

Verwendung von Emulatoren in der Stadtentwässerung

David Machac, Peter Reichert und Carlo Albert

Eawag: Eawag: Das Wasserforschungs-Institut
des ETH-Bereichs

ETH Zürich, Departement
Umweltsystemwissenschaften

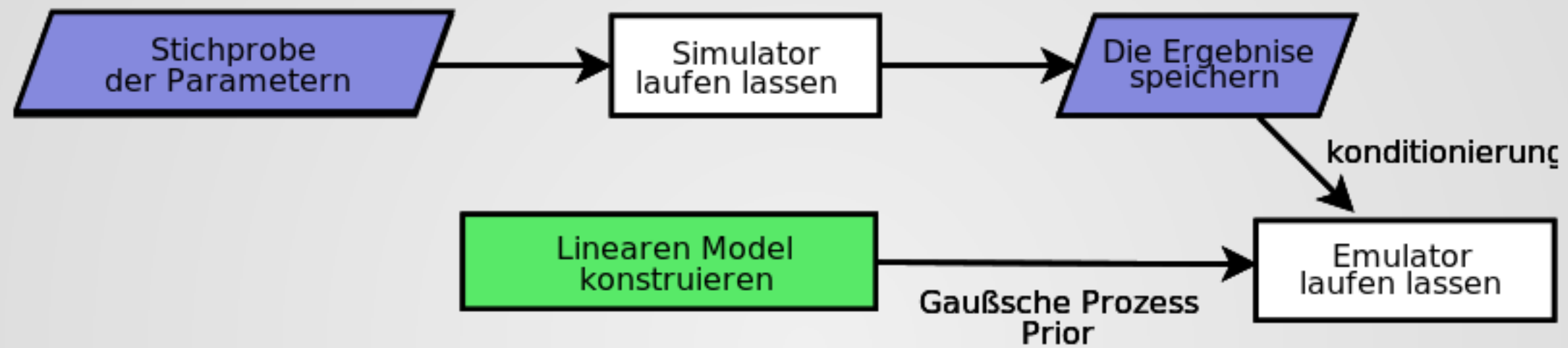
Aqua Urbanica 23.10.2014

Stadtentwässerung Simulatoren

- Dynamische Simulatoren mit vielen numerischen Berechnungen der PDEs.
- Inhärent langsam, ein Rechenlauf dauert meistens ein paar Minuten.
- Das kompliziert die Kalibrierung oder die Sensitivitätsanalyse, wo wir tausende Rechenläufe benötigen.
- Wir ersetzen den Simulator mit einem schnellen Surrogat.

Emulator

- Eine stochastische Approximation des Simulators.
- Ein Gaußscher Prozess der auf die vorherigen Rechnerläufen konditioniert ist.
- Wir lassen der Simulator laufen für n Parametermengen $\Theta = \{\theta^1, \dots, \theta^n\}$ und wir konditionieren ihn auf den Resultaten. Diese Rechenläufe sind *design Daten* genannt.
- Das erlaubt uns annähern die Ausgabe des Simulators für θ^{n+1} , $\theta \notin \Theta$
- Ist die Approximation genauer wenn wir auch unsere Kenntnis über die Mechanismen des Simulators einarbeiten?



