

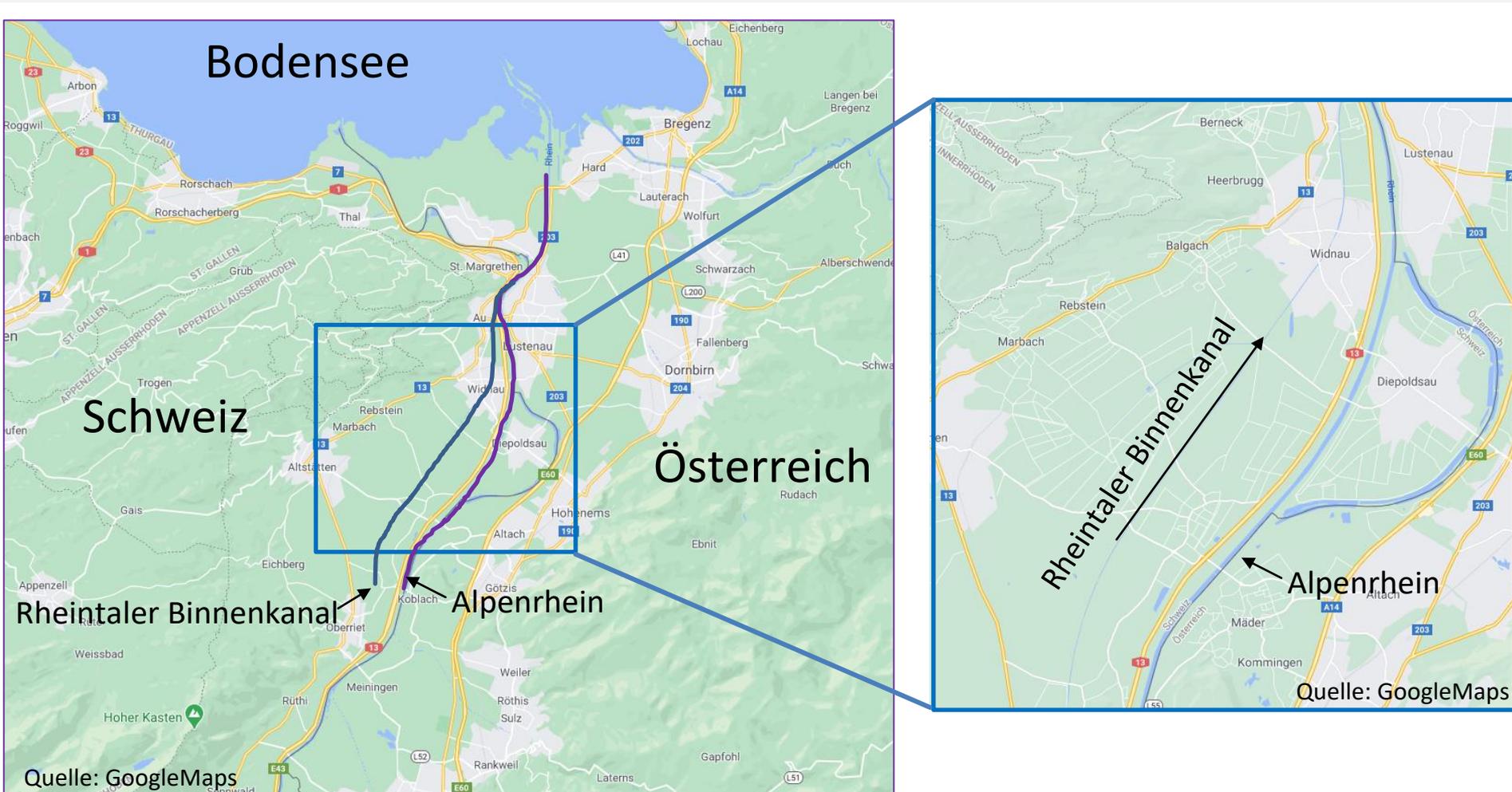
# 2D-Simulationen des Hochwasserrückhaltebeckens «Drei Brücken»

