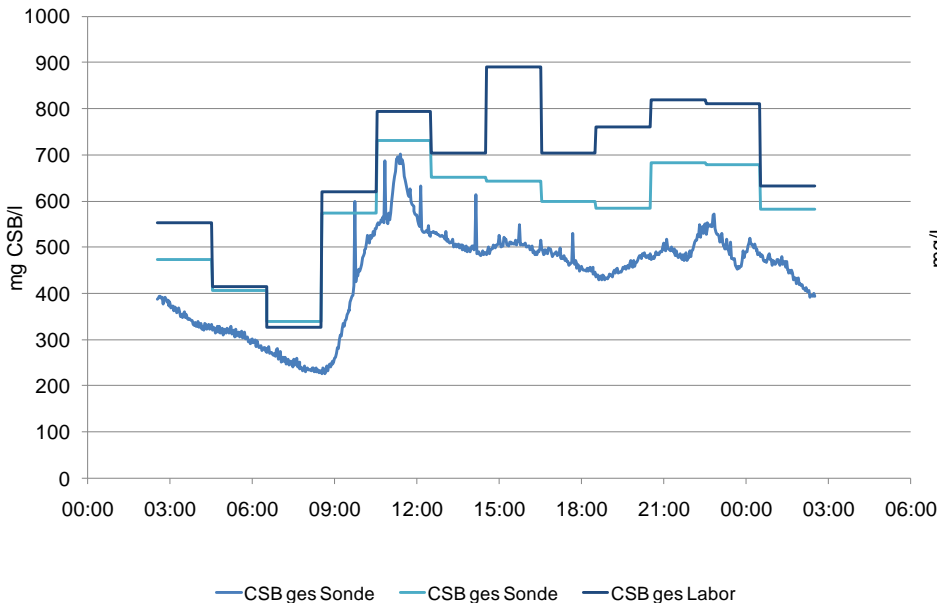
- **Ionenselektive Elektrode** für Ammonium



UV/Vis Sonde - Kontinuierlich vs. Mischproben

•AFS

•CSB gesamt

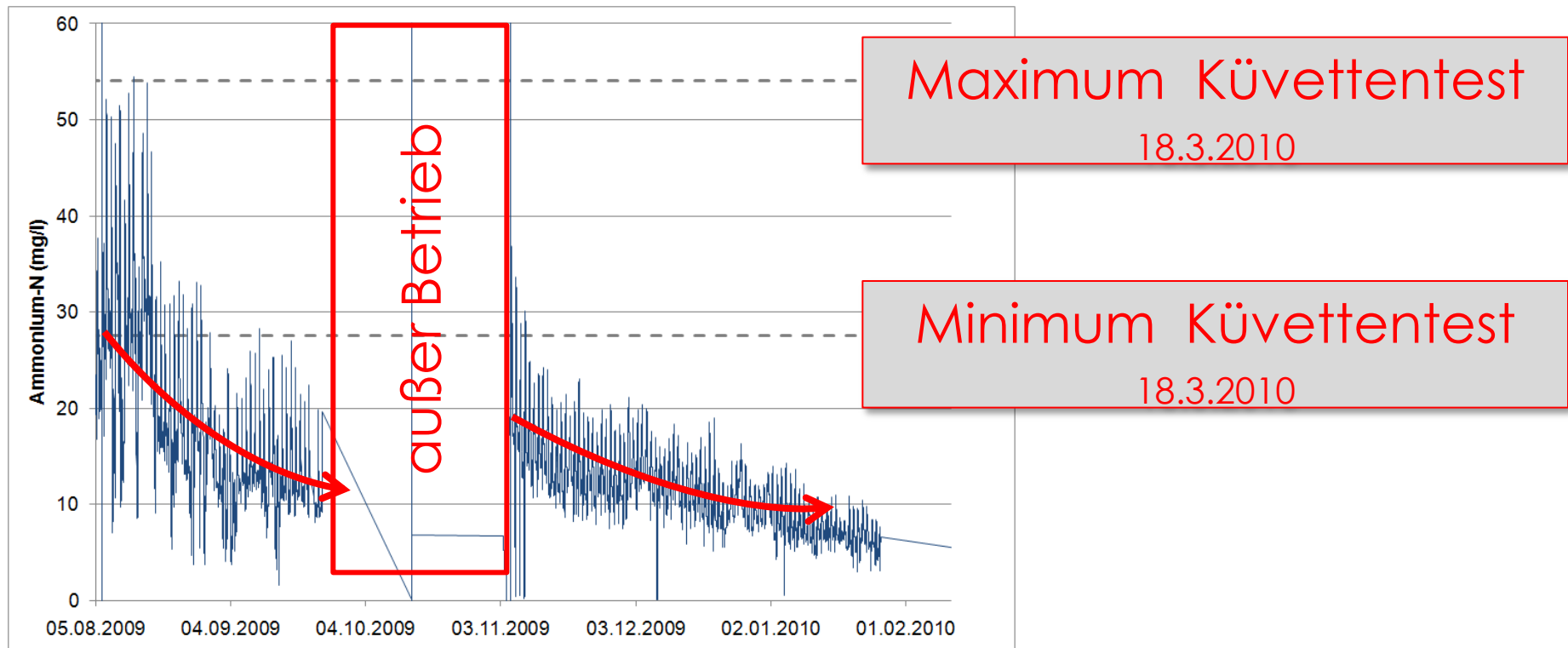


gute Übereinstimmung für AFS

Abweichung bei CSB_{filtriert}

Ionenselektive Elektrode (ISE) - 2009

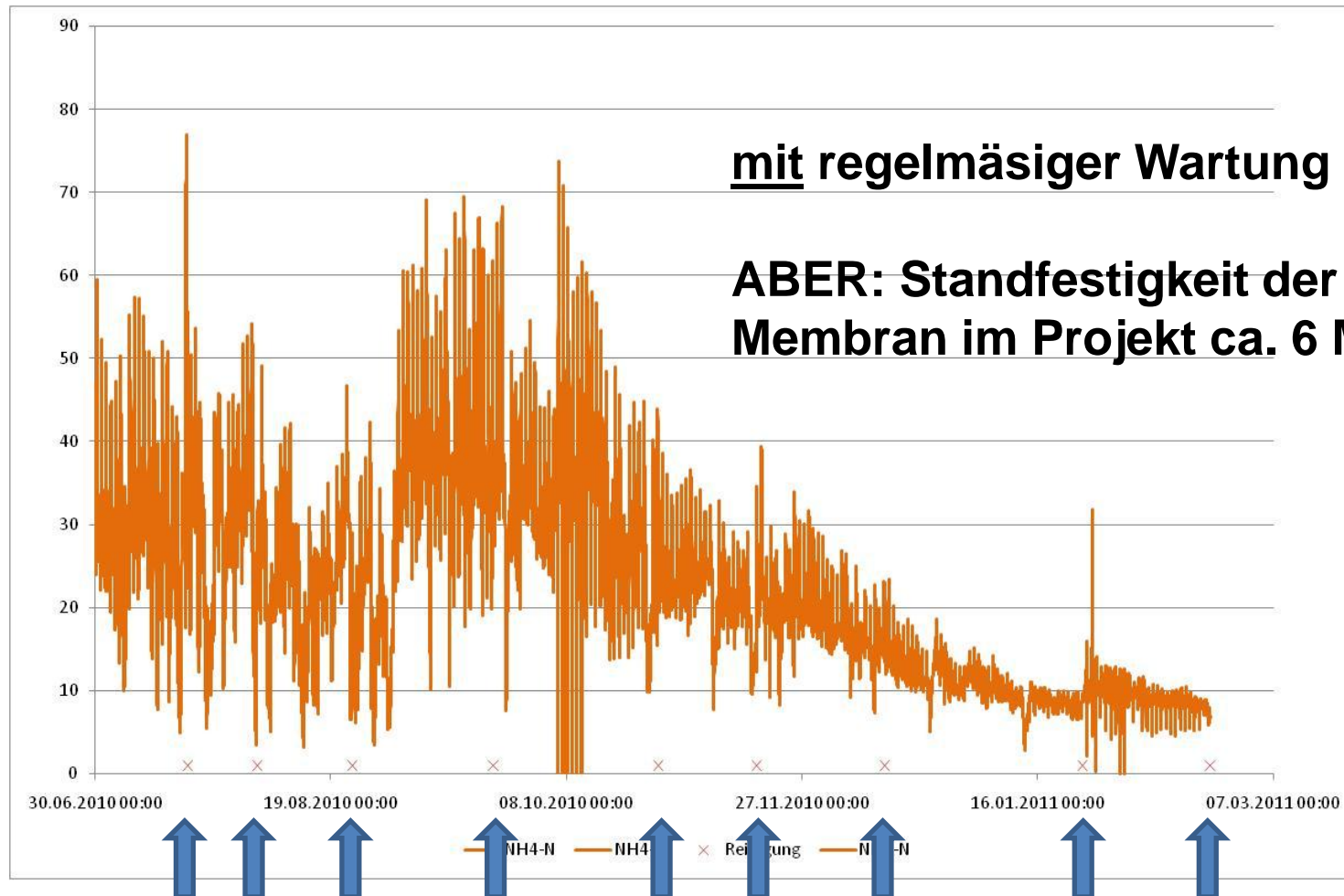
- ohne regelmäßige Reinigung der Elektrode
- → Werte nach 2 Wochen unterhalb Minimum