design Daten

Gaußsche Prozess Prior

Mechanistischer Emulator

- Ein Simulator kann als a PDE

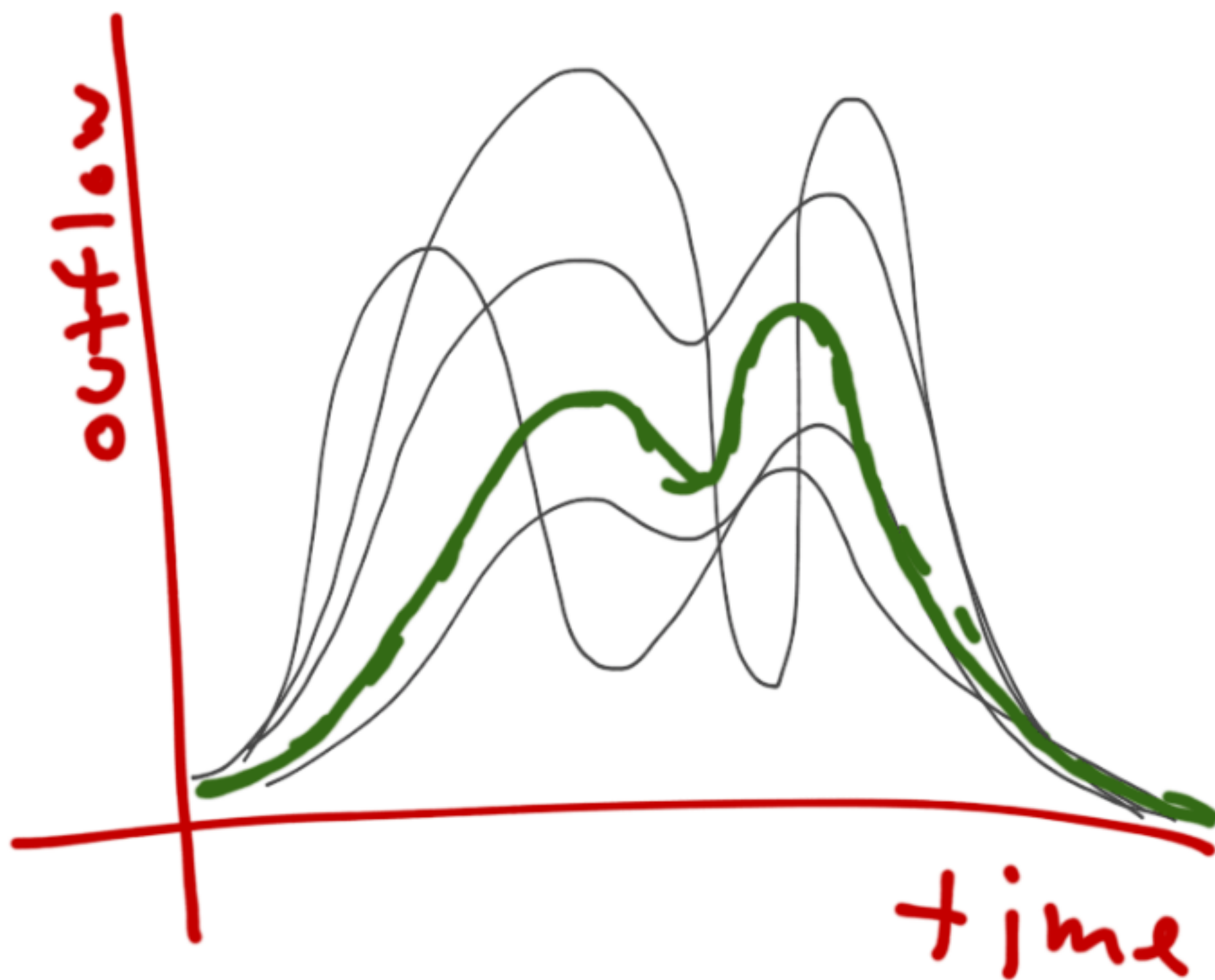
$$\frac{\partial \xi}{\partial t}(x, t) = f(t, x, \partial_x, \xi, \theta)$$