## Basement-Usertreff 2021

Referent: Steffen Corbe

Datum: 28.01.2021

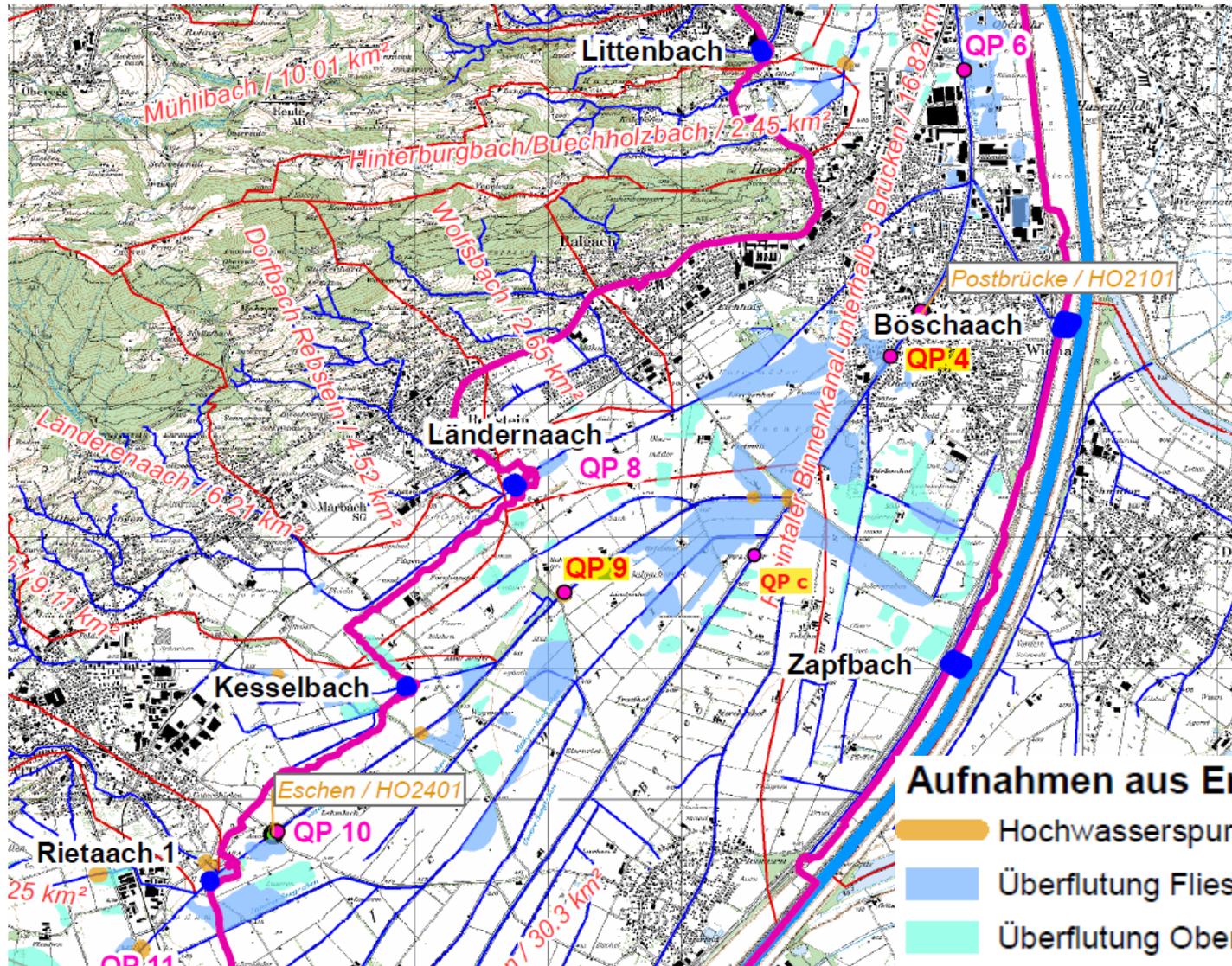
1. Ausgangslage
2. Modellgrundlagen
3. Modellkalibrierung
4. Wirkungsanalysen – Randbedingung Durchlassbauwerk