Ionenselektive Elektrode (ISE) - 2010

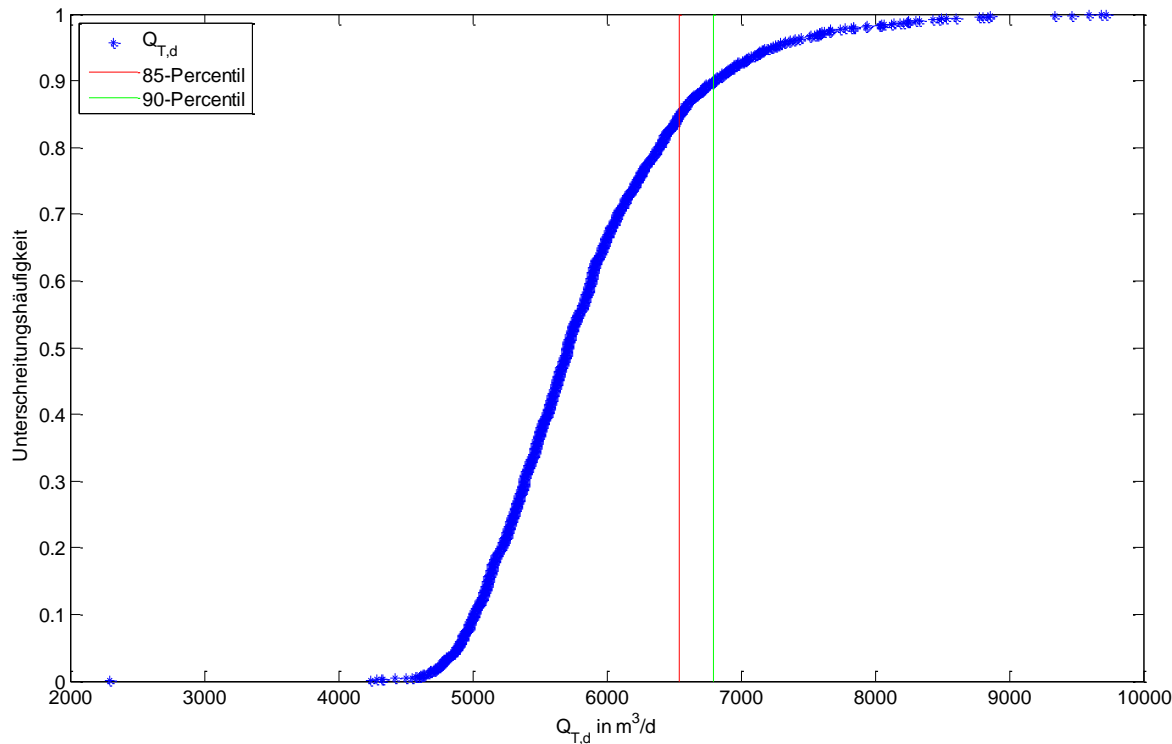
mit regelmäßiger Wartung

ABER: Standfestigkeit der Membran im Projekt ca. 6 Monate



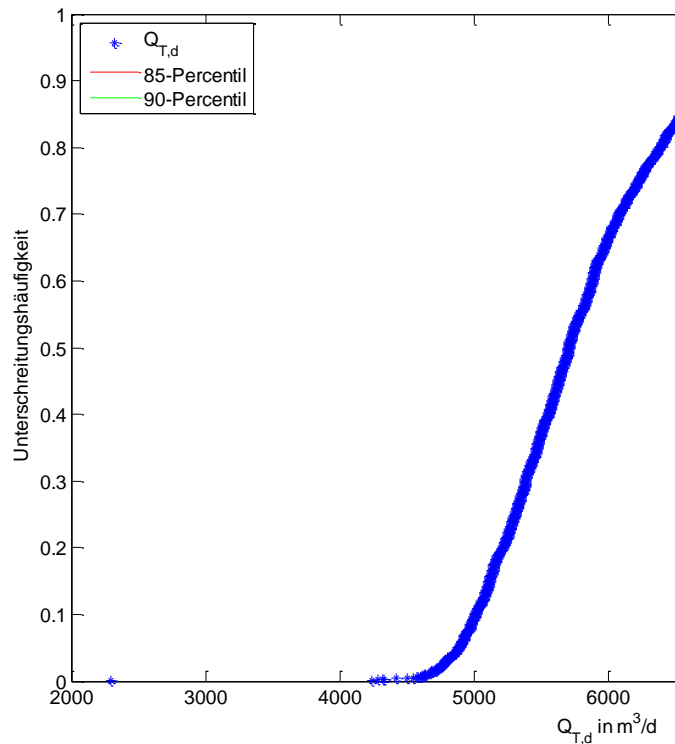
Wartung

Auswertung TW aus SCADA-Daten



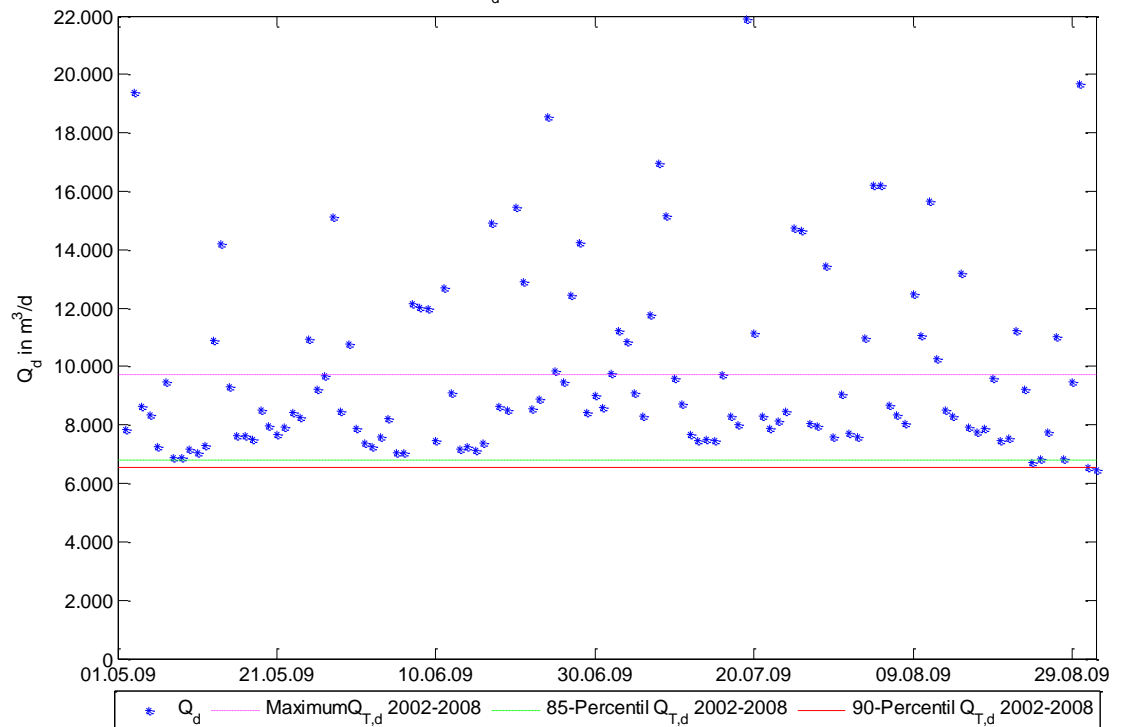
- 6542 m^3/d (85-Perc.)
- 6794 m^3/d (90-Perc.)

Auswertung TW aus SCADA-Daten



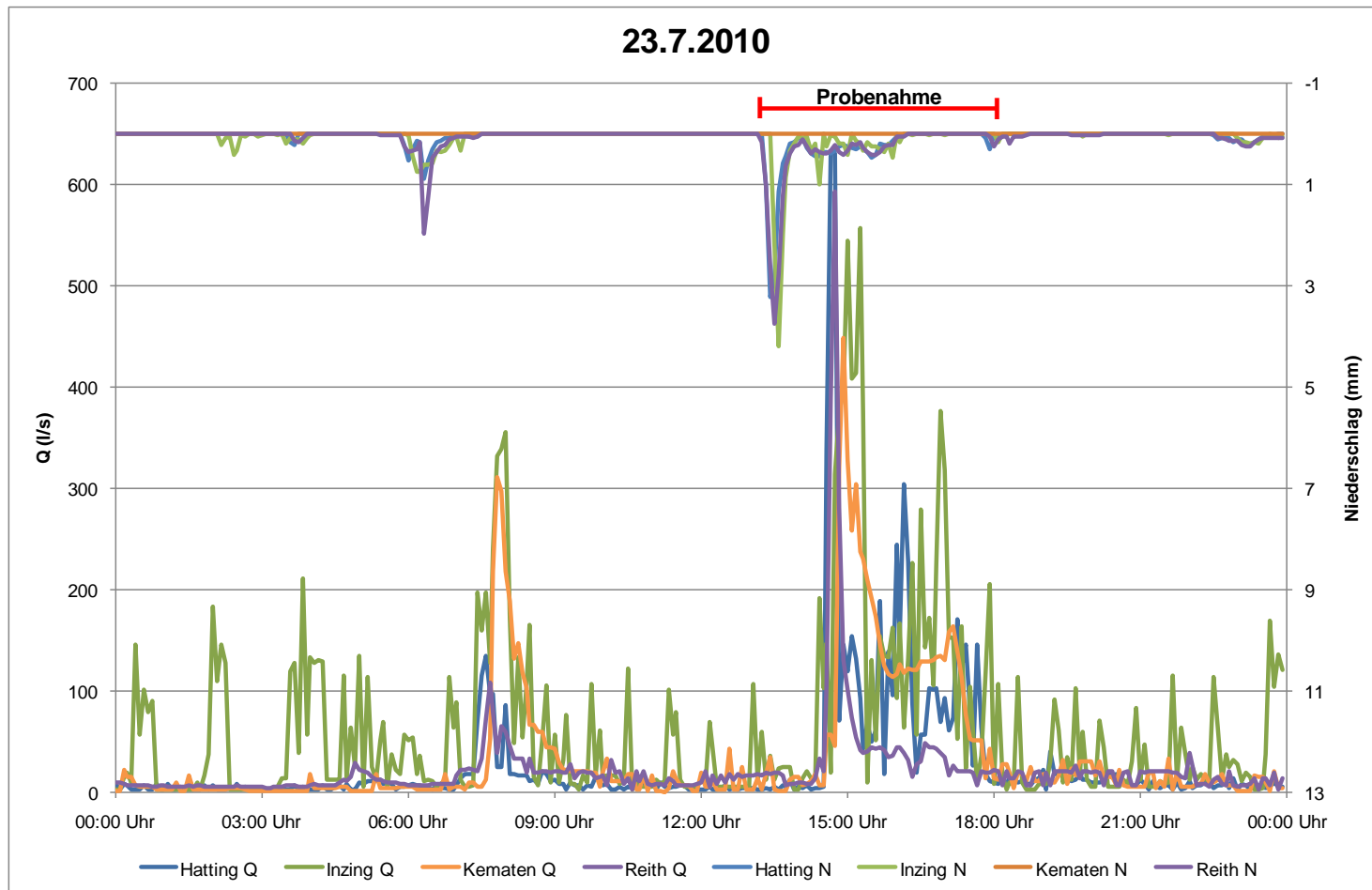
Sommer 2009 wenig
geeignet für Trockenwetter-
Messkampagne