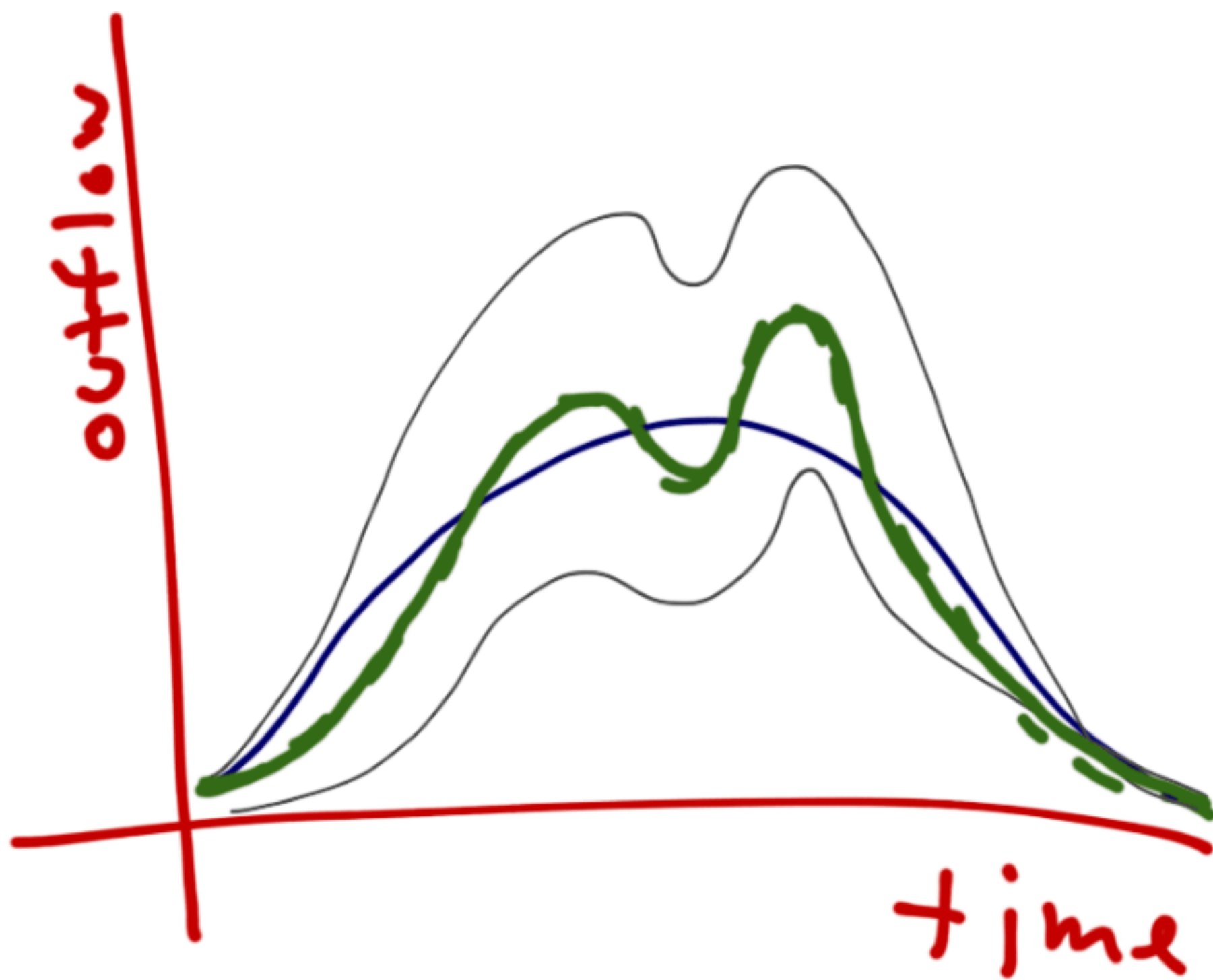
dargestellt werden

- Und seiner Approximation, ein Emulator, als SPDE

$$\begin{aligned} \frac{\partial \xi}{\partial t}(x, t) = & \textcolor{green}{F}(t, x, \partial_x, \theta) \xi(t, x) + \\ & + \textcolor{green}{b}(t, x, \theta) + \textcolor{blue}{C}(\theta) \eta(t, x). \end{aligned}$$

- Unsere neue Vorgehen enthielt bekannte Mechanismen des Simulators in den Emulator.