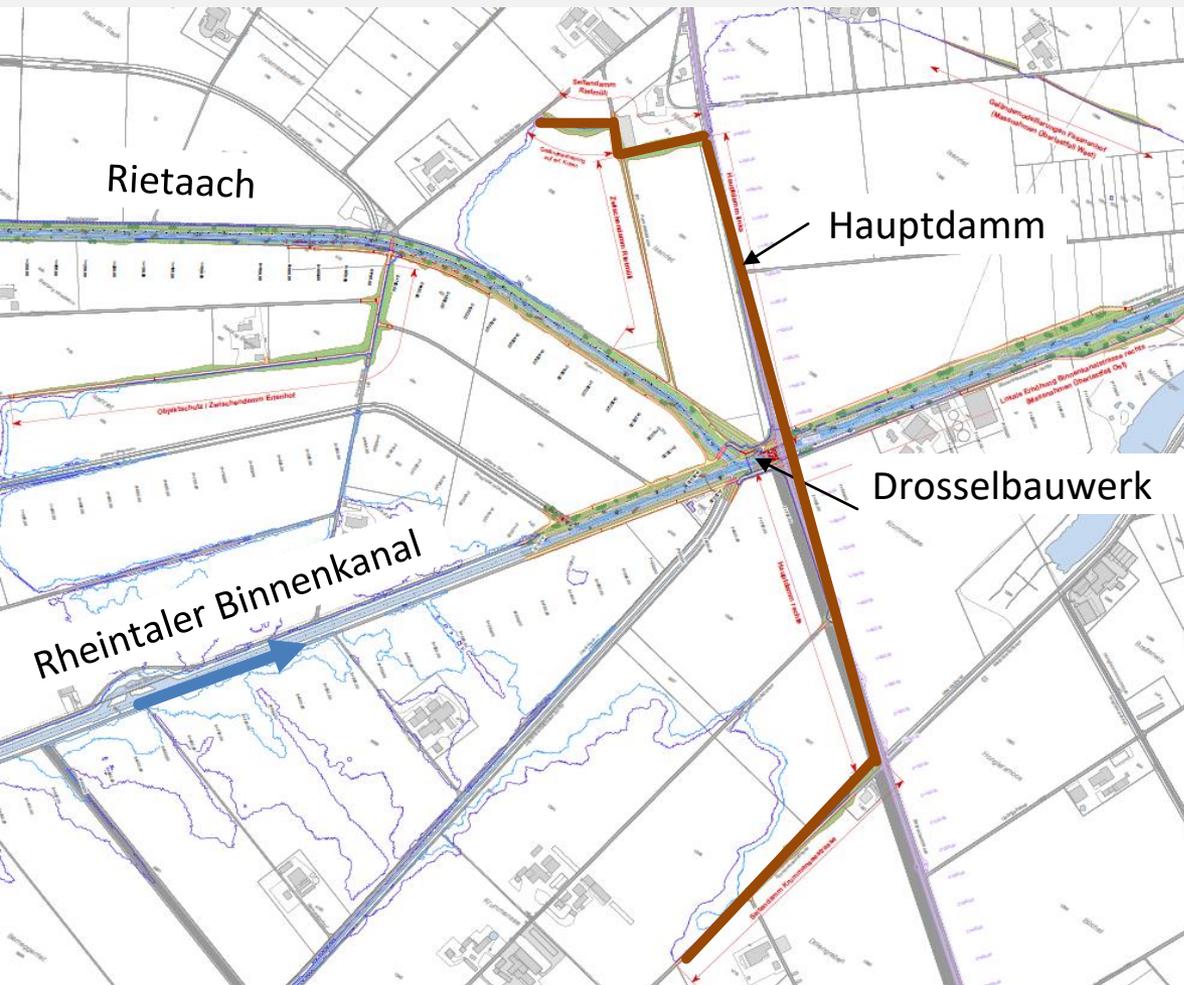
Problemstellung: Wiederholte Hochwasserschäden in der Rheinebene

Hochwasserereignis 2013 –  $Q_{\max}$  ca. 110-130 m<sup>3</sup>/s

Quelle: Niederer + Pozzi, 2014



## Hochwasserschutzmassnahmen



### Massnahmen

- Drosselbauwerk
- Ausbau Gerinne
- Objektschutzmassnahmen
- Lokale HWS-Massnahmen
- Rückhaltedamm

Ziel von 2D-Simulationen sind Wirkungsanalysen von versch.

