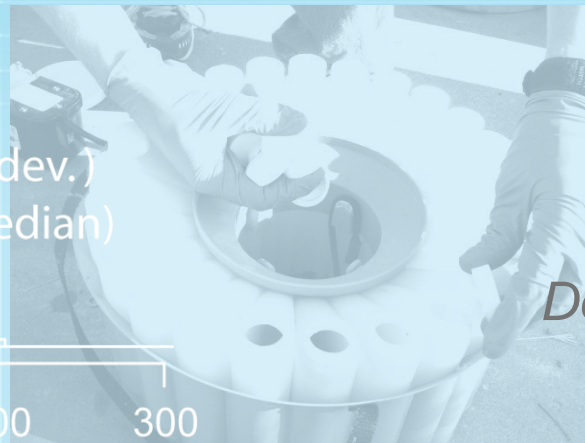
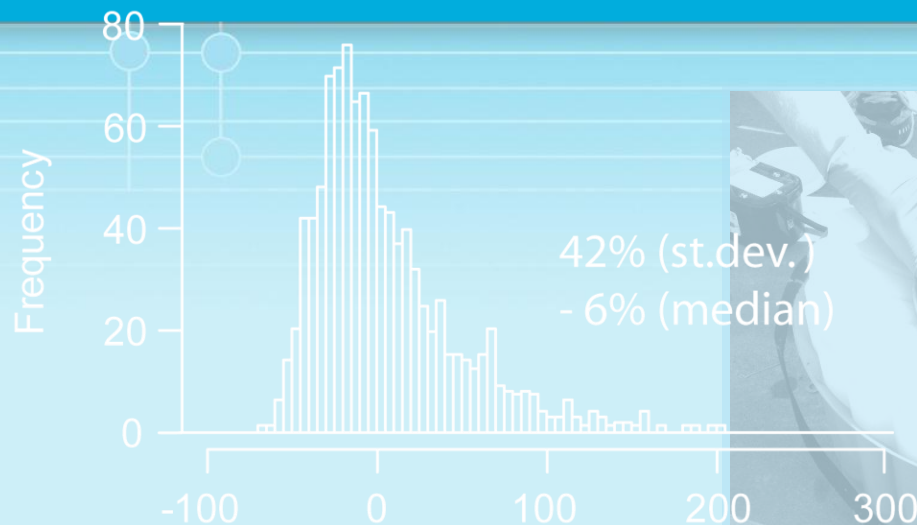


Unsicherheitsanalyse von Spurenstofffrachten im Mischwasserüberlauf

Fallbeispiel: Regenbecken Grüningen (ZH)



*Jörg Rieckermann
Dominik Sonderegger
Irene Wittmer*

Können wir Spurenstofffrachten in Mischwasserentlastungen messen?

„Ja“, aber...

- Die modell-basierte Unsicherheitsanalyse der Daten des REXPO Projektes zeigt, dass Frachten **systematisch überschätzt** werden (15 - 60%).
- Die **Probenahmestrategie** hat einen massgeblichen Einfluss auf das Messresultat.

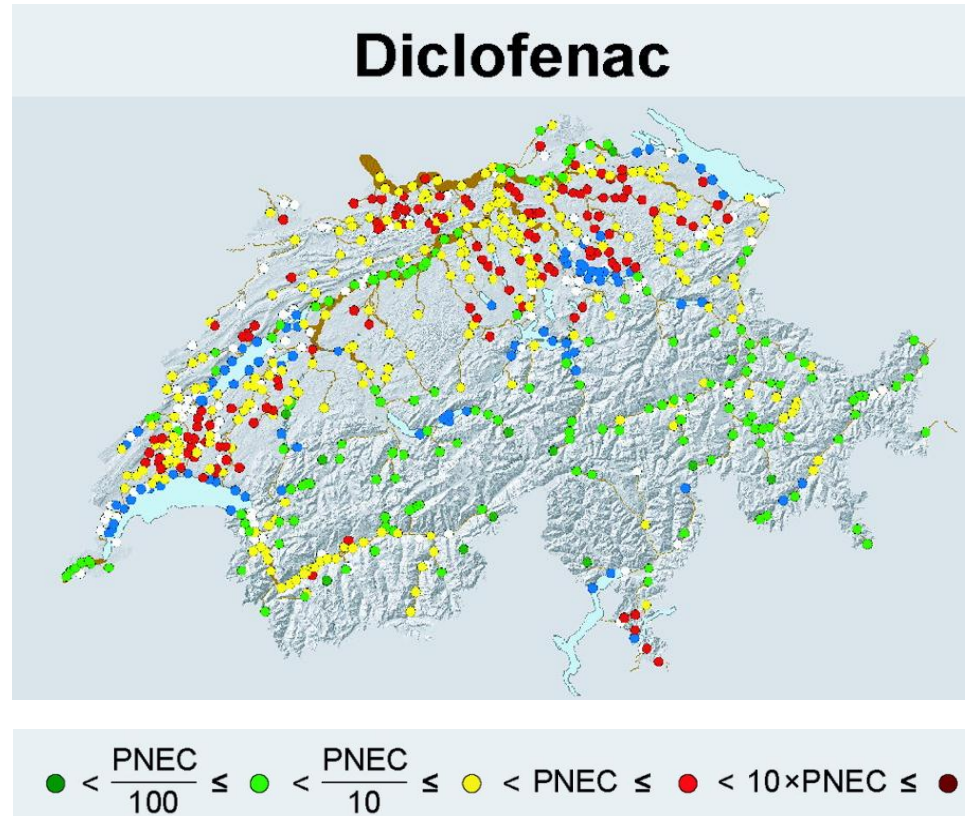
Herausforderung Mikroverunreinigungen

Hintergrund

30'000

Herausforderung Mikroverunreinigungen

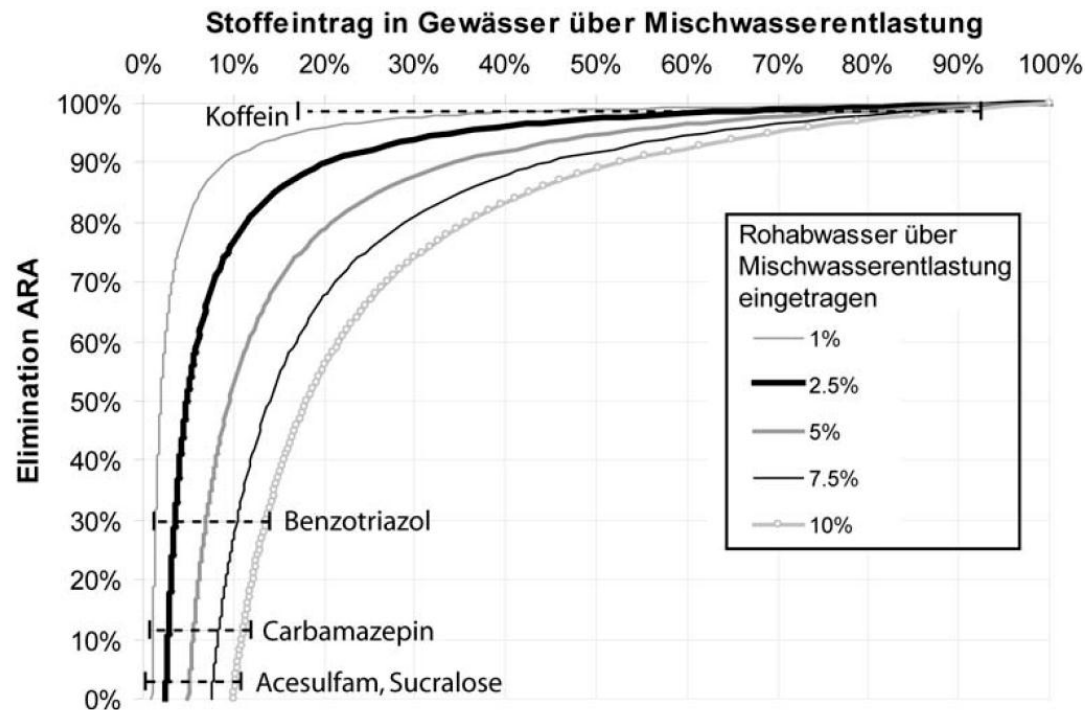
Zustandsbeurteilung Schweiz



Ort et al. (2009) *Model-Based Evaluation of Reduction Strategies for Micropollutants from Wastewater Treatment Plants in Complex River Networks*, *Environ. Sci. Technol.*, 43 (9), pp 3214–3220

Herausforderung Mikroverunreinigungen

Emissionen von Spurenstoffen im Mischwasserüberlauf



Götz, C.W., R. Kase und J. Hollender (2010). „Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser“. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf