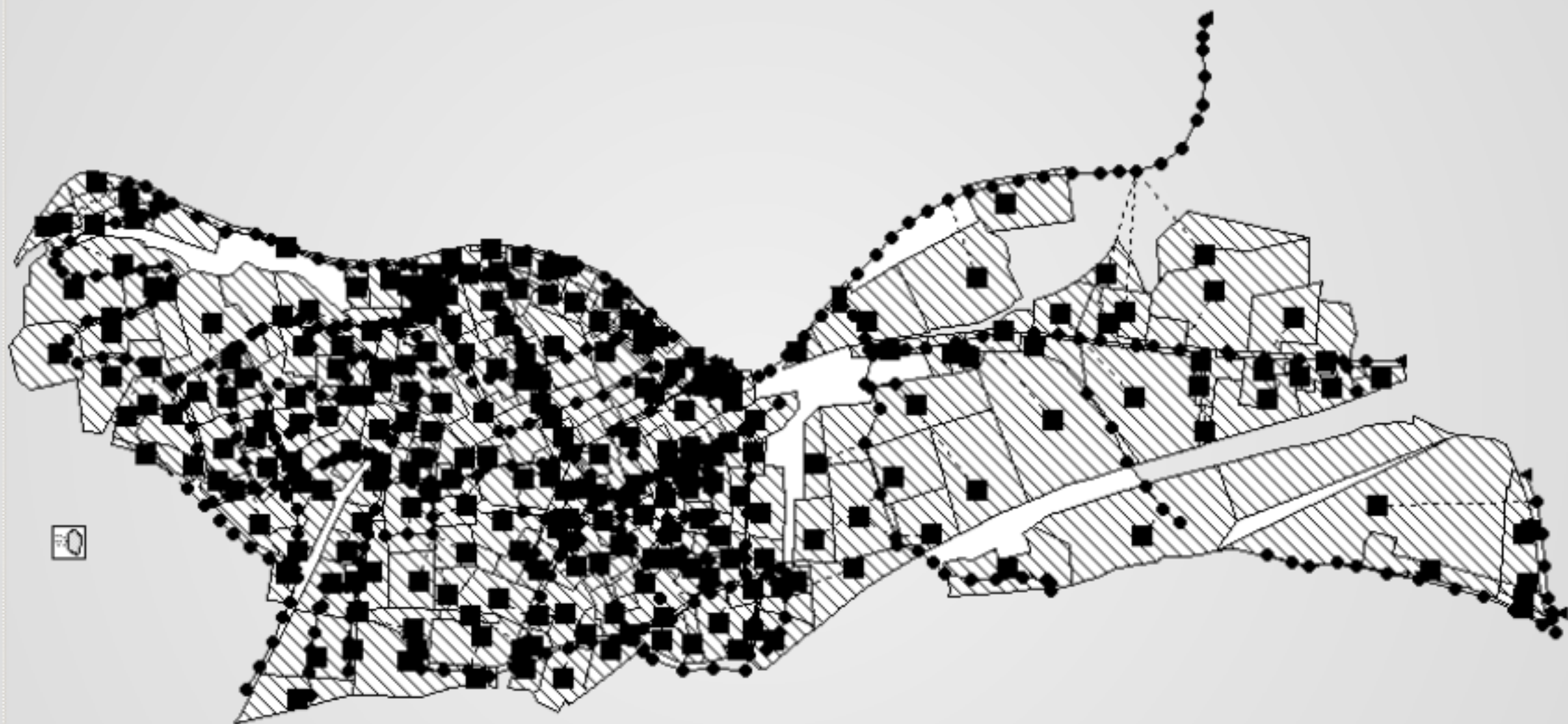


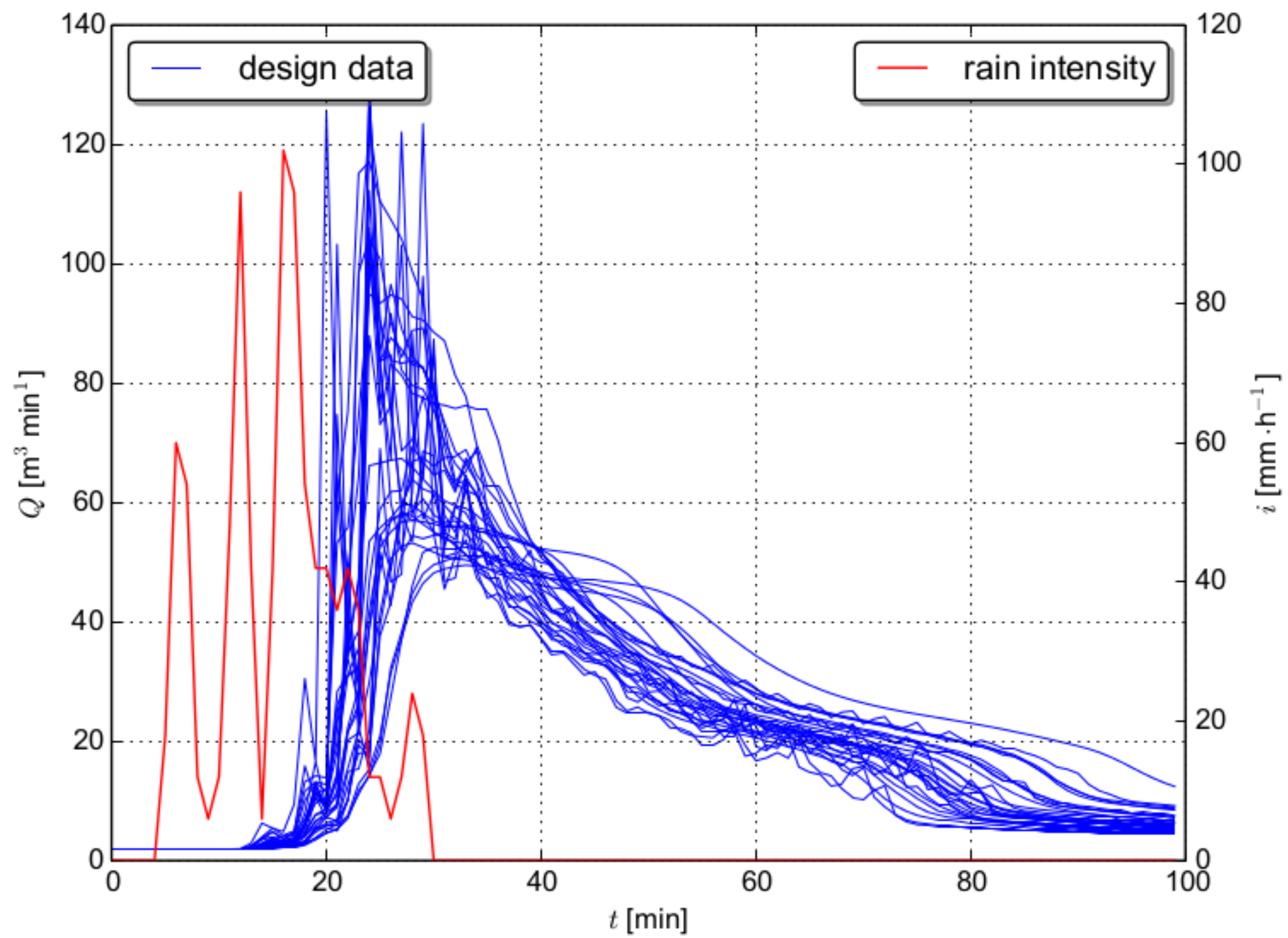


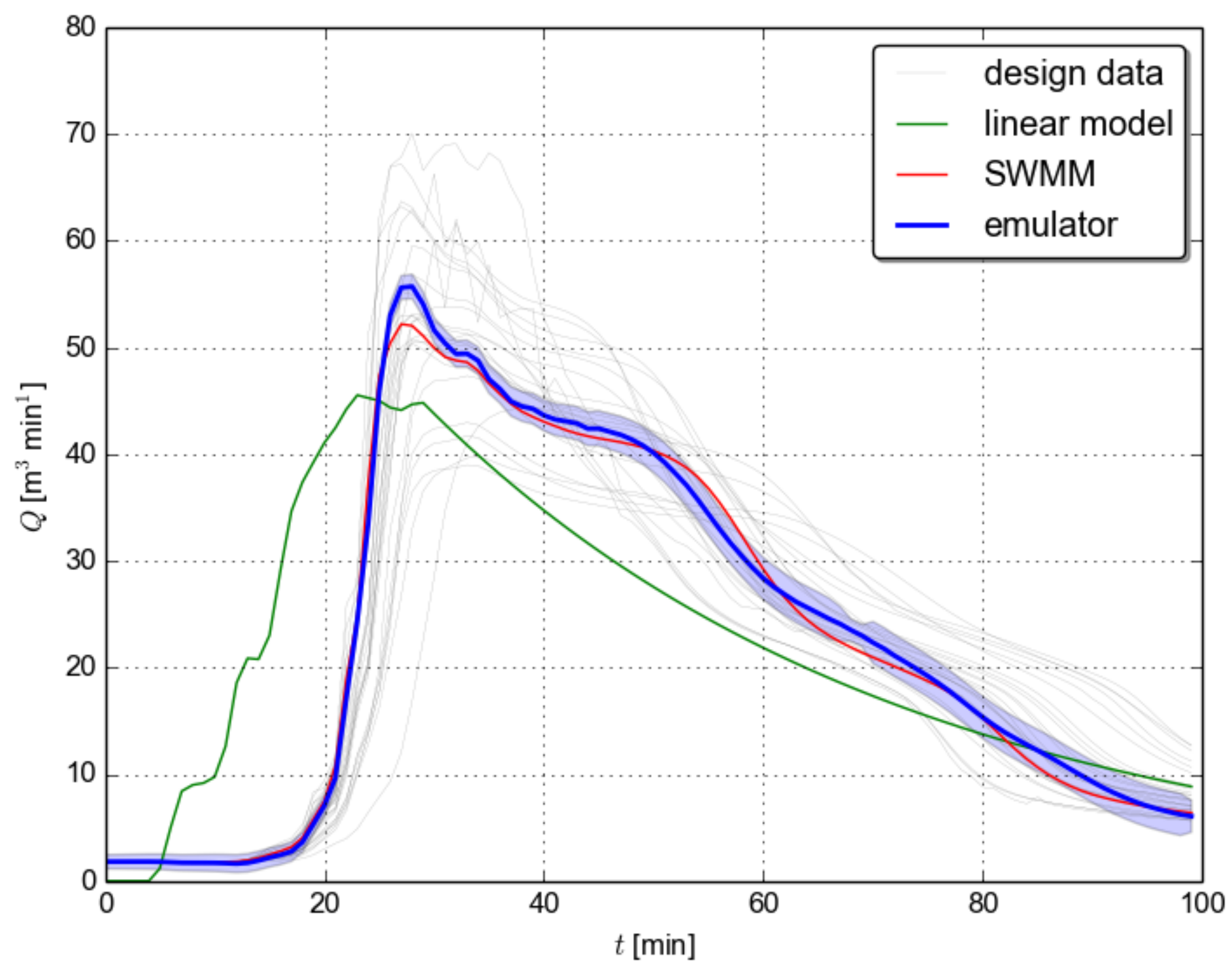
source: wikipedia commons, Roland zh

Fallbeispiel: Adliswil, CH

- Der SWMM Model des realen Einzugsgebiet mit der Fläche ca. 160 ha, bestehend aus 700 Teilen.
- Beobachtete Niederschläge dauern 100 Minuten.
- Wir variieren 7 Parametern.
 - Die Faktoren der Kanalbreite, des Abhangs, Mannings N, etc.
- Ein rechenlauf dauert etwa 10 s auf einem neuen CPU.
- 25 Design Datenmengen bieten genügende Genauigkeit.







Results