- HWS-Massnahmen
- Drosselwassermengen
- Eintaufflächen Rückhalteraum

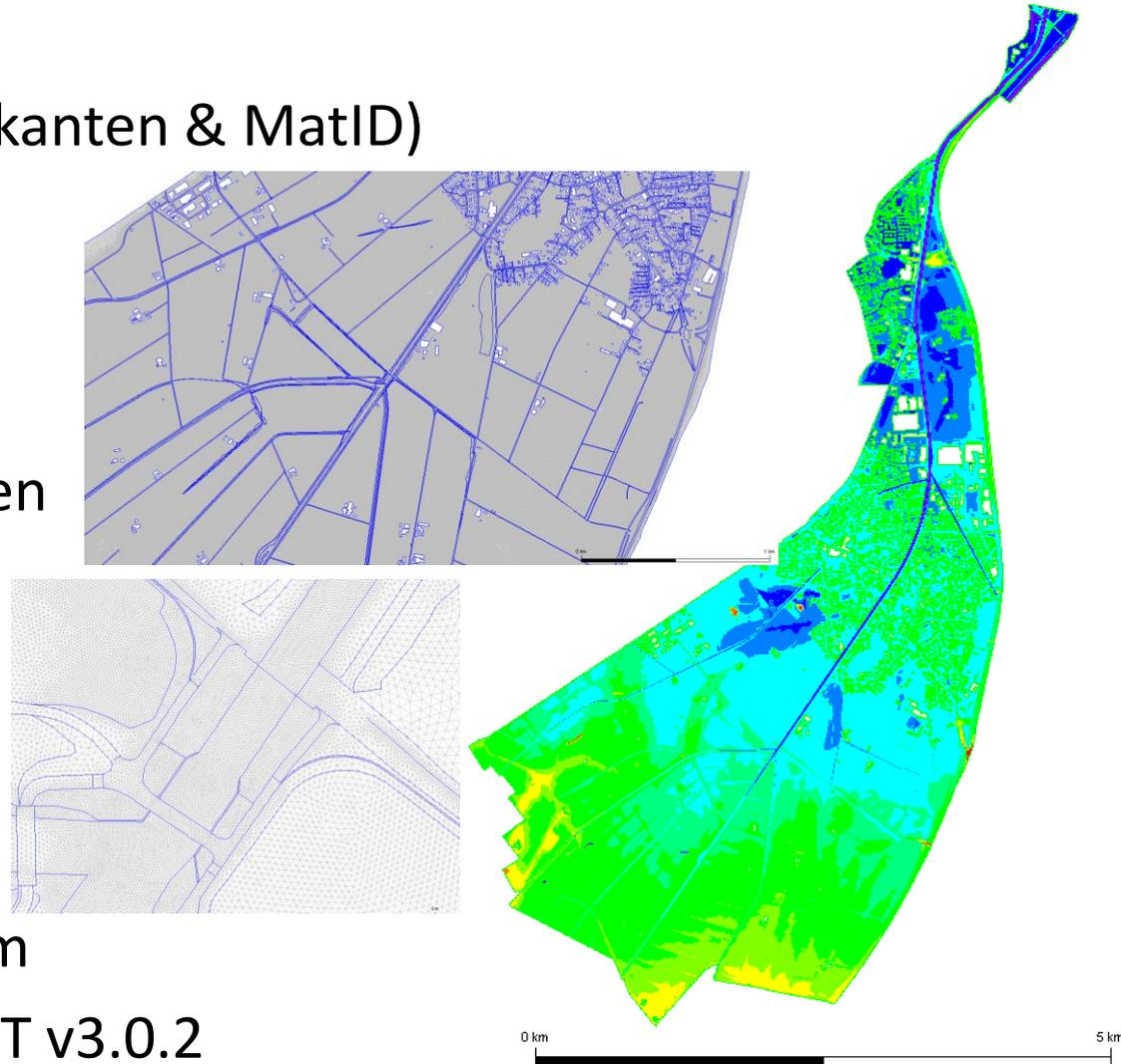
## Grundlagen

- Bodenbedeckung (Bruchkanten & MatID)
- LIDAR-Daten
- Querprofilvermessungen
- Drohnenbefliegungen
- Bruchkanten Massnahmen

## Modell

- 3.5 Mio. Elemente
- Modellgrösse: 16.6 km<sup>2</sup>
- Kantenlängen Fluss: 0.5 m

Simulationscode: BASEMENT v3.0.2

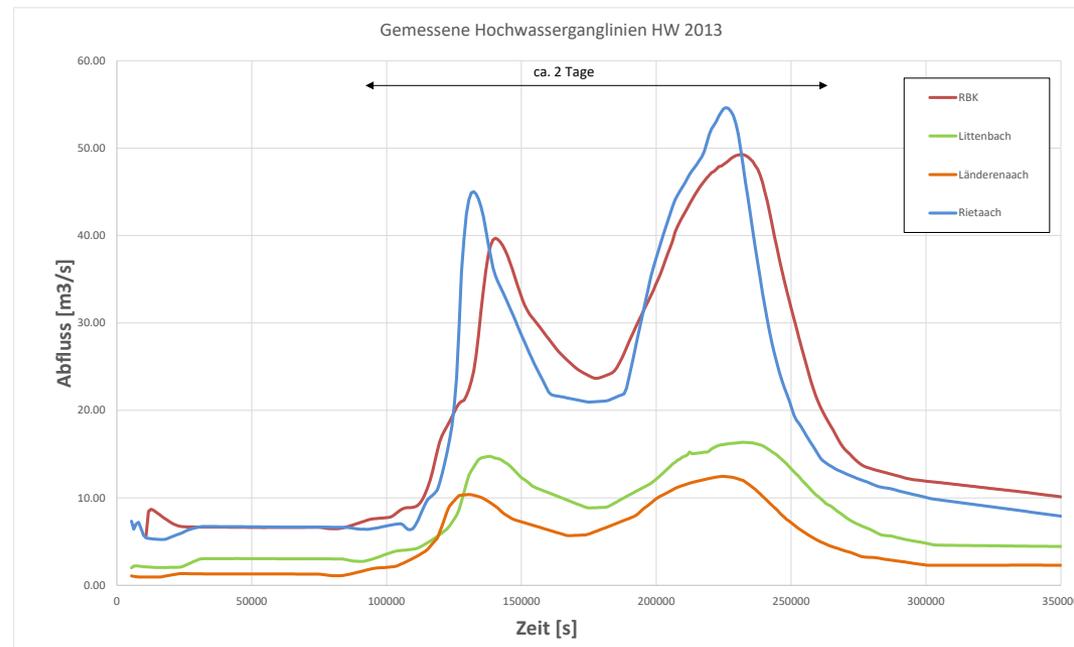


### Kalibrierung auf Basis von

- Rauheiten  $f$  (Bodenbedeckung, Flüsse, Vorländer, Flusssohle)
- Zuflussganglinien
- Ereignisanalyse