Das REXPO Projekt

Emissionen von Spurenstoffen im Mischwasserüberlauf

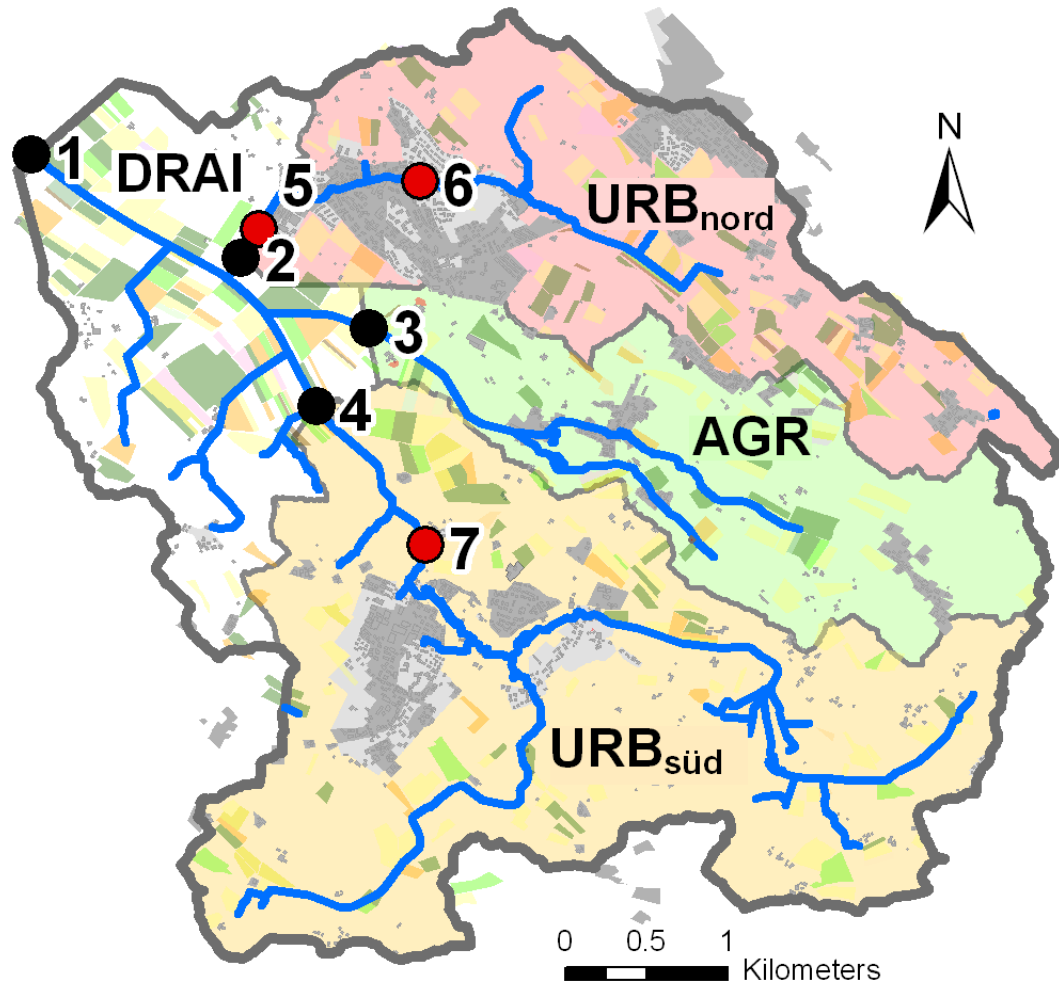
25 km²

400 ha Kulturland

12'000 Einwohner

Probenahme:

- Vorfluter
 - 1. Total
 - 2. URB_{nord}
 - 3. AGR
 - 4. URB_{süd}
- Stadtentwässerung
 - 5. ARA
 - 6. Regenwasserkanal
 - 7. Mischwasserentl.



© Swisstopo

Wittmer, I. et al. (2010) Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface waters. *Water Research*. 2010 May;44(9):2850-62.

Das REXPO Projekt

Regenbecken Grüningen

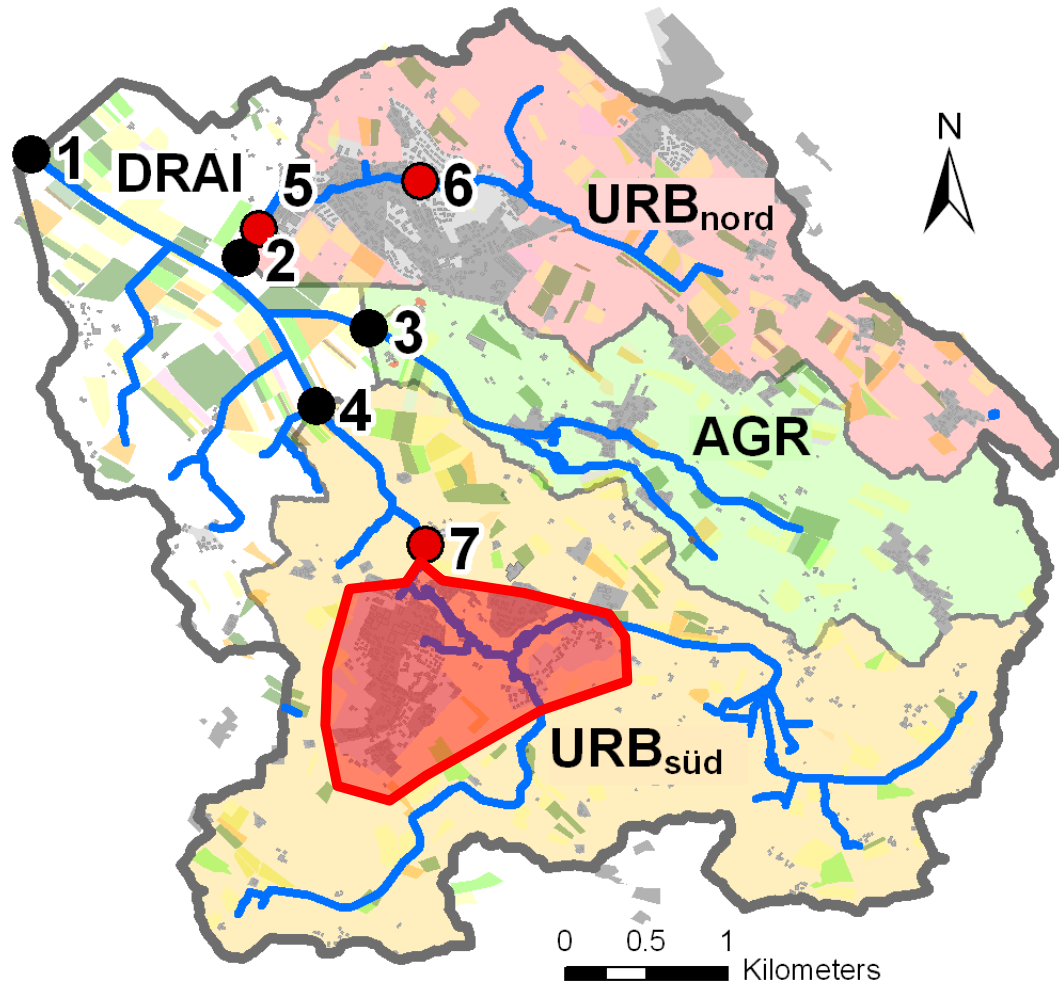
25 km²

400 ha cultures

12'000 inhabitants

Probenahme:

- Vorfluter
 - 1. Total
 - 2. URB_{nord}
 - 3. AGR
 - 4. URB_{süd}
- Stadtentwässerung
 - 5. ARA
 - 6. Regenwasserkanal
 - 7. Mischwasserentl.



© Swisstopo

Wittmer, I. et al. (2010) Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface waters. *Water Research*. 2010 May;44(9):2850-62.

Fragestellung

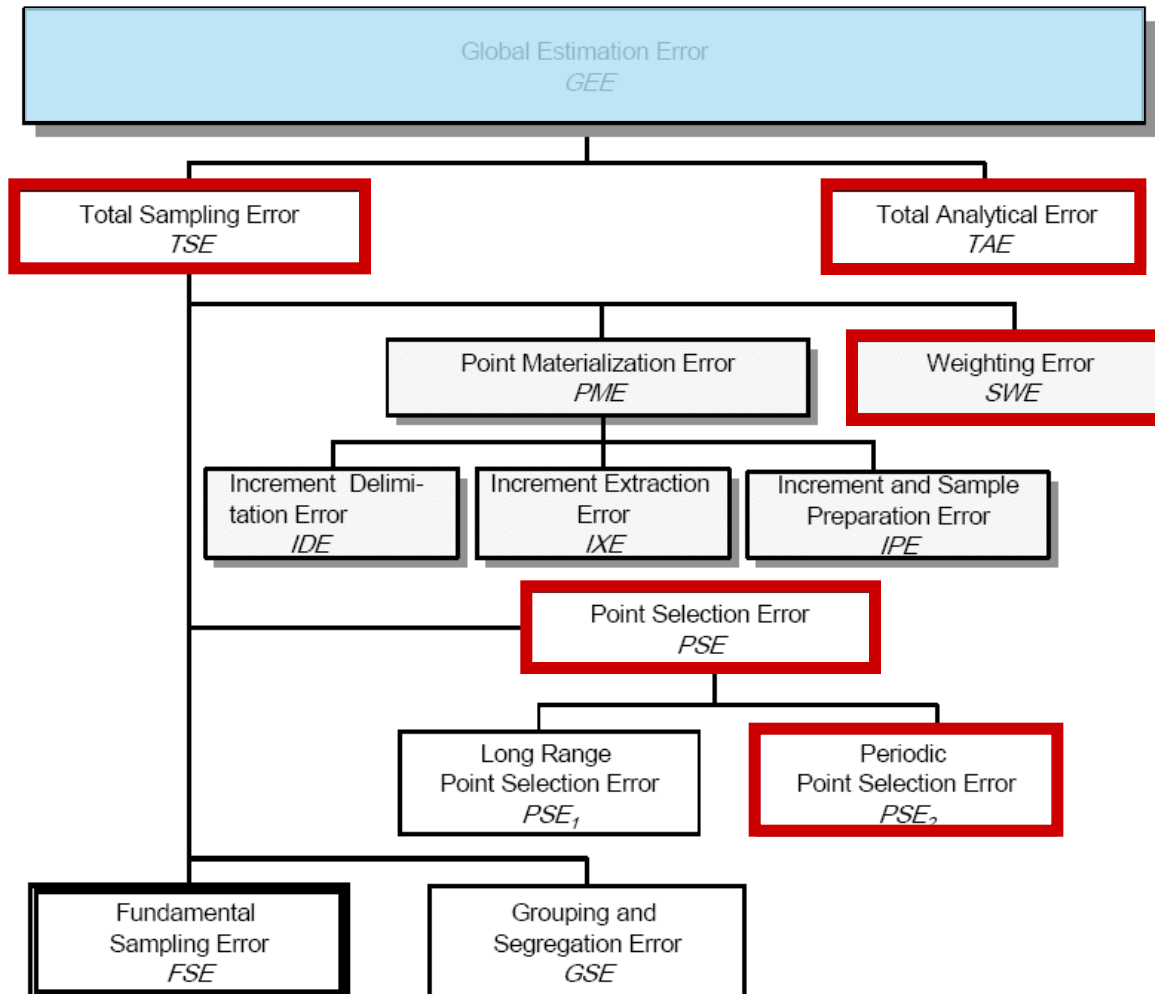
- Wie gross sind die Unsicherheiten von gemessenen Spurenstofffrachten im Mischwasserüberlauf?