Q_d 01.05.2009 bis 01.09.2009

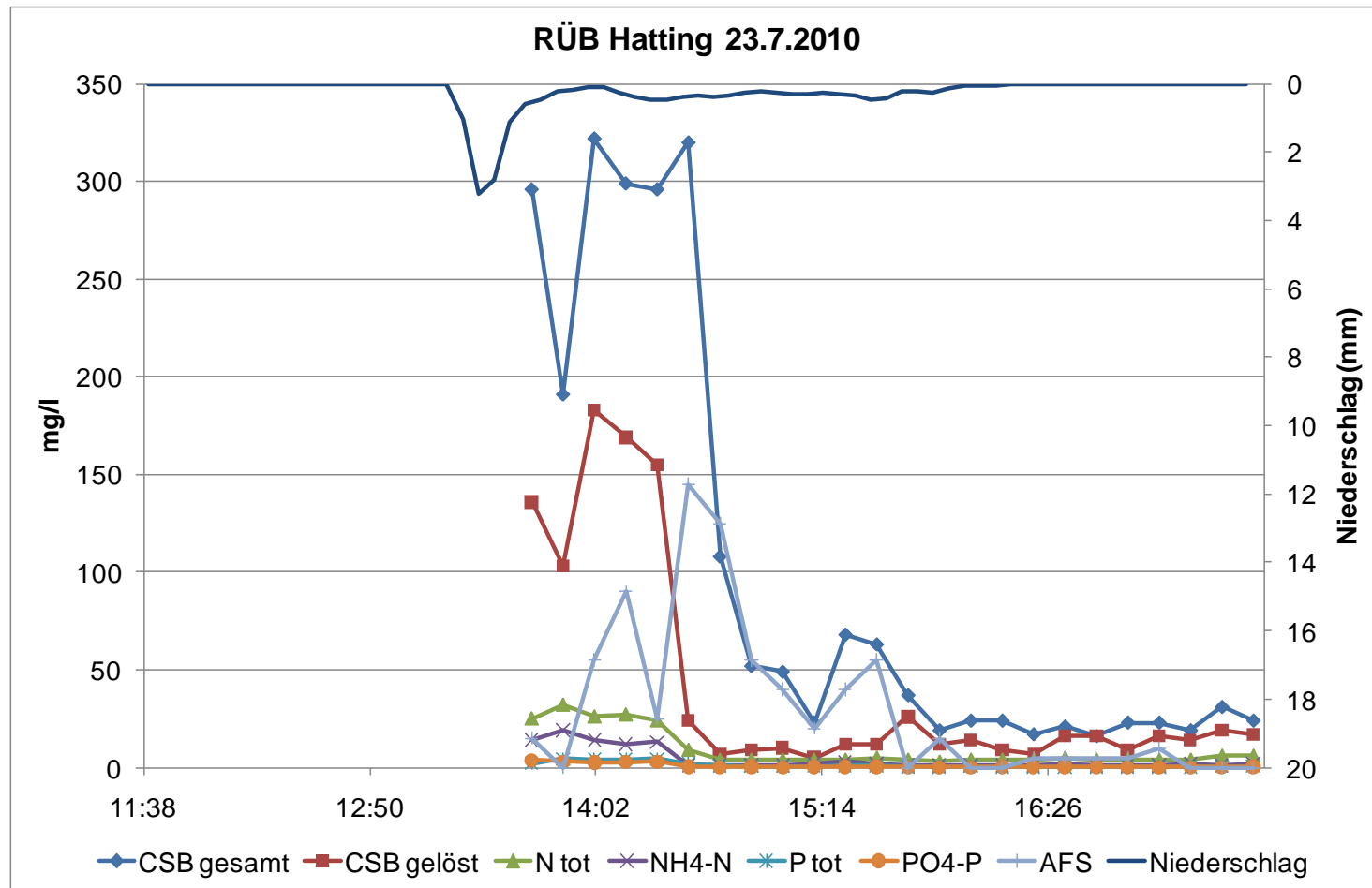


Gleitendes 21 Tage Mittel
nach DWA

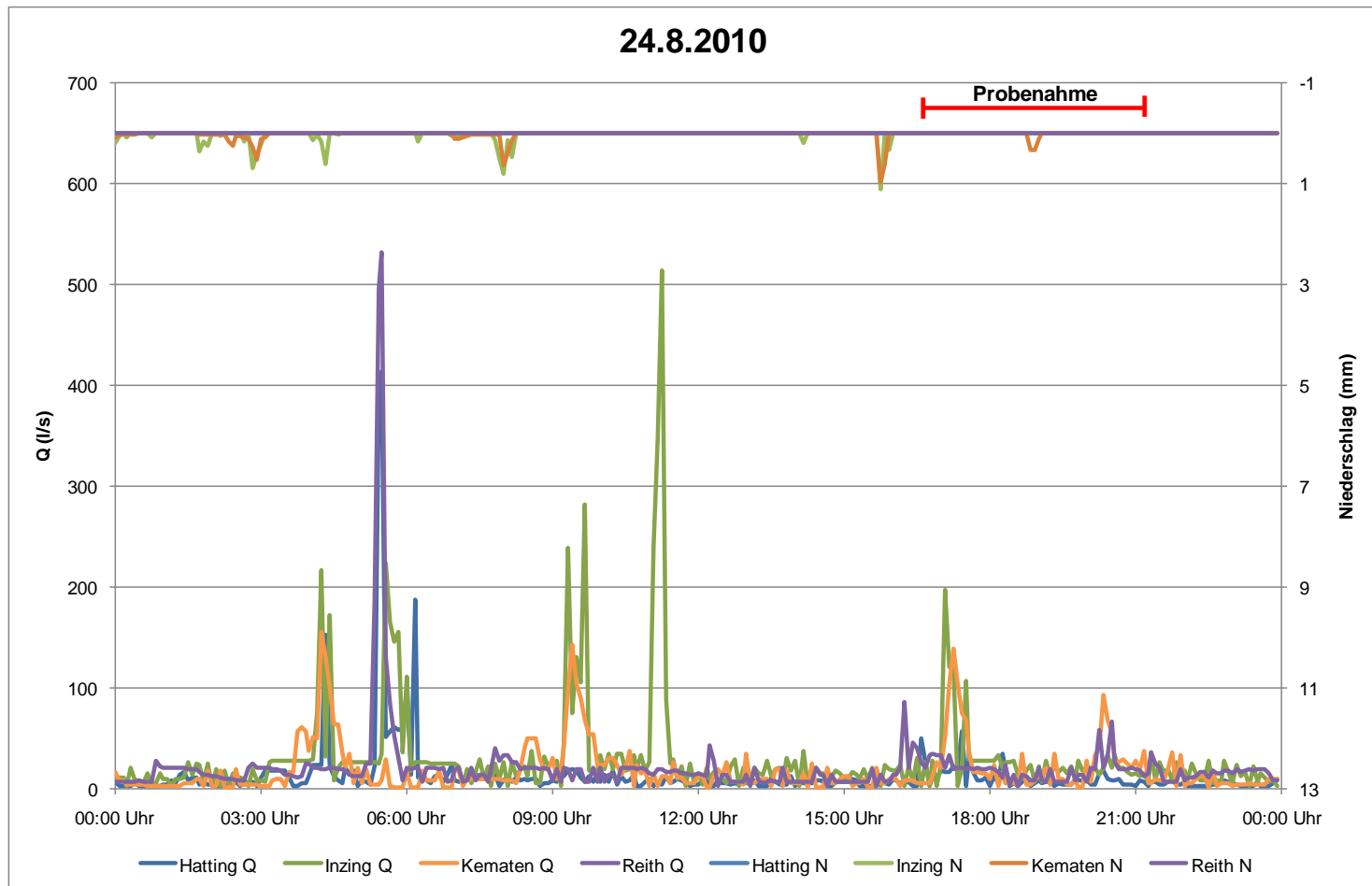
Ergebnisse – Regenwetter



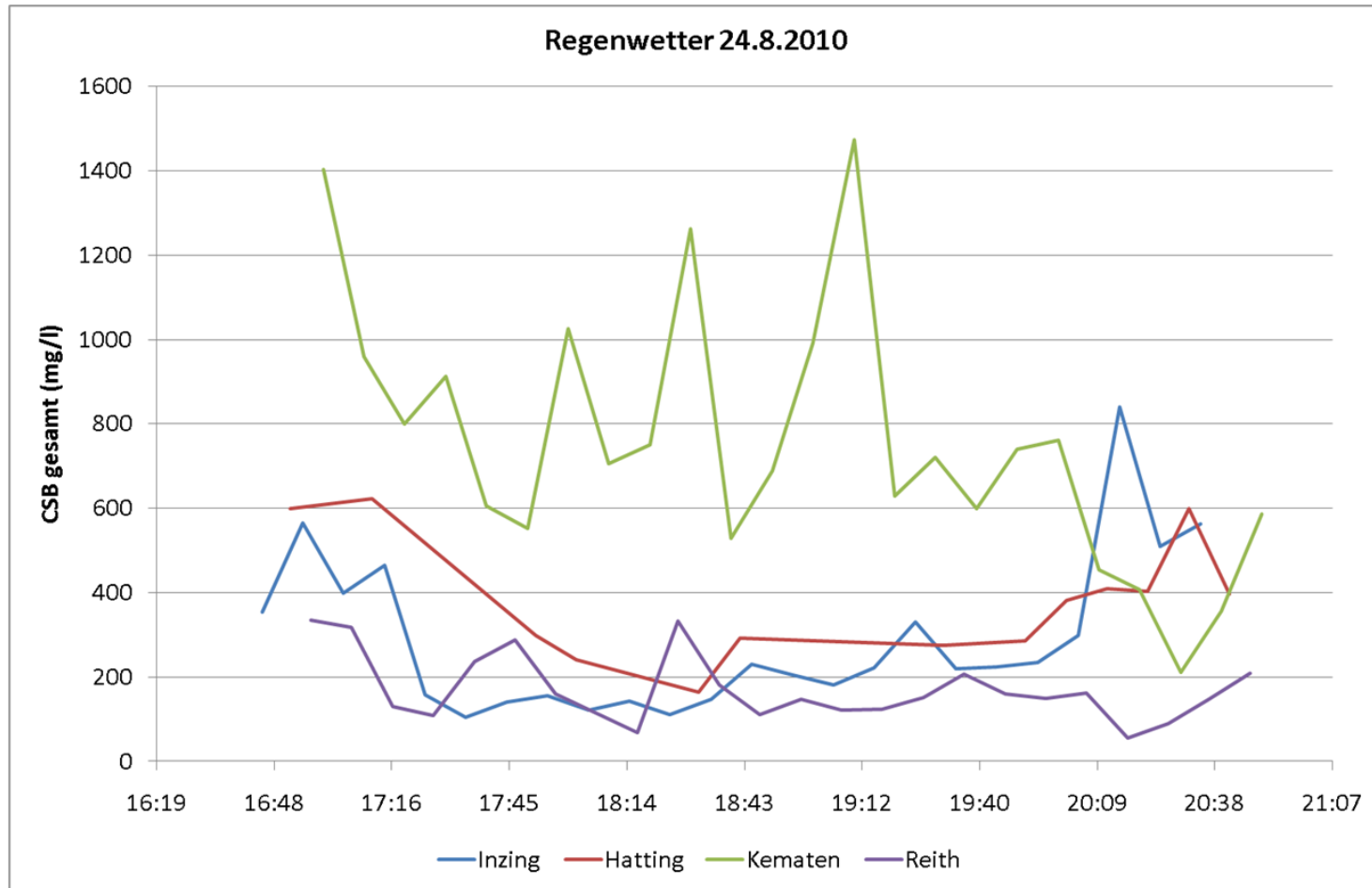
Ergebnisse – Regenwetter



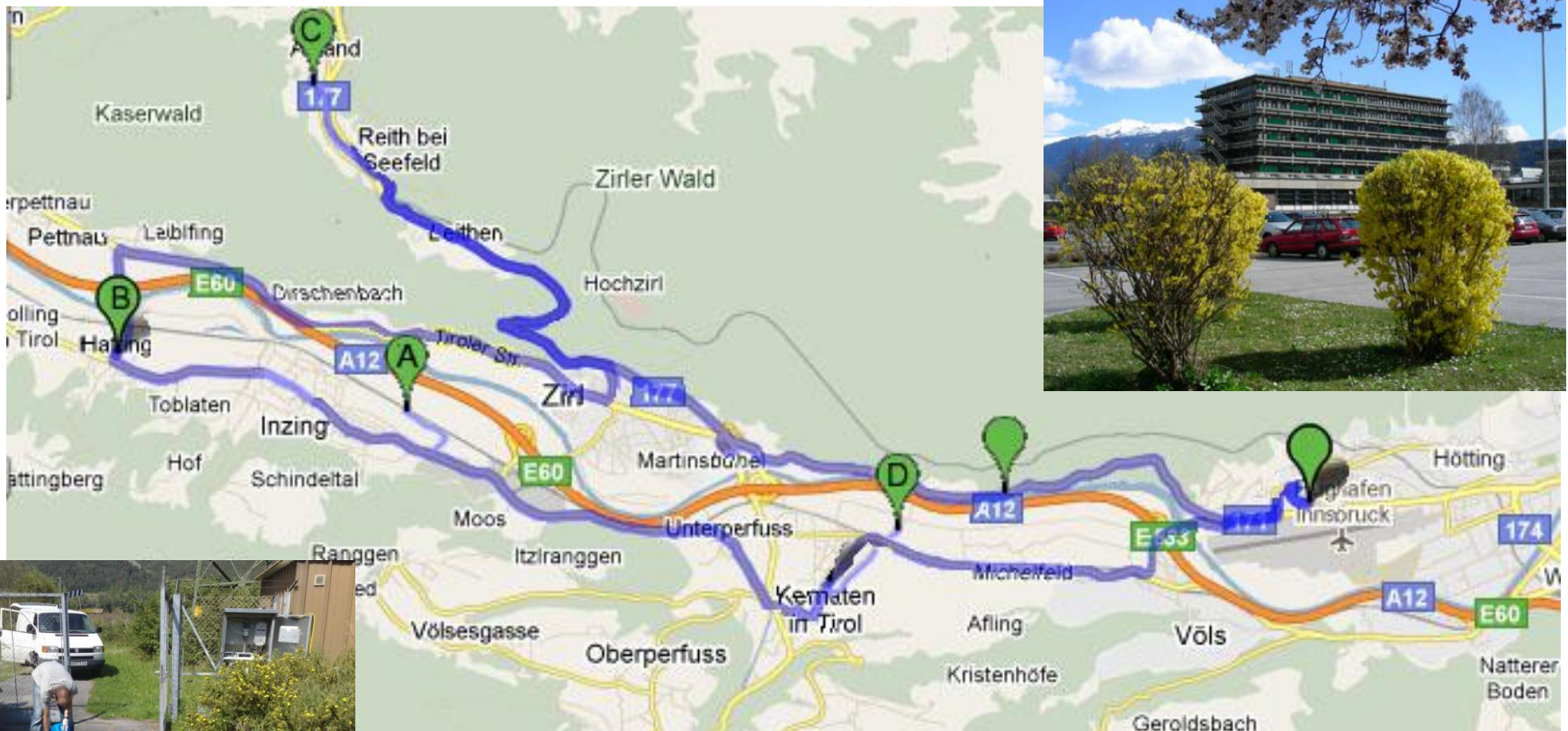
Ergebnisse – Regenwetter



Ergebnisse – Regenwetter



Messkampagne – Arbeitsaufwand