### Vorgehen Kalibrierung:

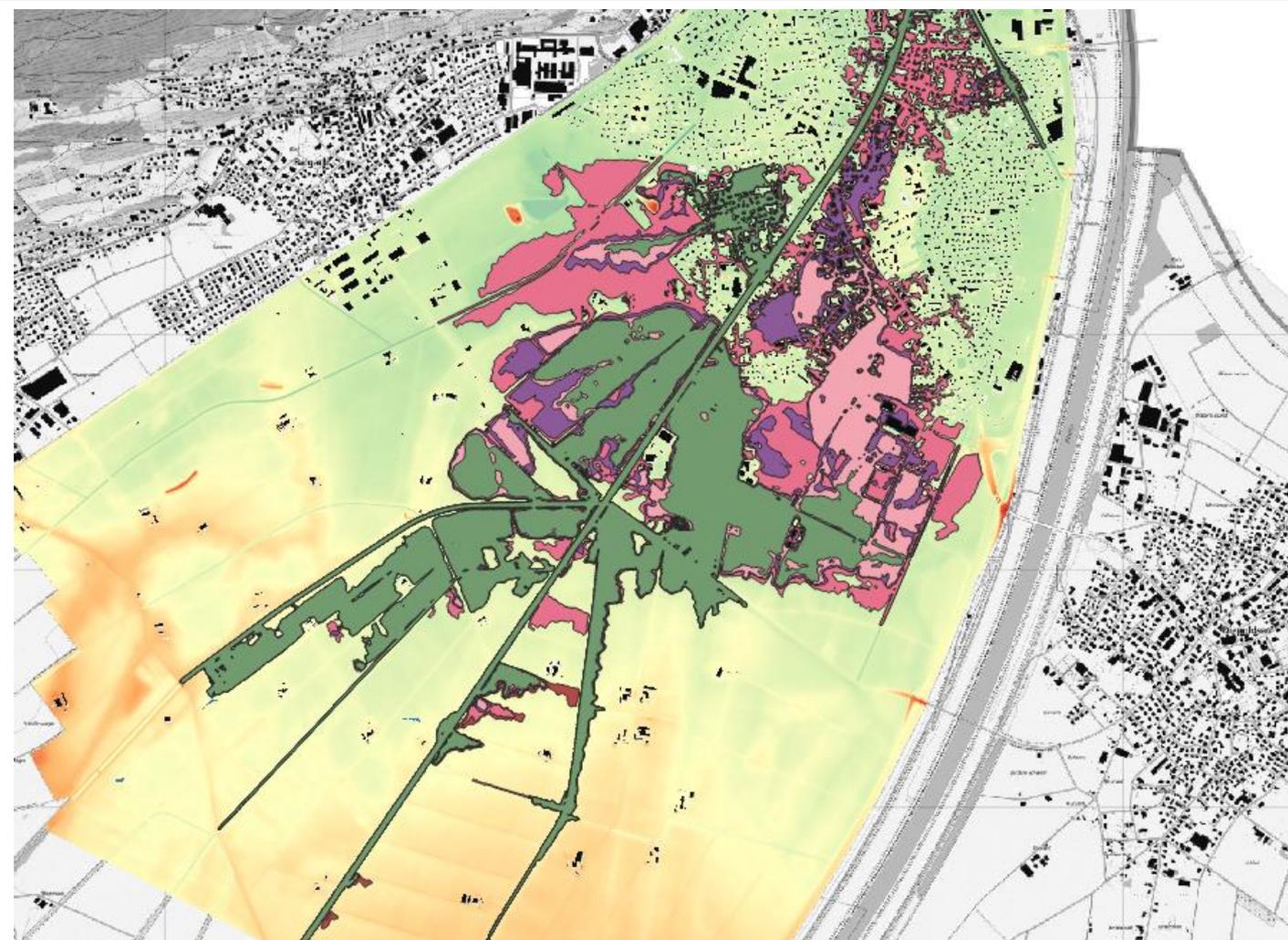
1. Iteration: Standardwerte
  2. Iteration: min/max Werte
  3. Parametervariationen
- Definition finales Setup