Wie können wir sie abschätzen?

Welches sind die massgeblichen Einflussgrössen?

Unsicherheit auf „gemessener“ Überlauffracht

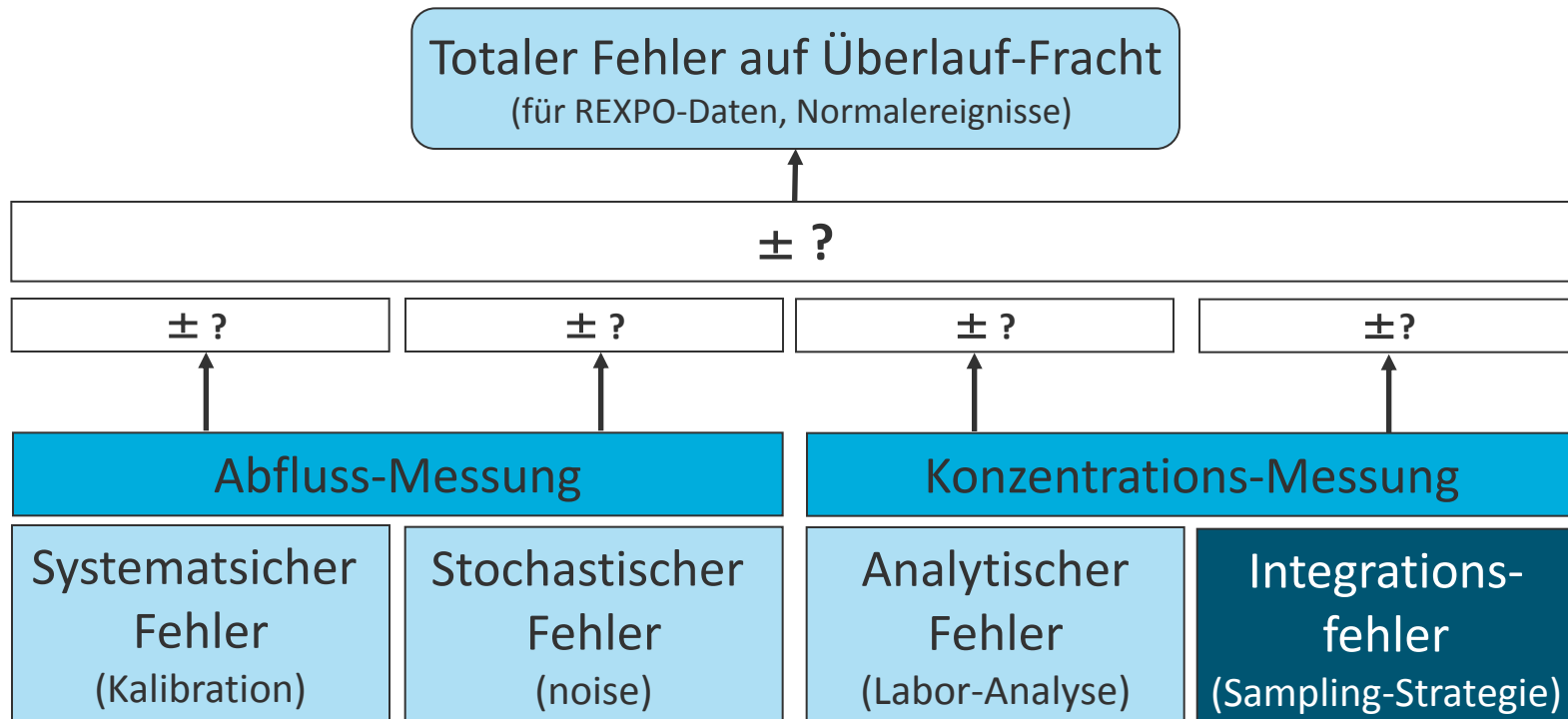
Probenahmetheorie



Gy, P. (1992). "Sampling of Heterogeneous and Dynamic Material Systems. Theories of Heterogeneity, Sampling and Homogenizing", Elsevier, Amsterdam.