- Laufzeit des Emulators: $1/1000$ s – $1/100$ s.
- Tolle Genauigkeit.
- Die Rechenkomplexität $\mathcal{O}(n)$.
- Einfacher Automatisierter Aufbau des linearen Model (Mithilfe des Verfahren der Größten Wahrscheinlichkeit).
- Dank dem inbegriffenen mechanistischen Teilr brauchen wir weniger Design Datenmengen.

Auszug

- Mit größeren Modellen ist der Simulator langsamer wenn der Emulator bleibt schnell.
- Die Methode ist ganz generell, wir können emulieren auch andere Modellen, nicht nur den SWMM.
- Wir können separat emulieren jede Komponente des Models (gut für die gekoppelten Modellen).
- Emulation ist ein Mittel zum Zweck, nicht der Zweck per se.
- Der Ausblick: Vorhersage für Realzeitkontrolle (RTC) (emulieren für Zeitserien der Niederschläge).

Acknowledgements

Die Autoren danken zu

- Dr. Jörg Rieckermann (, Projektleiter des  Projekt (Using Commercial Microwave Links and Computer Model Emulation to Reduce Uncertainties in Urban Drainage Simulations) project)
- Andreas Scheidegger (, fruchtbare Beratung)
-  **SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION** (Finanzierung)

Danke für ihre Aufmerksamkeit