Quelle: Niederer + Pozzi, 2014

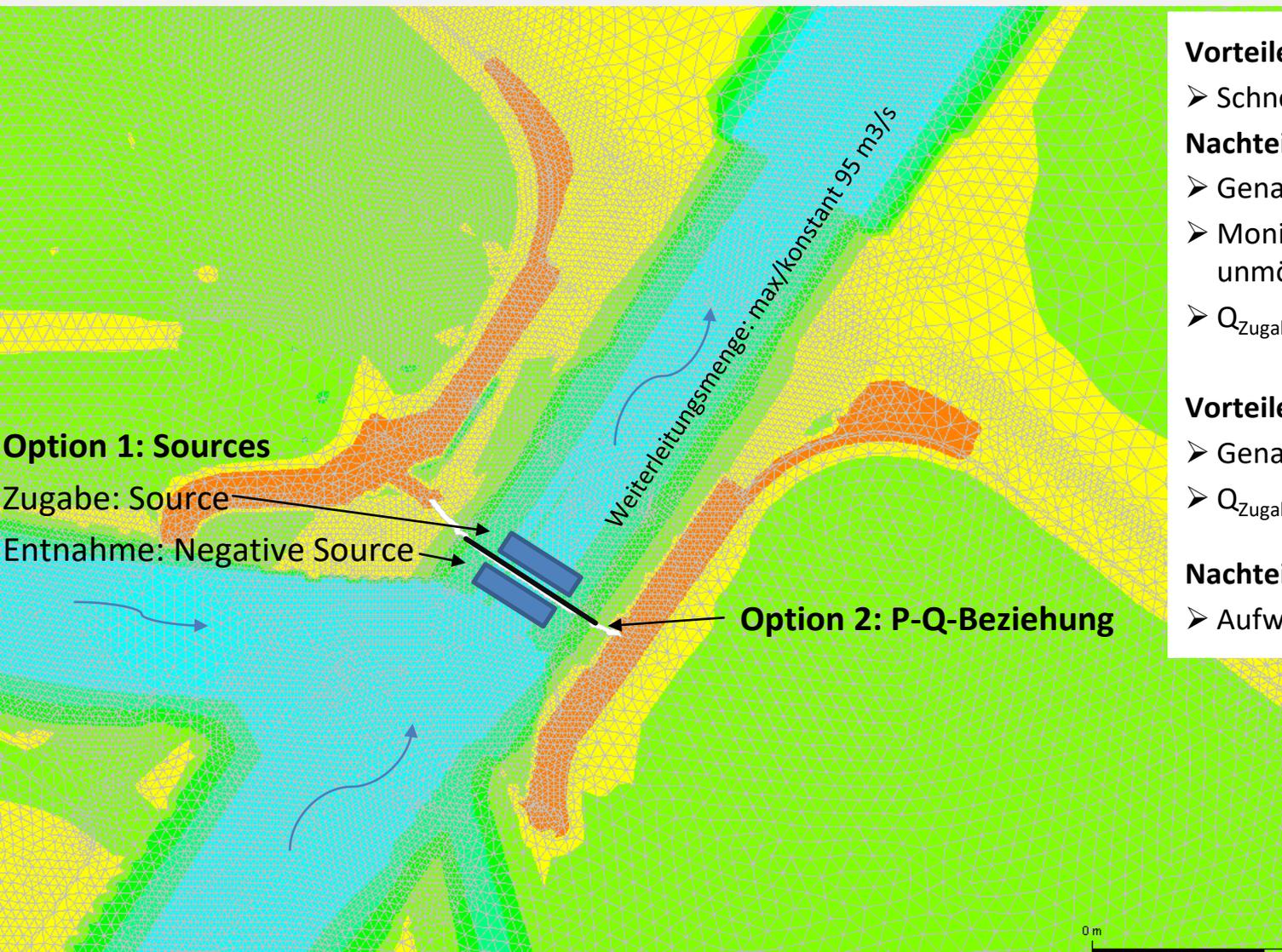
Σ 24 Runs, ca. 3.5 d/run, 4 Rechenstrassen

## HW2013 – Max. Überflutungsflächen für versch. Rauheiten



**Abb: Exemplarische Darstellung der maximalen Überflutungsflächen für verschiedene Rauheitsvariationen**

## Randbedingung Durchlassbauwerk



### Vorteile Source:

- Schnell umsetzbar

### Nachteile Source:

- Genauigkeit (Verfügbarkeit Q)
- Monitoring Entnahmemengen unmöglich
- $Q_{\text{Zugabe}} \neq Q_{\text{Entnahme}}$