Unsicherheit von „gemessener“ Überlauffracht

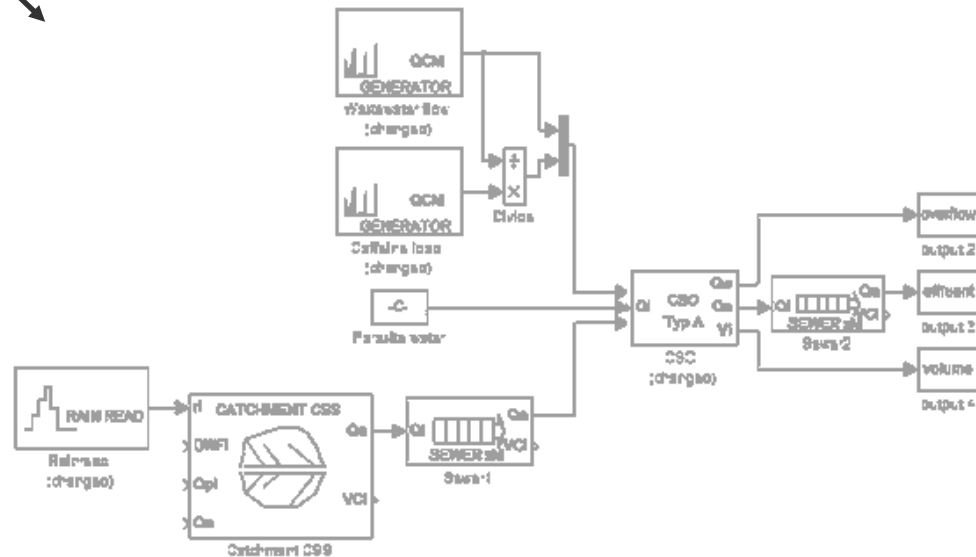
Probenahmetheorie, angepasst



Vorgehen

Modell-basierte Abschätzung

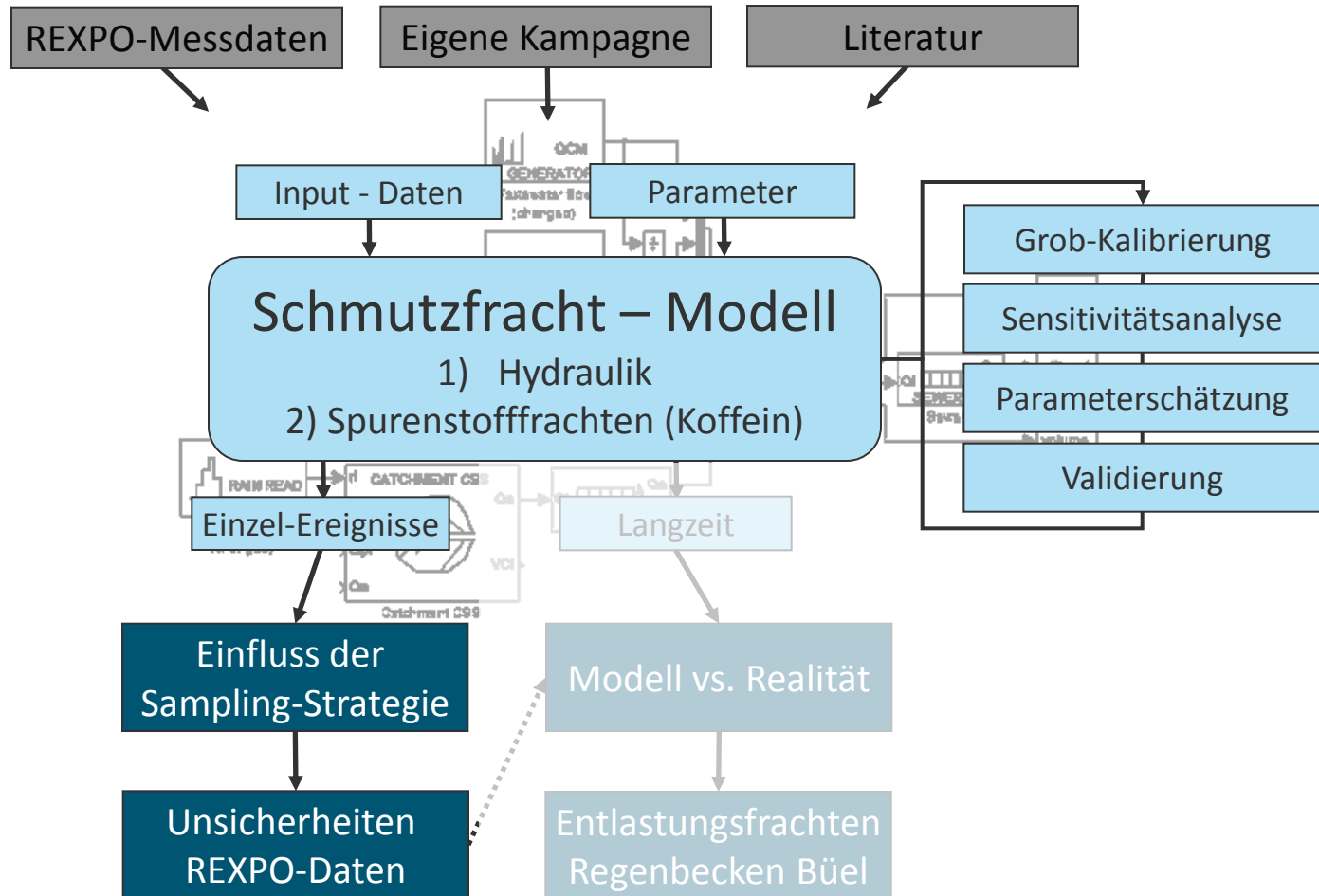
REXPO-Messdaten



Unsicherheiten
REXPO-Daten

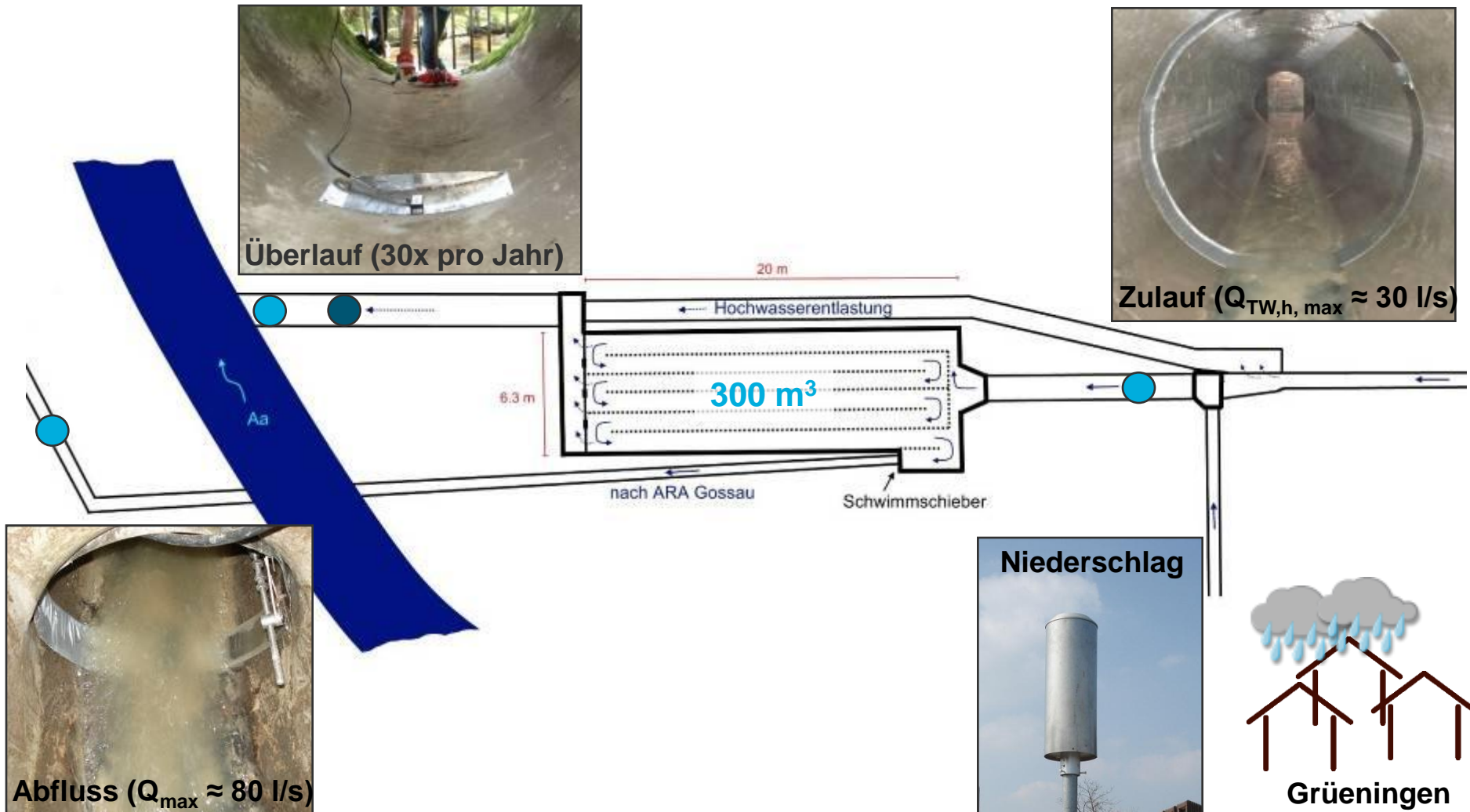
Vorgehen

Modell-basierte Abschätzung



Messkampagne Regenbecken Grüningen (REB)

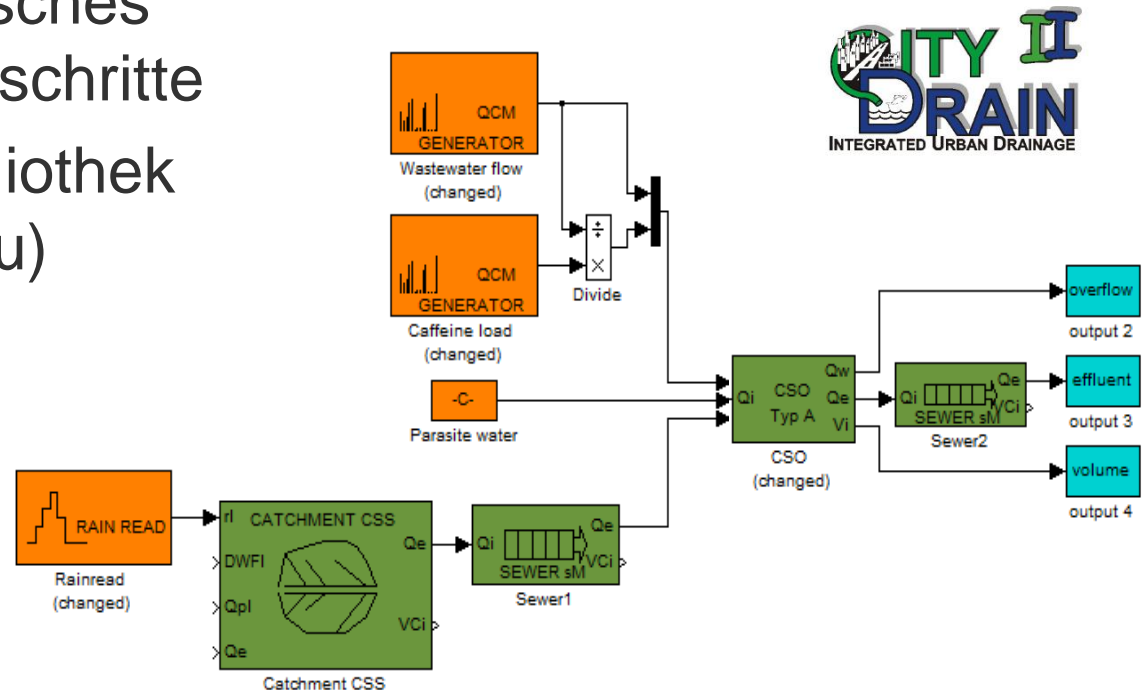
REXPO und **eigene** Messungen



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

Implementation in CityDrain (Uni-Innsbruck)

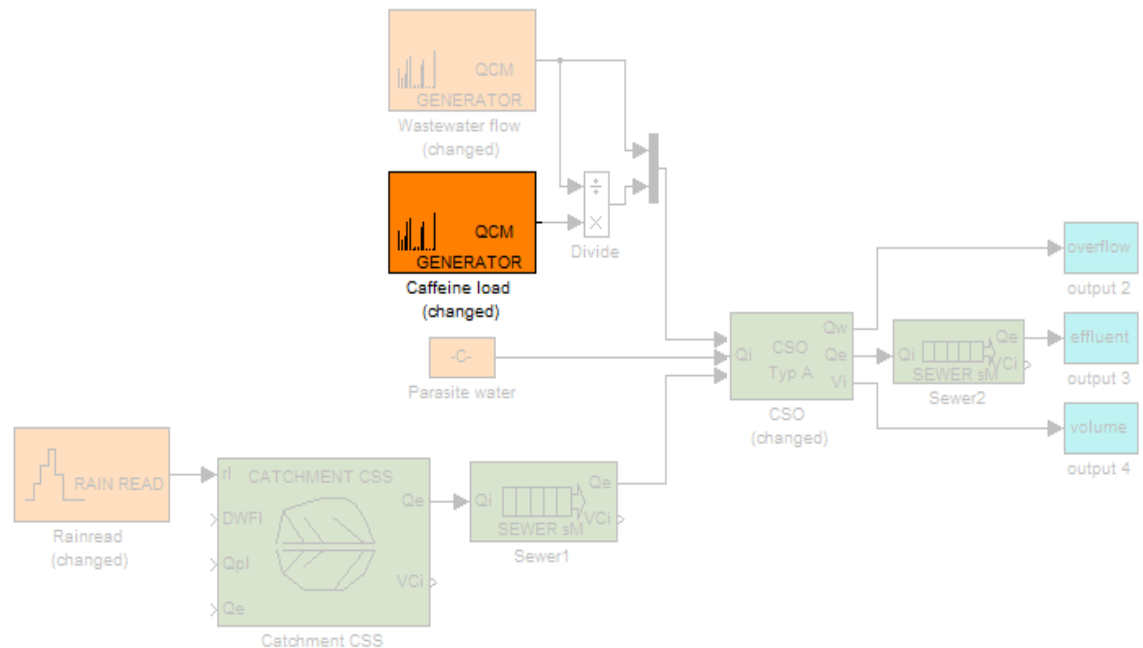
- Integrierte Simulation von Siedlungsentwässerungs-Systemen
- Einfaches hydrologisches Modell, diskrete Zeitschritte
- Matlab/Simulink-Bibliothek (Block-weiser Aufbau)