Fahrtstrecke = 120 km

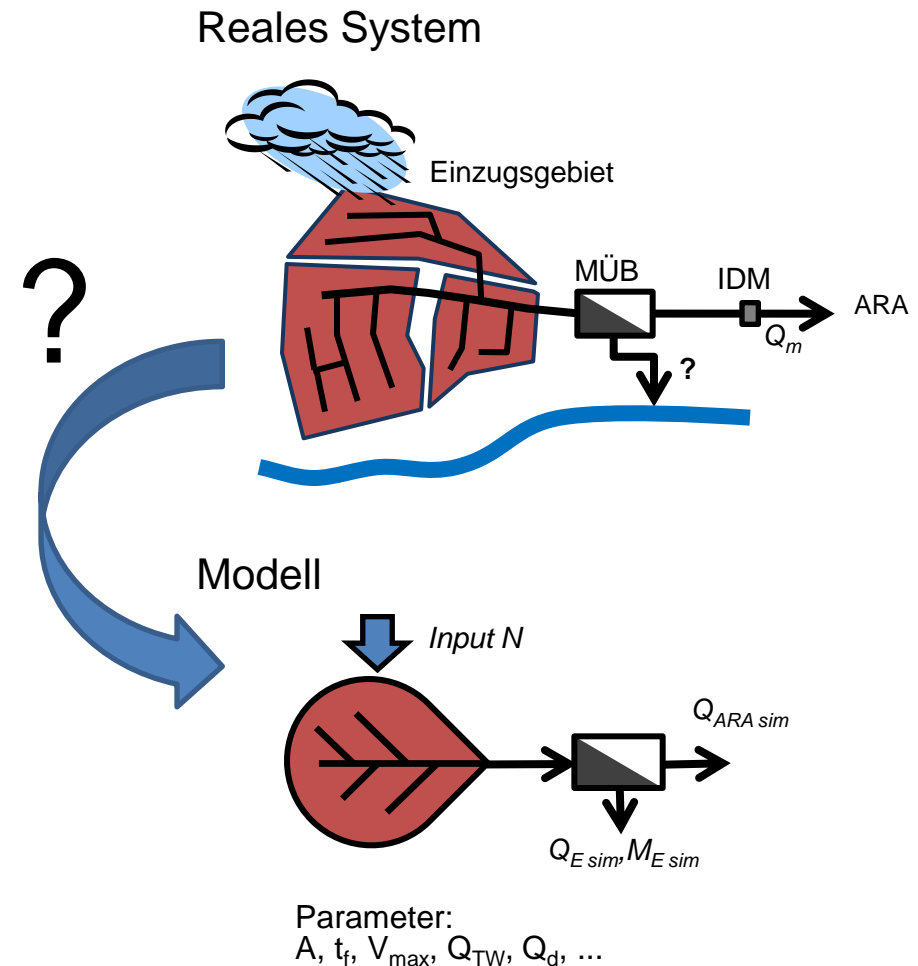
Messkampagne – Arbeitsaufwand

- Trockenwetterganglinien, 4 Regenereignisse
- Messperiode: Frühjahr 2009 bis Herbst 2010
- Bereits Vorhanden – nicht kalkuliert
 - 4 Probenehmer
 - Regenmesser, online Sensor
 - Alle hydraulischen Messungen (IDM, Echo, etc.)
- Aufwand Personal, Labor, Fahrt = **30 000 €**