### Vorteile P-Q-Beziehung:

- Genauigkeit
- $Q_{\text{Zugabe}} = Q_{\text{Entnahme}}$

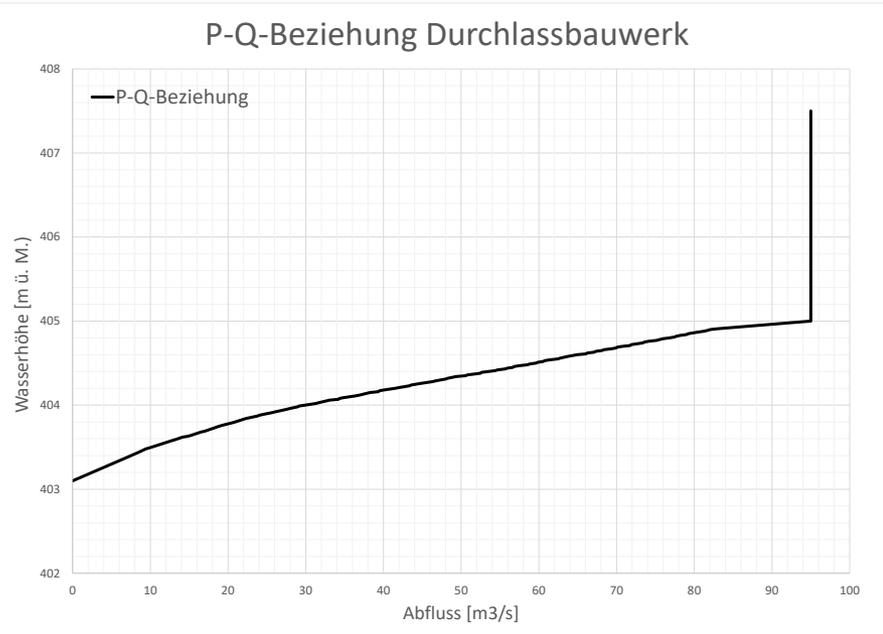
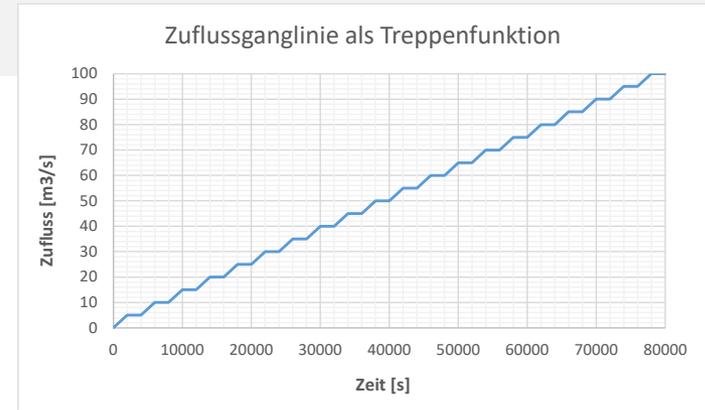
### Nachteile P-Q-Beziehung:

- Aufwand

## Randbedingung Durchlassbauwerk

### Vorgehen P-Q-Beziehung

1. Simulation einer Treppenfunktion mit offenem Durchlassbauwerk
2. Erstellung der P-Q-Beziehung



**Weitere Informationen zum Umgang mit P-Q-Beziehungen:**  
Vonwiller, L., Kuhlmann, M., Deller, M., Corbe, S., Oplatka, M., Hauser, M. (2020). Berücksichtigung von Brücken und des Sihldurchlasses im 2D-Überflutungsmodell in der Stadt Zürich, Wasser Energie Luft 112(4), 231-238

#### Berücksichtigung von Brücken und des Sihldurchlasses im 2D-Überflutungsmodell in der Stadt Zürich

Lukas Vonwiller, Michel Kuhlmann, Matthias Deller, Stefan Corbe, Matthias Oplatka, Marc Hauser

**Zusammenfassung**  
Hochwasserereignisse können Brücken und Durchlässe an ihre Kapazitätsgrenzen bringen. Durch einen Anstieg an diesen Bauwerken kann es zu entsprechenden Auswirkungen kommen. Im vorliegenden Beitrag soll ein Beispiel der 2D-Überflutungsmodellierung auf dem Schwemmgel der Sihl in der Stadt Zürich aufgeführt werden, wie die Brücken an der Sihl und der Sihldurchlass beim Hochwasser in Zürich anhand von P-Q-Beziehungen (P-Q-Beziehungen) als offene Randbedingungen berücksichtigt werden können. Zudem soll der Einfluss auf die Überflutungssituation und den Druckverlust untersucht werden. Für die Berücksichtigung der Brücken und des Sihldurchlasses werden Ansätze für ein P-Q-Beziehungsmodell und den Druckverlust verwendet, wobei bei den Brücken zusätzlich ein Überflutungsmodell mit P-Q-Beziehungen besteht, um von verschiedenen Szenarien bei Brücken und Durchlässen zu unterscheiden. Beim Sihldurchlass werden besondere Anforderungen, Verkleinerung der Durchlasshöhe und die Längsdehnung der Längsdehnung. Die Modellierung der Szenarien und deren Auswirkungen auf die Auswirkungen tragen ebenfalls zu einer Verbesserung des Überflutungsmodells im Hochwasserereignis bei und schaffen außerdem eine Entscheidungsgrundlage, um Szenarien für die Hochwasserereignisvorhersage zu definieren. Mit den vorgestellten Verfahren lassen sich komplexe Brücken und Durchlässe anhand einer P-Q-Beziehung beschreiben, wobei die verwendeten Ansätze und Ansätze hier ausgearbeitet und definiert werden können.

um das aktuelle Schadenspotenzial neu zu bewerten. Ziel dieses Beitrags ist die vorläufige hoch aufgelöste 2D-Modellierung im Auftrag des AWEL, um die Geländehöhe, Hochwasser, der Geländehöhe, die Längsdehnung und Zündpunkte für die Stadt Zürich zu ermitteln.