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

Charakterisierung der Quellen

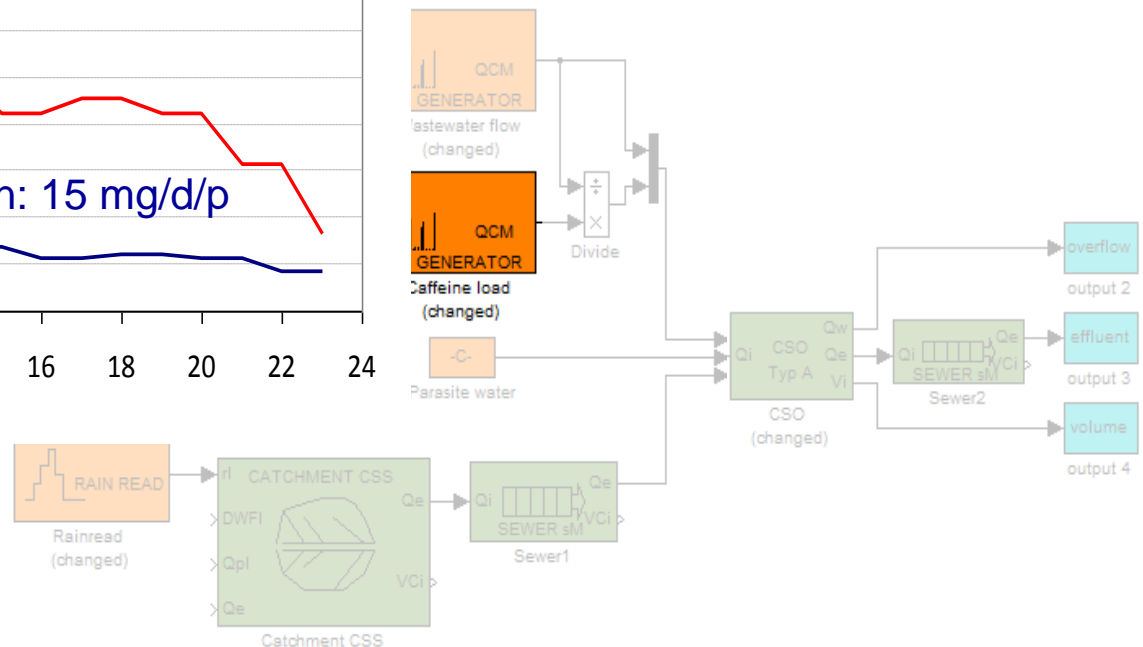
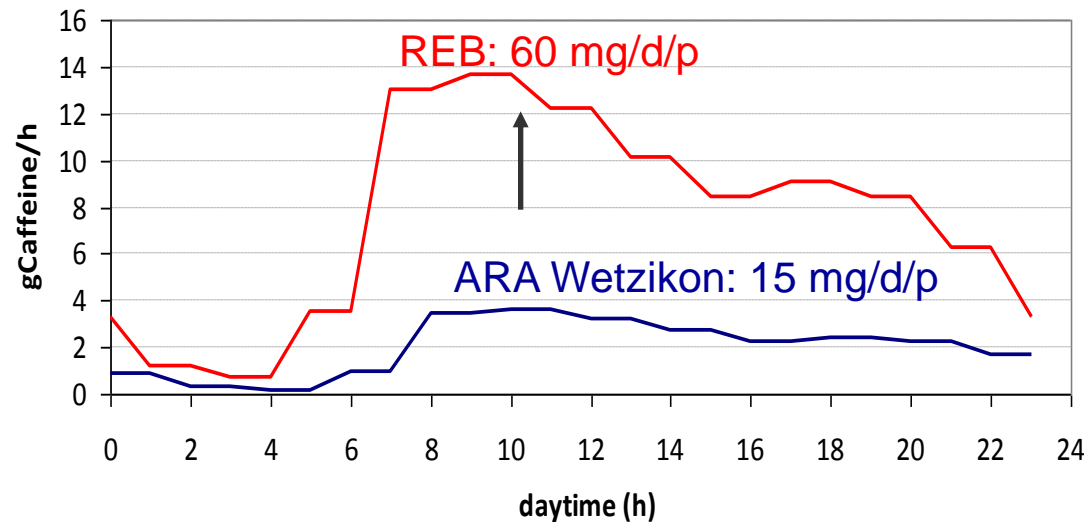
- Literaturdaten
- REXPO Messdaten



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

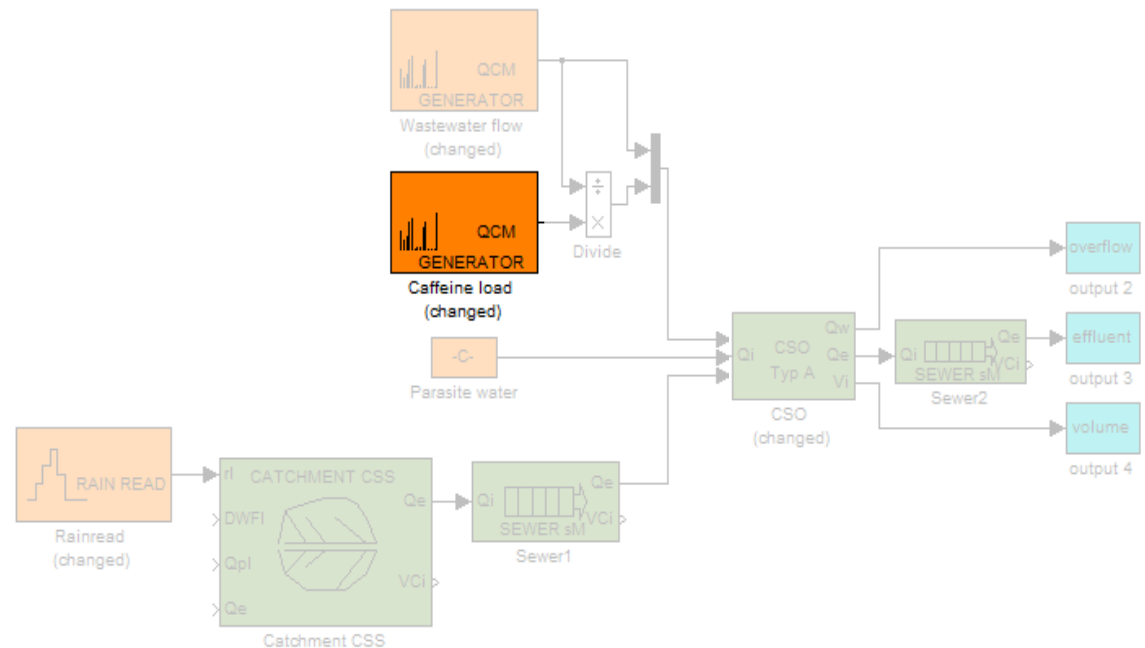
Charakterisierung der Quellen

- Literaturdaten
- REXPO Messdaten



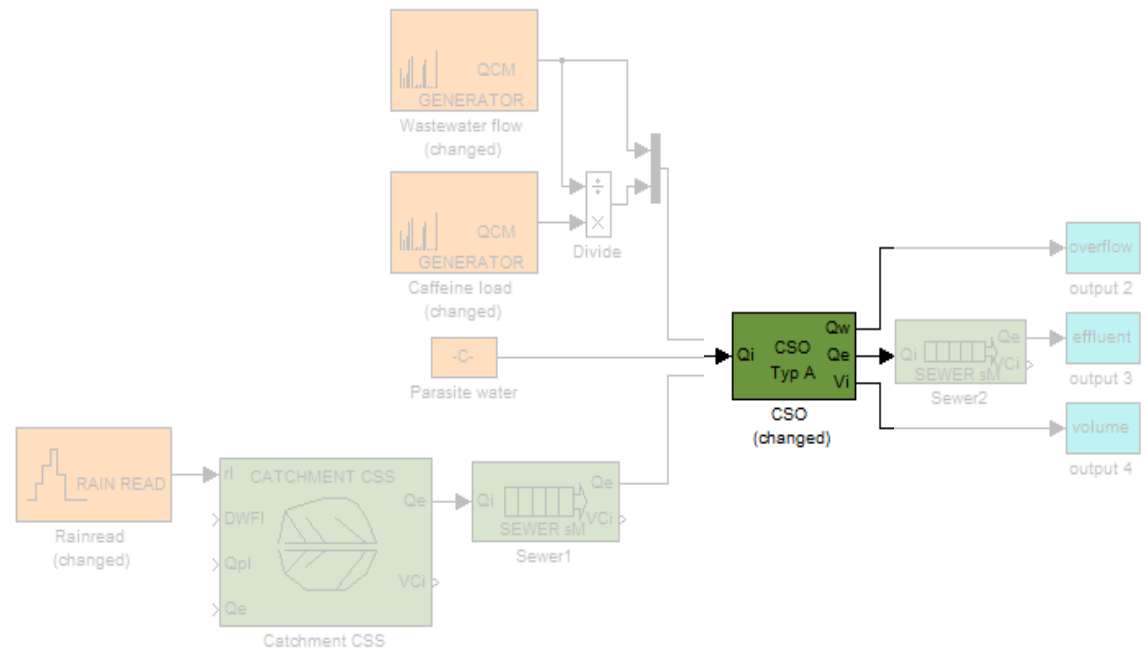
Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