Modellierung

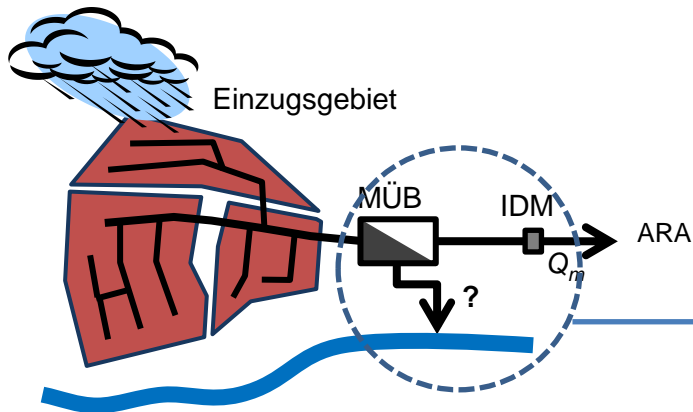
⇒ Abbildung des realen Systems im Modell

- Prozesse (NA, Transport Kanal und MÜB_(Q und C))
- Methoden (konzeptionelles Modell)
- Software (City Drain 3)
- Kalibrierung



Inputdaten

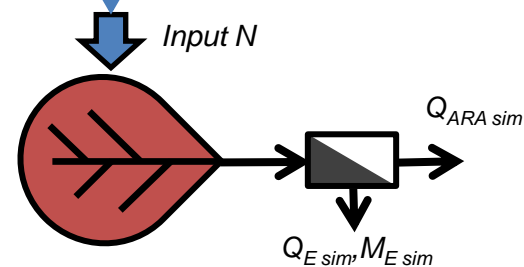
Reales System



Hydraulische Daten in 4 MÜBs

- Q_{ARA} - IDM
- $V_{RÜB}$ - Echolot
- $Q_{Entlastung}$ - Echolot

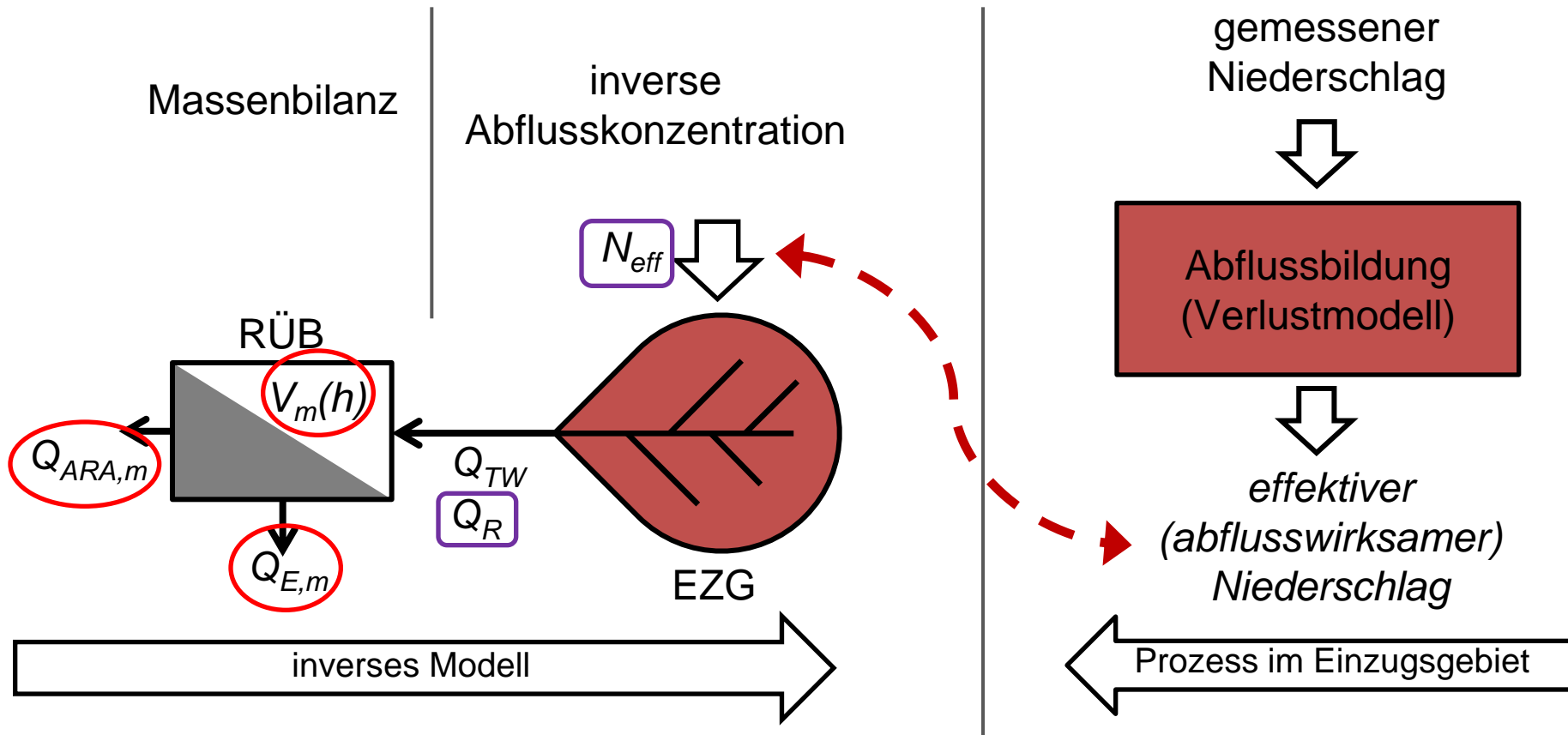
Modell



Parameter:

$A, t_f, V_{max}, Q_{TW}, Q_d, \dots$

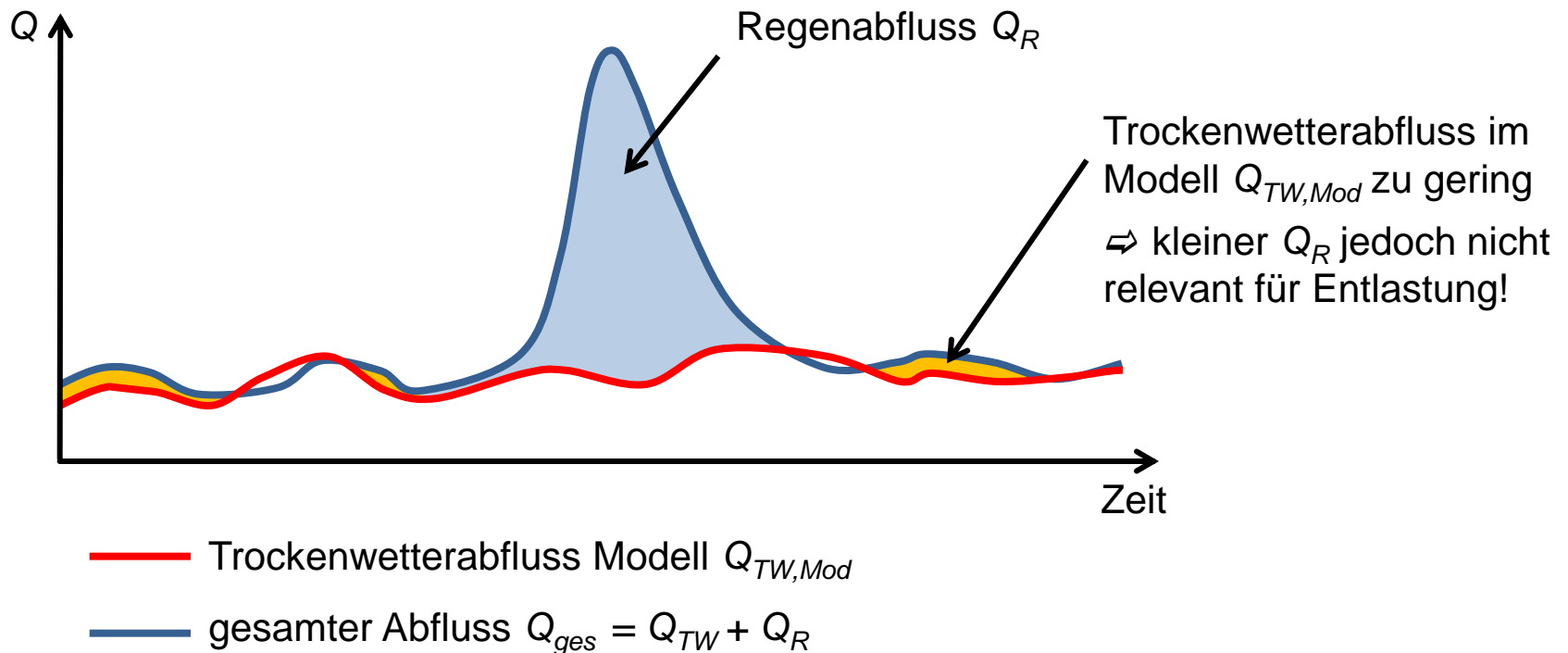
Inverses Modell - Prinzip



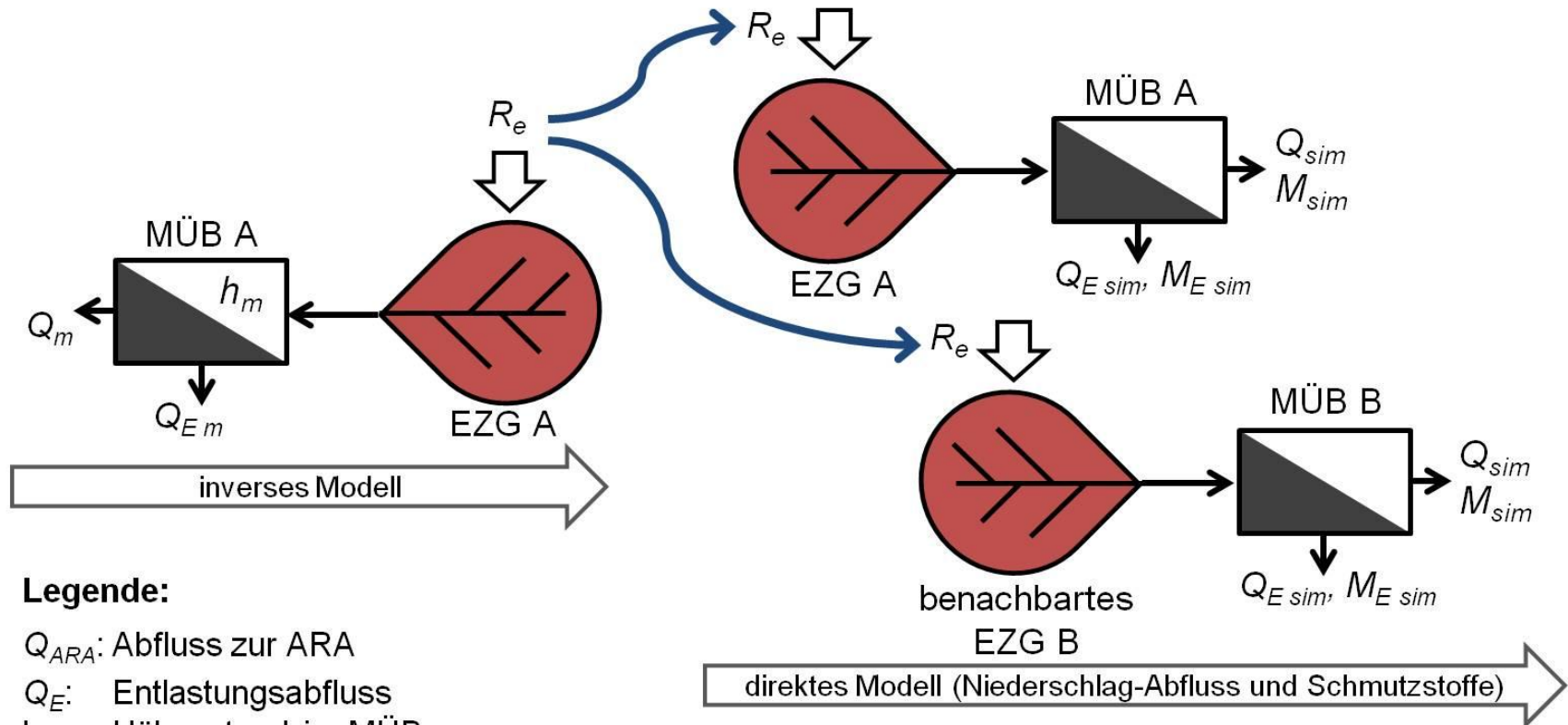
Inverses Modell – Regenabfluss Q_R

$$Q_R = Q_{ges} - Q_{TW,Mod}$$

... $Q_R \Leftrightarrow$ inverses N-A-Modell \Leftrightarrow Niederschlag



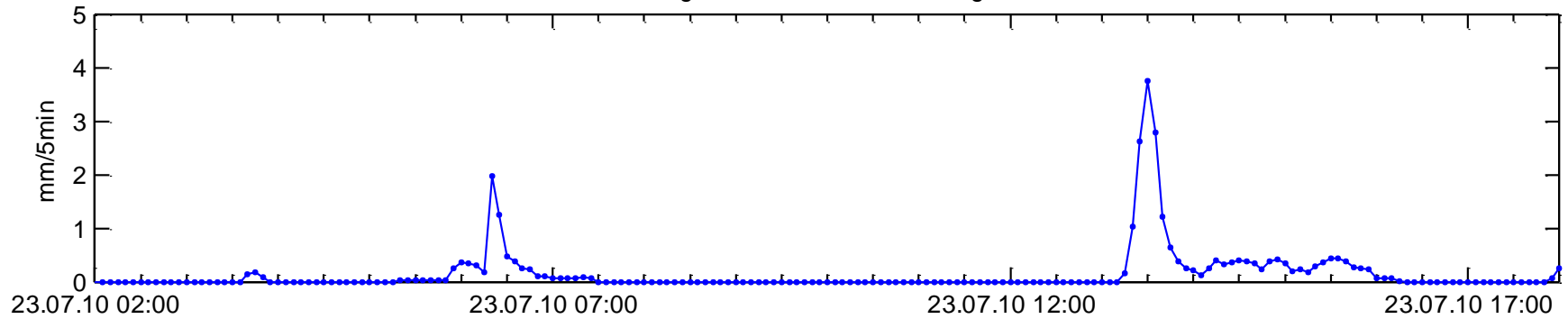
Inverses Modell - Anwendung



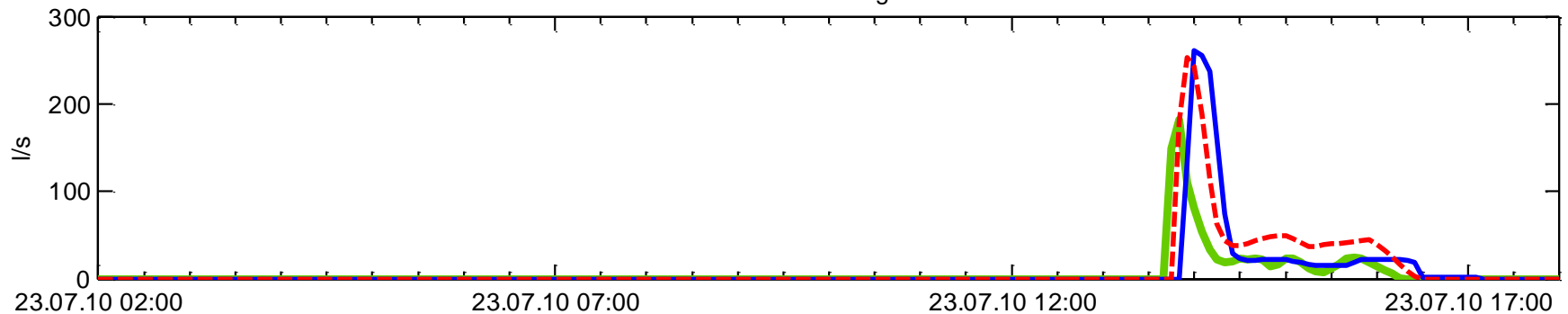
Inverses Modell – Vorteile, Einschränkungen

- Vorteile
 - **Räumliche Regenverteilung berücksichtigt**
 - Abflussmessung „genauer“ → Fehler Regenmessung „berücksichtigt“
- Einschränkungen
 - ausreichende Ausstattung mit Sensoren erforderlich
 - Aktueller Trockenwetterabfluss ist Bestandteil der Methode aber nicht genau bekannt → Fehler