Charakterisierung der Quellen



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

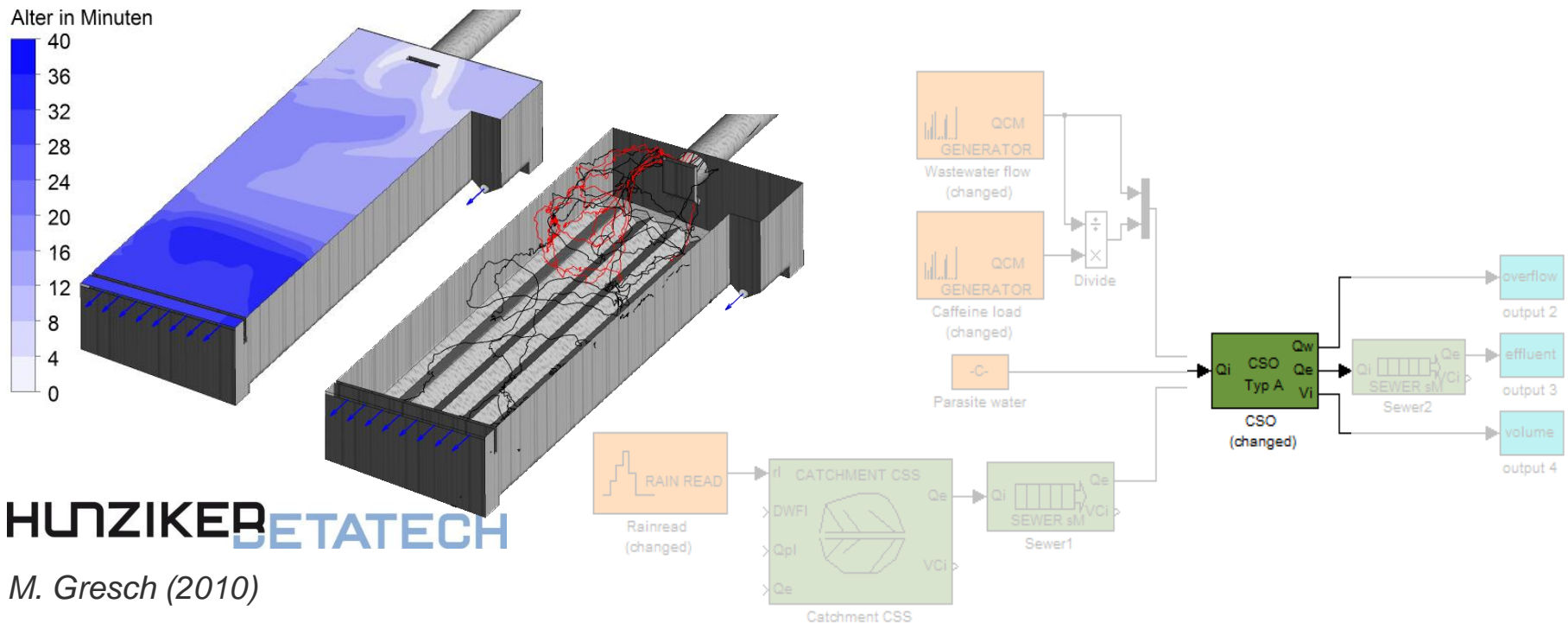
Modellierung des Regenbeckens



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

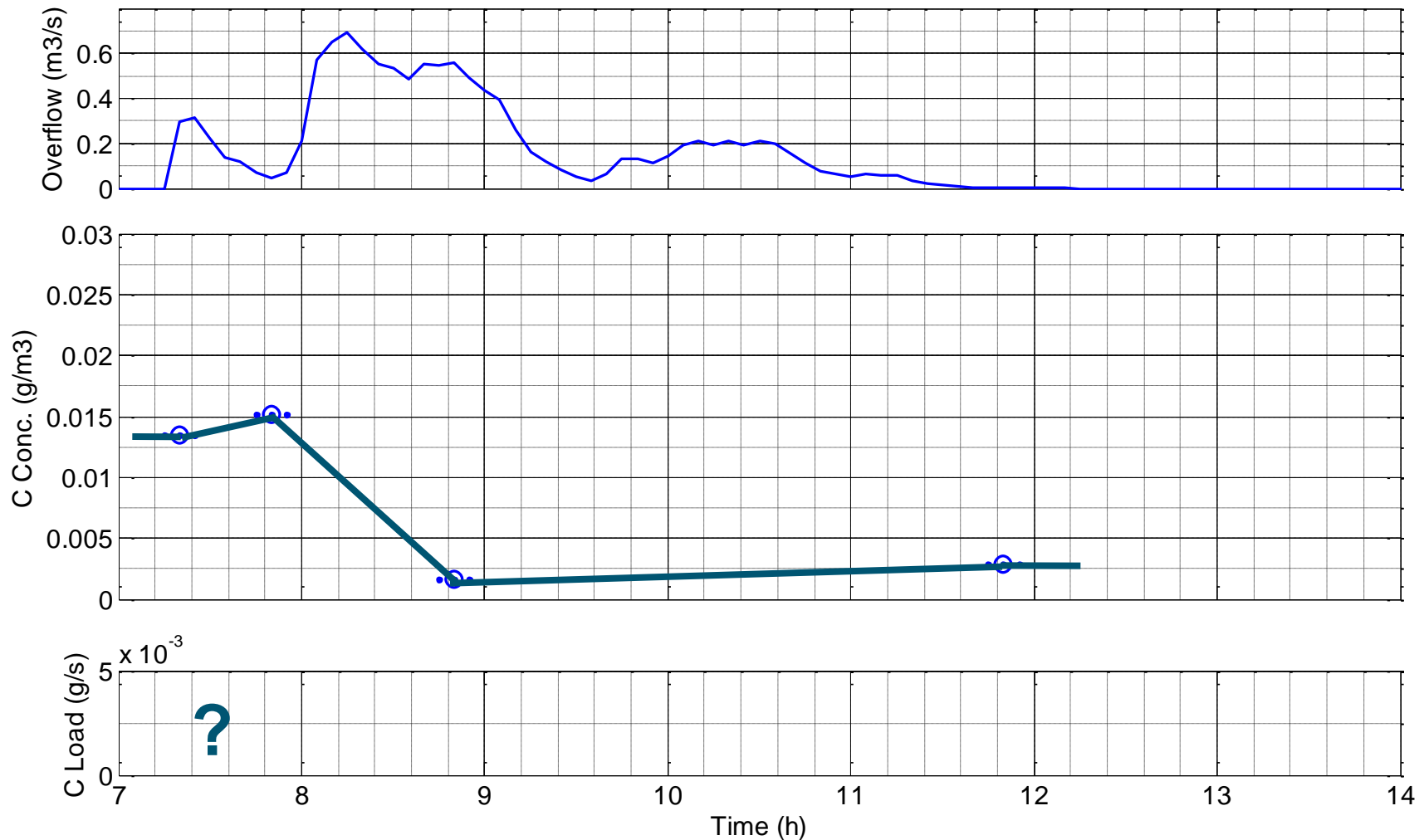
Modellierung des Regenbeckens

- Aufenthaltszeit und Durchmischung



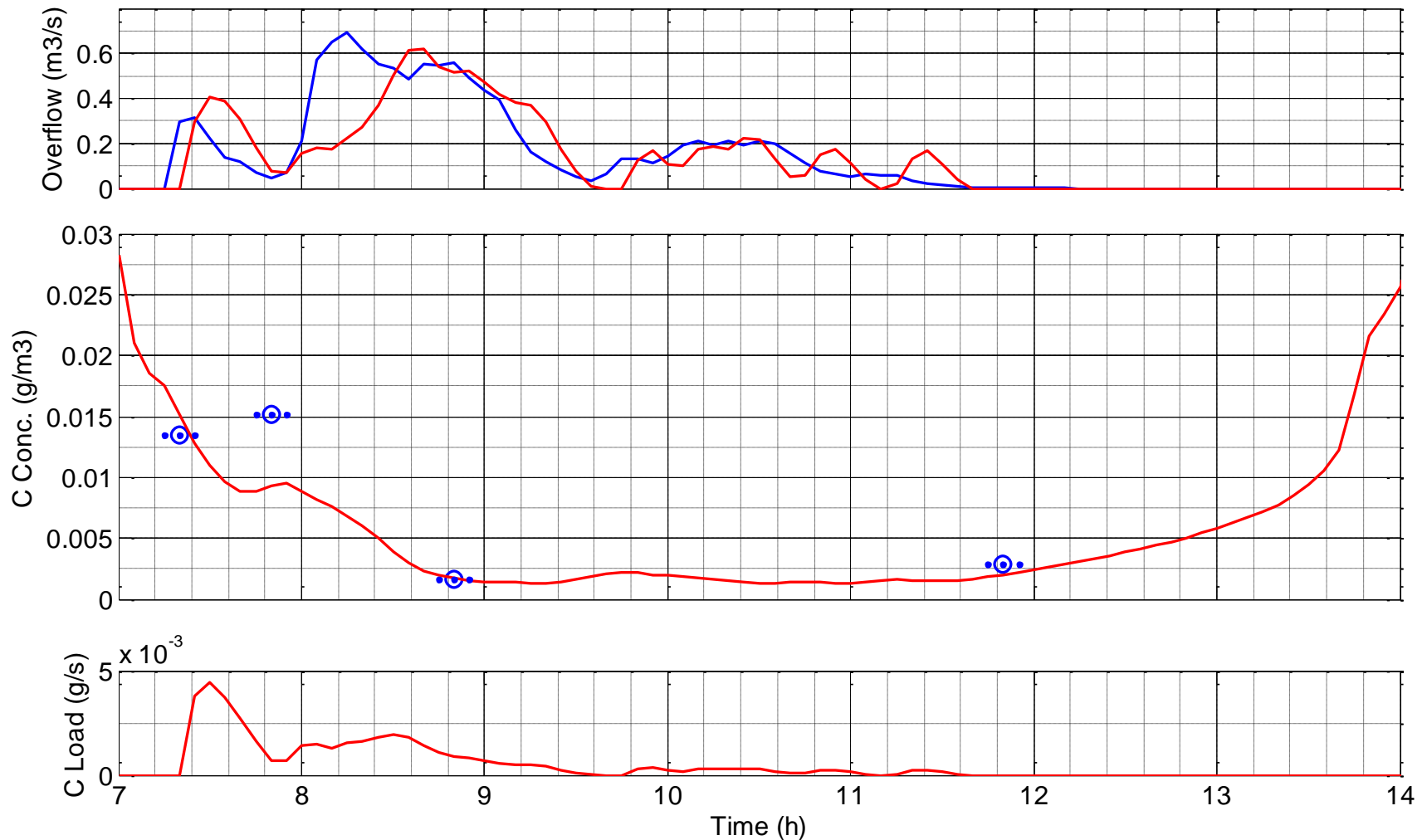
Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