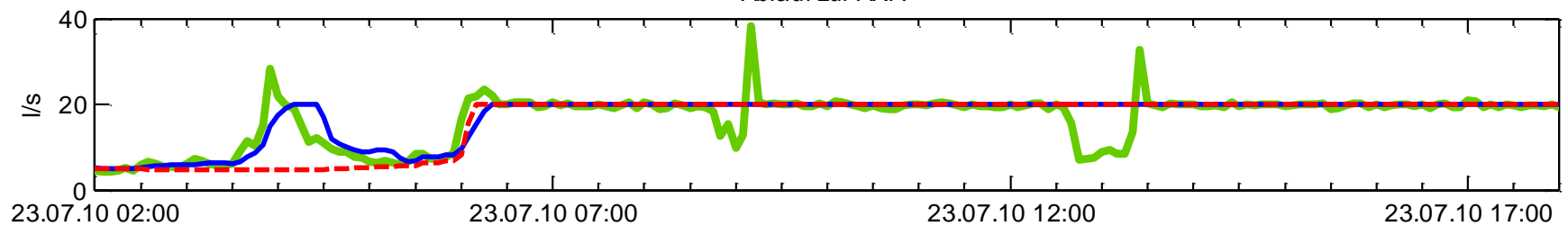
gemessener Niederschlag



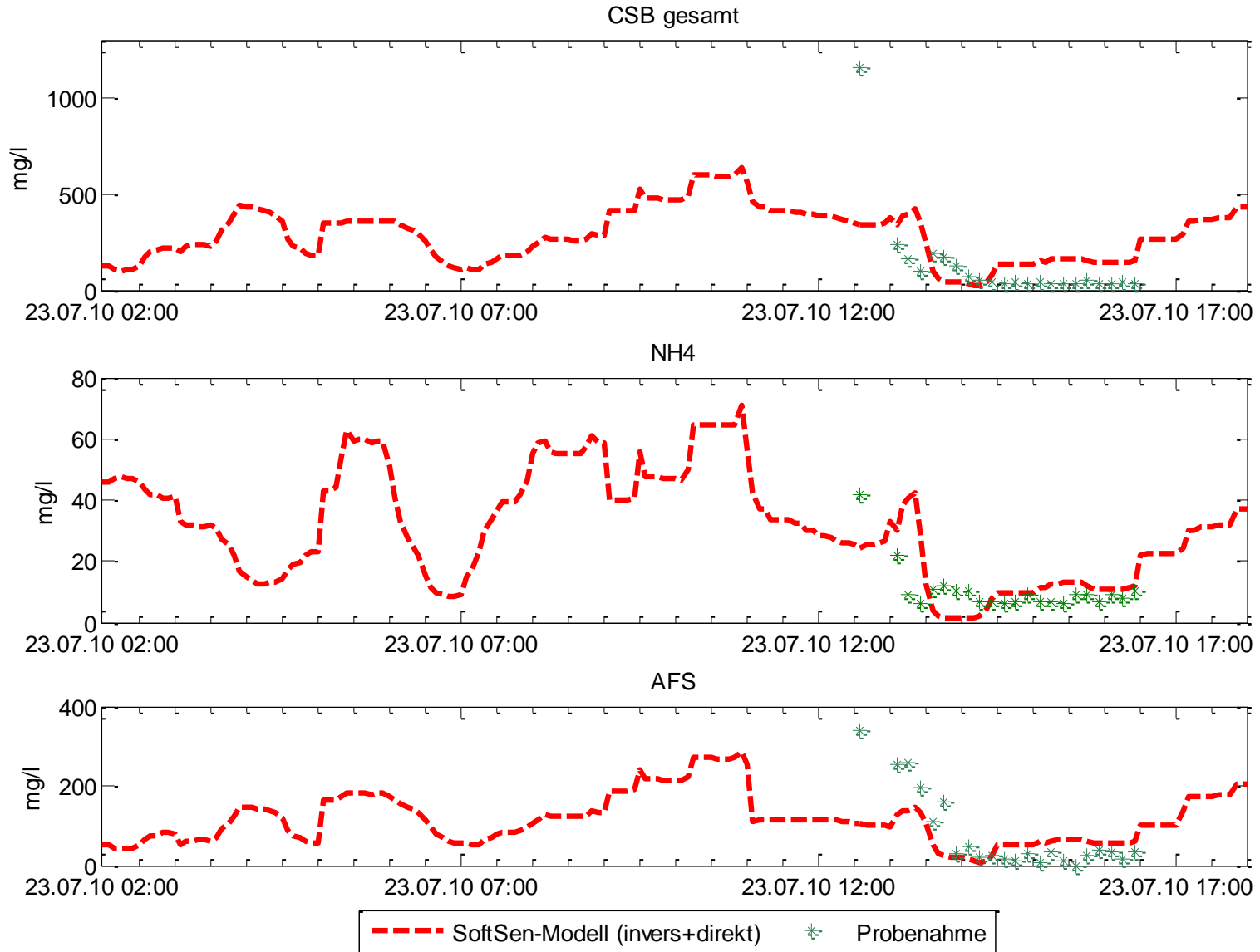
Entlastung



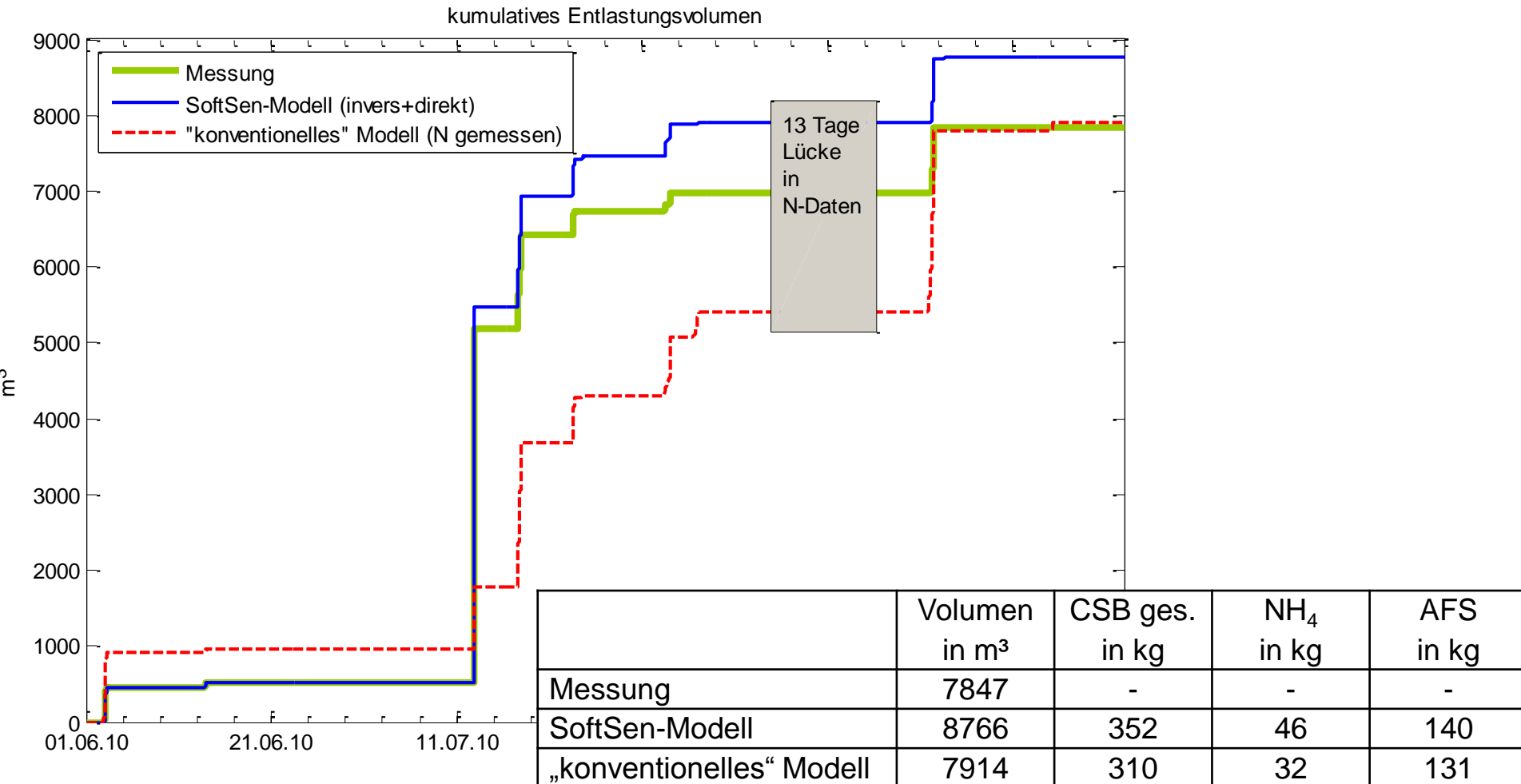
Ablauf zur ARA



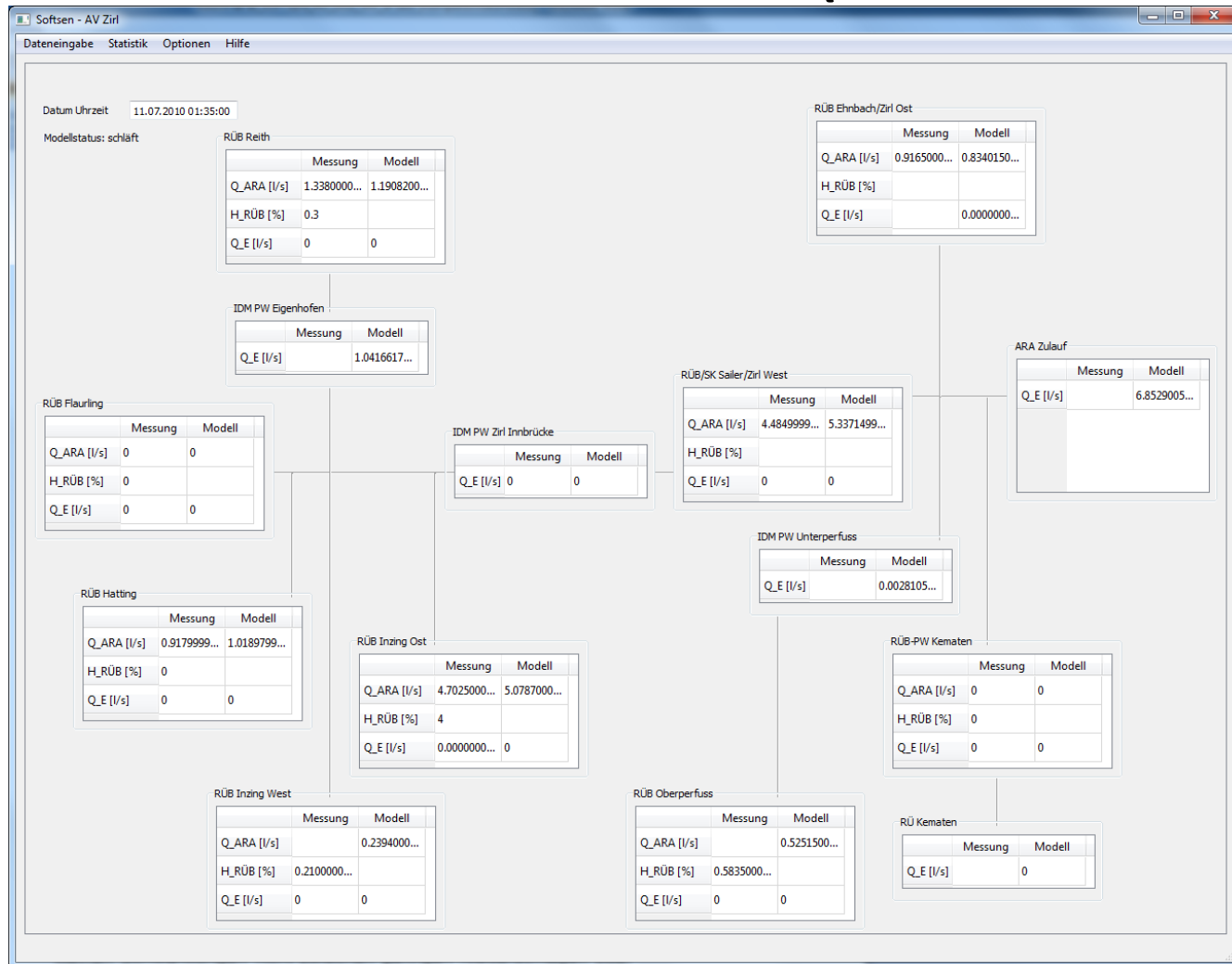
— Messung
 — SoftSen-Modell (invers+direkt)
 - - - "konventionelles" Modell (N gemessen)



MW-Entlastung Messstelle C (Q und C)

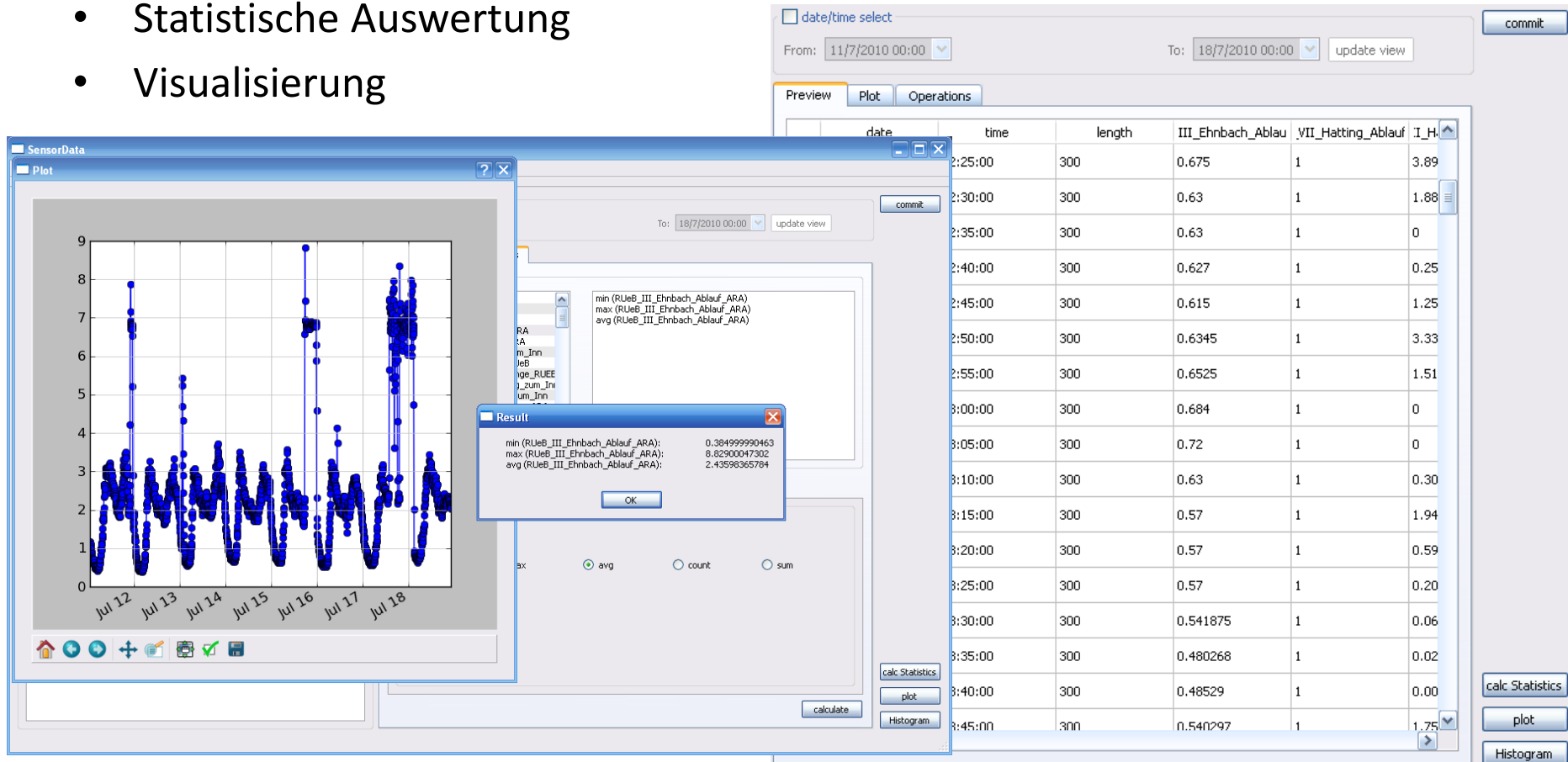


Software *SOFTSEN* – GUI (Kanal SCADA)

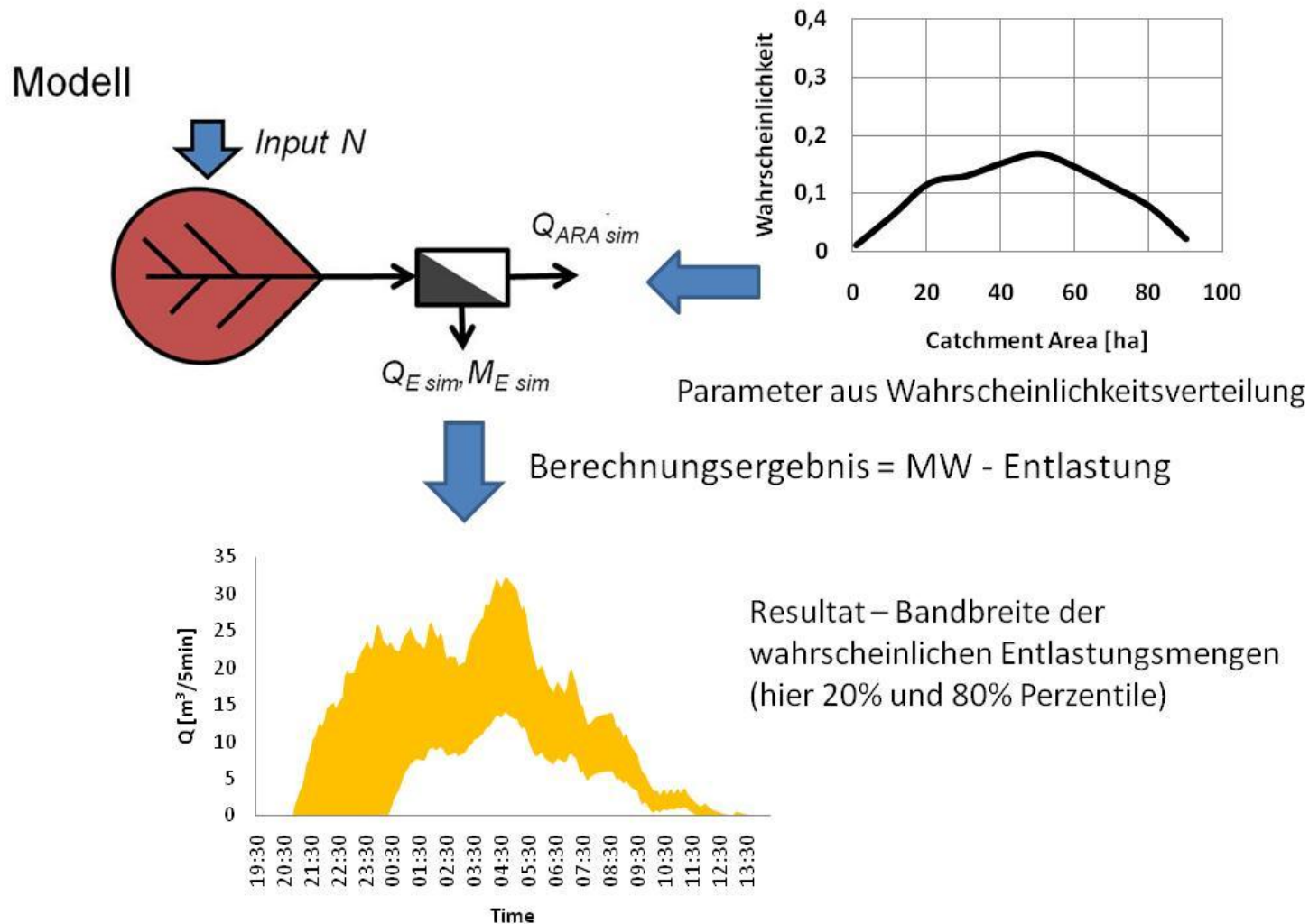


Software *SOFTSEN* - Datenbank

- Ablage aller Modellergebnisse und Messdaten in einer Datenbank
- Statistische Auswertung
- Visualisierung



Unsicherheit der Prognose



Automatische Erkennung von Störungen

- ⇒ große Differenz zwischen (zusätzlicher) Messung und Modell
- Störungen im System
 - Pumpwerke
 - Schieber
 - Fremdwasser
 - ...
- Störungen der Sensoren
 - z.B. Entlastung bei leerem Becken

Voraussetzungen für SOFTSEN

- **Minimum**

- Systemdaten (Flächen, MÜB-Volumen, Kanallängen etc)
- Niederschlagsmessung
- Abschätzung von Parameterwerten
- Unkalibriertes Modell

- **Basis**

- + Trockenwetterabfluss und –konzentrationen (Messung)
- + Regenwetterabfluss und -konzentrationen (Messung)
- Kalibriertes Modell

- **Zusätzlich**

- + Online Daten (räumlicher Niederschlag, Wasserstand, Abfluss)
- Verbesserte Modellresultate – mehr Information

Zusammenfassung

- Prämisse: Online Daten der MW-Entlastungen (Abfluss und Stoffkonzentrationen) sind wertvolle Informationen
- Modellbasierte Abschätzung ist eine reale Möglichkeit
 - Vorteil: gutes Kosten-Nutzen Verhältnis, umfassende und stabile Informationen, SCADA
 - Nachteil: Ungenauigkeit