REXPO Daten, Abschätzung des Integrationsfehlers



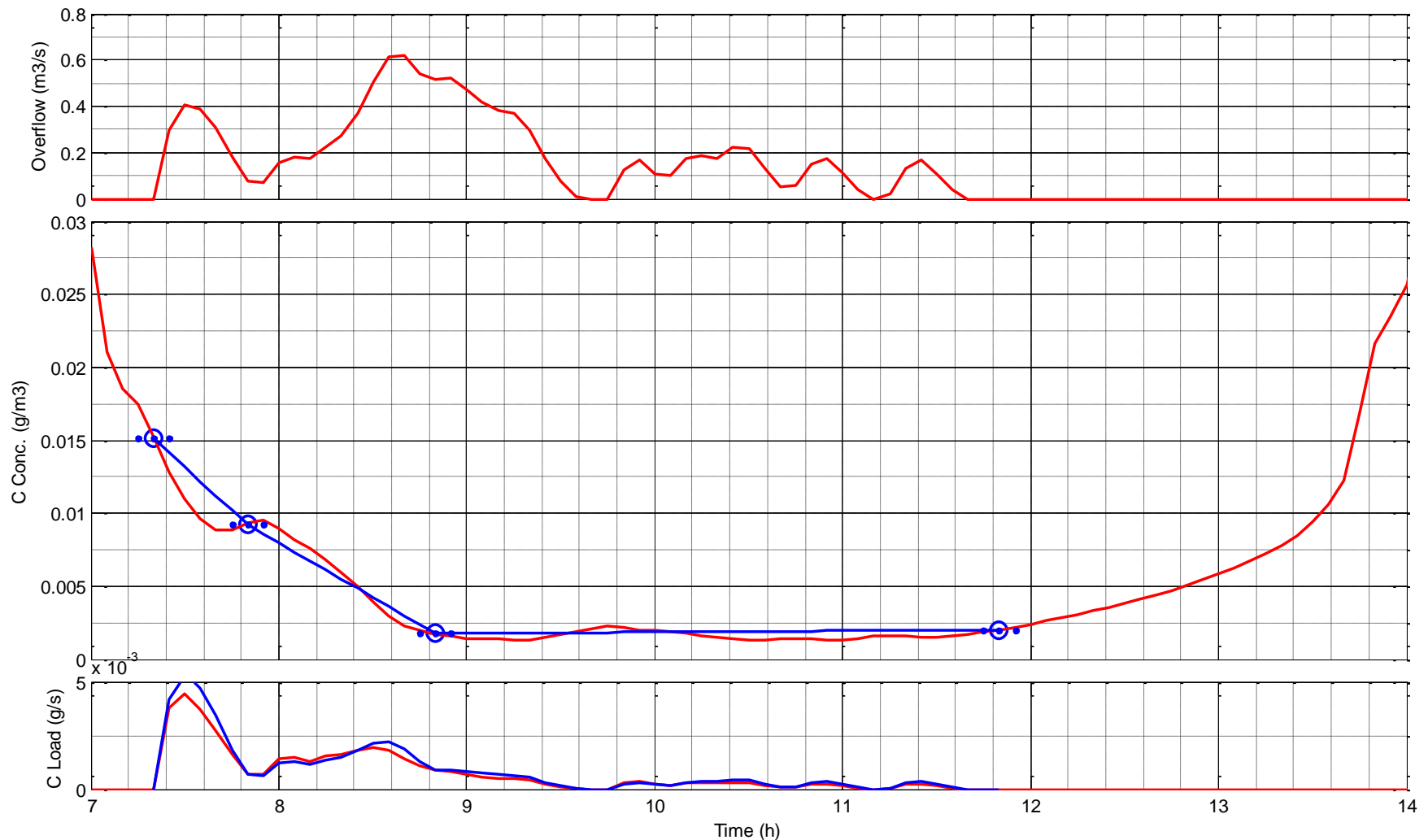
Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

Kalibration an eigene Messungen und REXPO Daten



Hydrologisches Schmutzfrachtmodell für Koffein

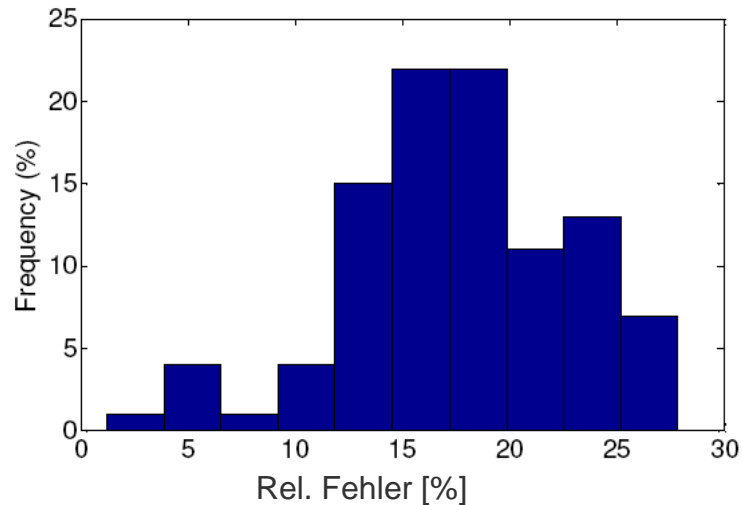
Vorwärtssimulation mit REXPO Probenahmestrategie



Probenahmetheorie

Integrationsfehler, Monte Carlo Simulation

Gut durchmischt

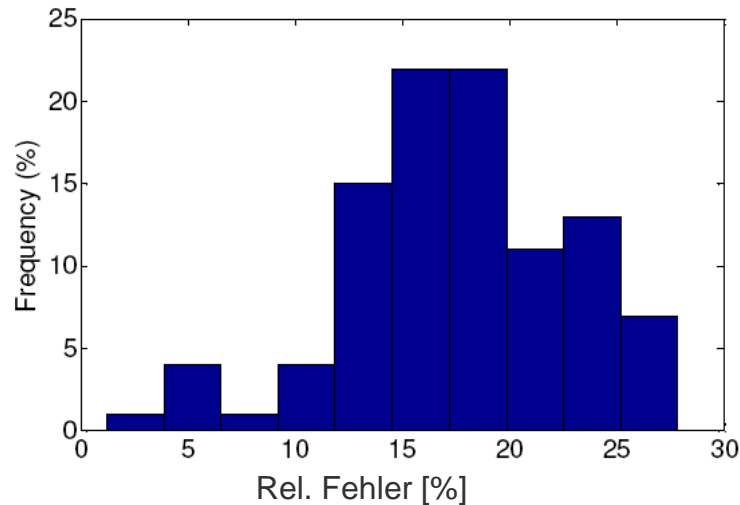


- Frachten werden systematisch überschätzt

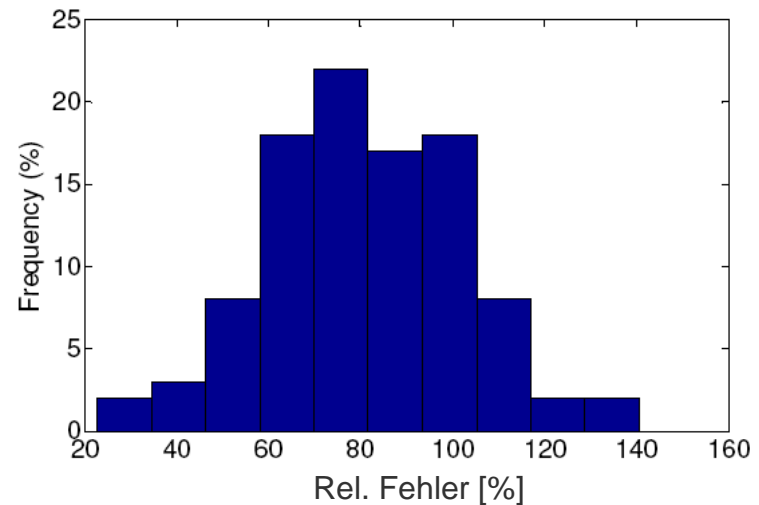
Probenahmetheorie

Integrationsfehler

Gut durchmischt



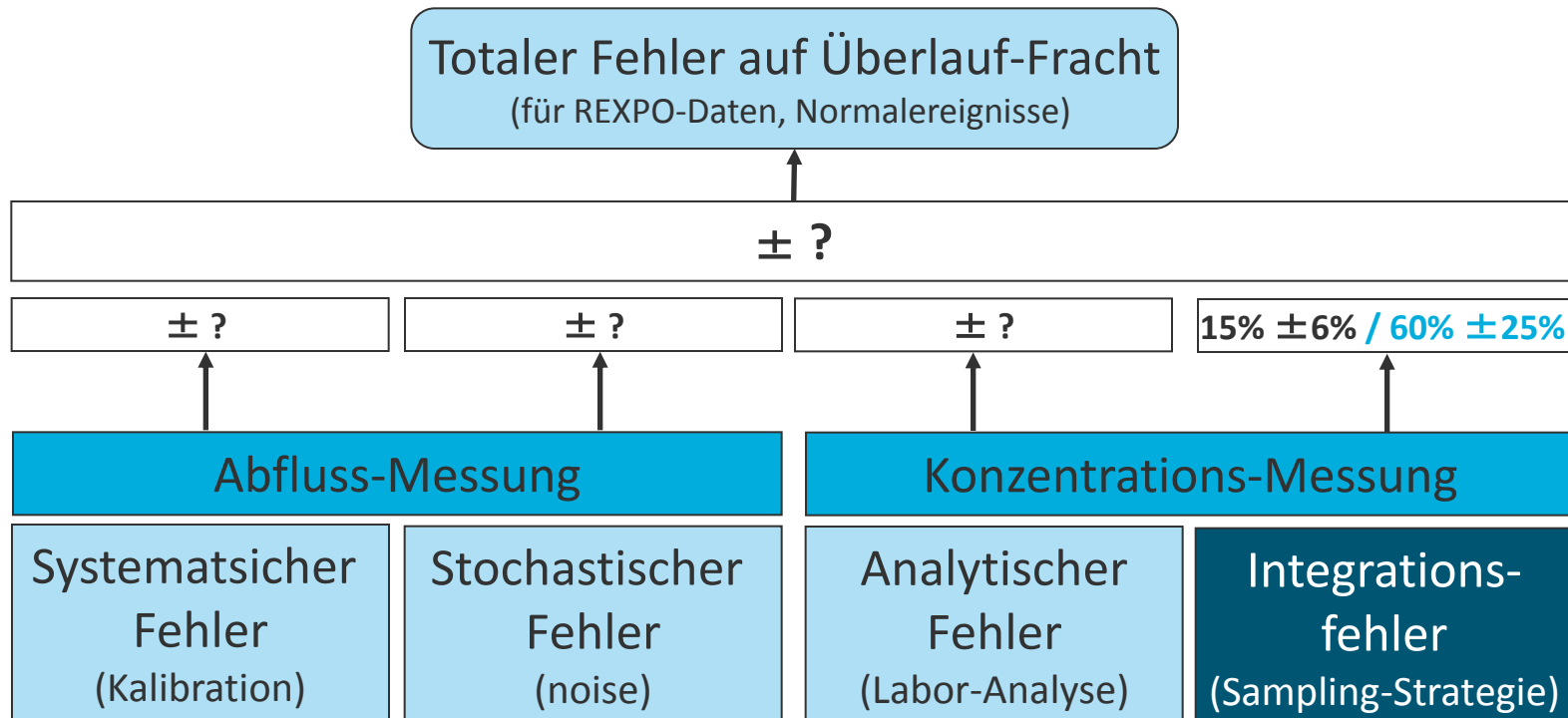
Wenig durchmischt



- Frachten werden systematisch überschätzt
- Durchmischung im Becken führt zu geringerer Abweichung

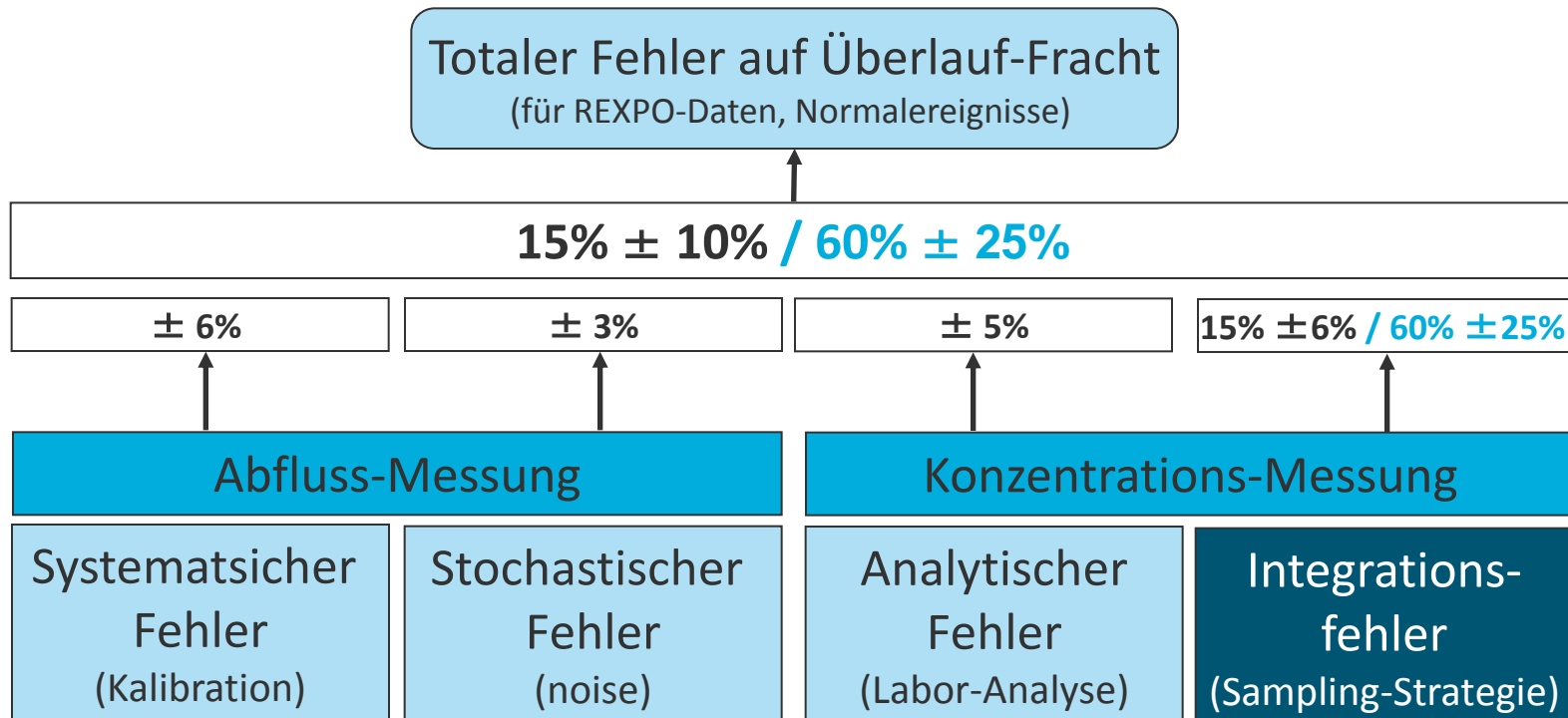
Unsicherheit von „gemessenen“ Überlauffrachten

Resultate



Unsicherheit von „gemessenen“ Überlauffrachten

Resultate



Gut durchmischt
Wenig durchmischt

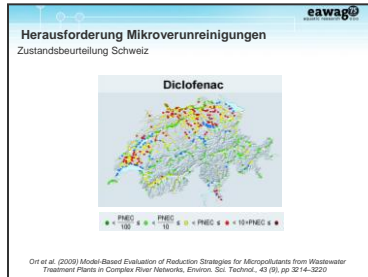
Unsicherheit von „gemessenen“ Überlauffrachten

Diskussion

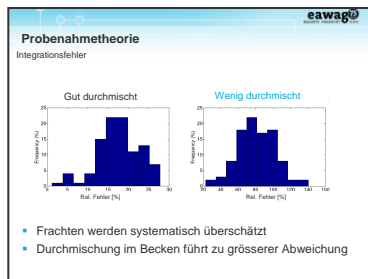
- Abbau von Kaffein im Entwässerungssystem?
Gemessene Frachten sind 4x grösser als in benachbarter ARA
- Unsicherheit der berechneten Koffein-Ganglinien.
Unsicherheiten in Eingangsgrössen und Modellstruktur
ggf. Spurenstoff-Quellen als stochastische Prozesse modellieren
- Integrationsfehler hängt von Modellstruktur ab.
z.B. vernünftige Abbildung der Durchmischungsprozesse
=> Empirische variographische Methoden (60-100 Einzelproben)

Unsicherheit von „gemessenen“ Überlauffrachten

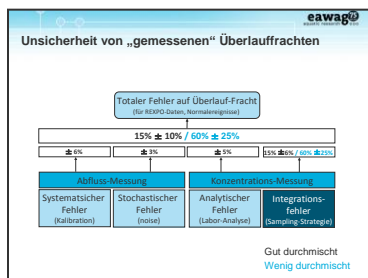
Schlussfolgerungen



Beurteilung der Gewässerbelastung durch Mikroverunreinigungen benötigt ein geeignetes **Erhebungskonzept**.



Modellbetrachtungen anhand der REXPO-Daten für Koffein zeigen, dass Frachten **systematisch überschätzt** werden.



Probenahme-strategie beeinflusst die Ergebnisse

- Empirische variografische Methoden sind zu teuer
- Modell-basierte Abschätzungen nicht trivial (Quellen)

Vielen Dank

- REXPO team

Irene Wittmer, Christian Stamm, Hans-Peter Bader, Ruth Scheidegger, Alfredo Alder, Heinz Singer, Alfi Lück, Irene Hanke, Sylvia Jaus, Carina Carlsson

- Eawag

Dominik Sonderegger, David Dürrenmatt