Zu Beginn der Untersuchung war unklar, welche Rolle die Brücken beim Überflutungsprozess auf dem Schwemmgel der Sihl spielen und wie der Überflutungsprozess beim Hochwasser bei den unterirdischen Durchlässen zu berücksichtigen ist. Beim Sihldurchlass wurde für die Überflutung im Bereich der Hauptbahnlinie eine Schenkelform zugewiesen. Im vorliegenden Artikel soll aufgeführt werden, wie die Brücken an der Sihl und der Sihldurchlass im numerischen 2D-Modell berücksichtigt werden, und wie die Auswirkungen auf die Überflutung im Bereich der Brücken sind.

#### 1. Einleitung

Die Sihl durchlässt auf ihrem Schwemmgel die Stadt Zürich. Kurz vor der Mündung in den Limmat entspannt die Sihl den Hauptstaudamm Zürich in Städelbach am Agt 803. Das Schadenspotenzial im Überflutungsgebiet der Sihl auf dem Stadtgebiet ist eines der größten in der Schweiz und beträgt nach bisheriger Einschätzung rund 6 Mrd CHF (AWEL, 2017).



#### 2. Numerisches Modell

Für die hydraulischen 2D-Simulationen wird die Software RAS2D (2D) des Software RAS2D (2D) verwendet. Das Software RAS2D (2D) ist ein hochauflösendes 2D-Modellierungsprogramm (2D-Modellierungsprogramm).



Wasser Energie Luft - 112. Jahrgang, 2020, Heft 4, S. 231-238  
Wasser Energie Luft 112  
www.wel.ch

## Randbedingung Durchlassbauwerk

### Fazit und Erkenntnisse Source vs. P-Q-Beziehung:

- Tiefere max. WSP im Stauraum bei Sources ggü. P-Q-Beziehung
- Aufgrund Zugabe durch Source stimmt Bilanzbetrachtung im Gesamtsystem nicht

### Differenz hat Auswirkung auf:

- Notwendige Dammhöhen

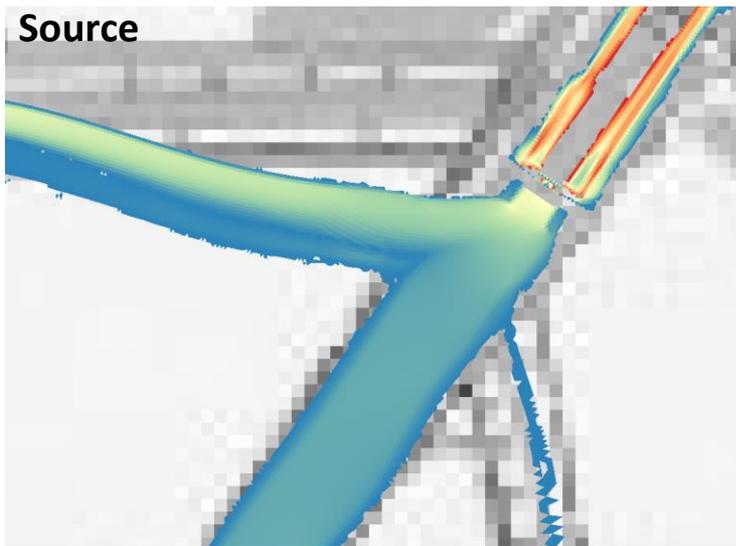


Abb: Specific Discharge, 43200s, Source

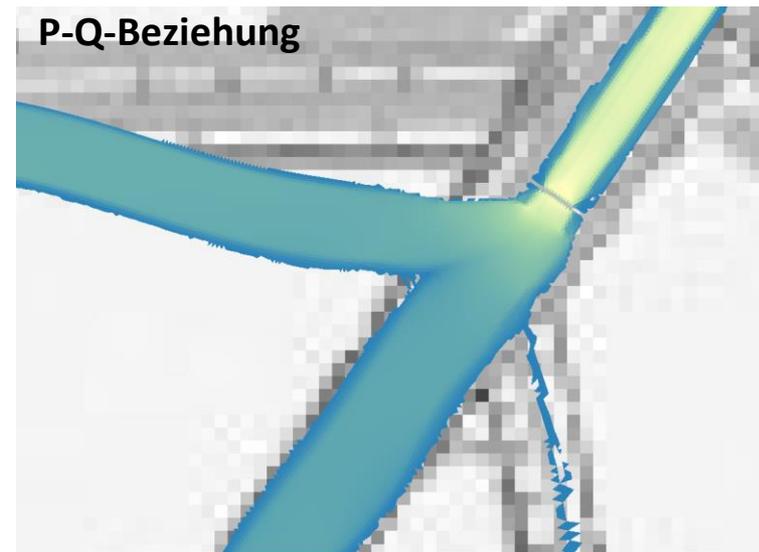
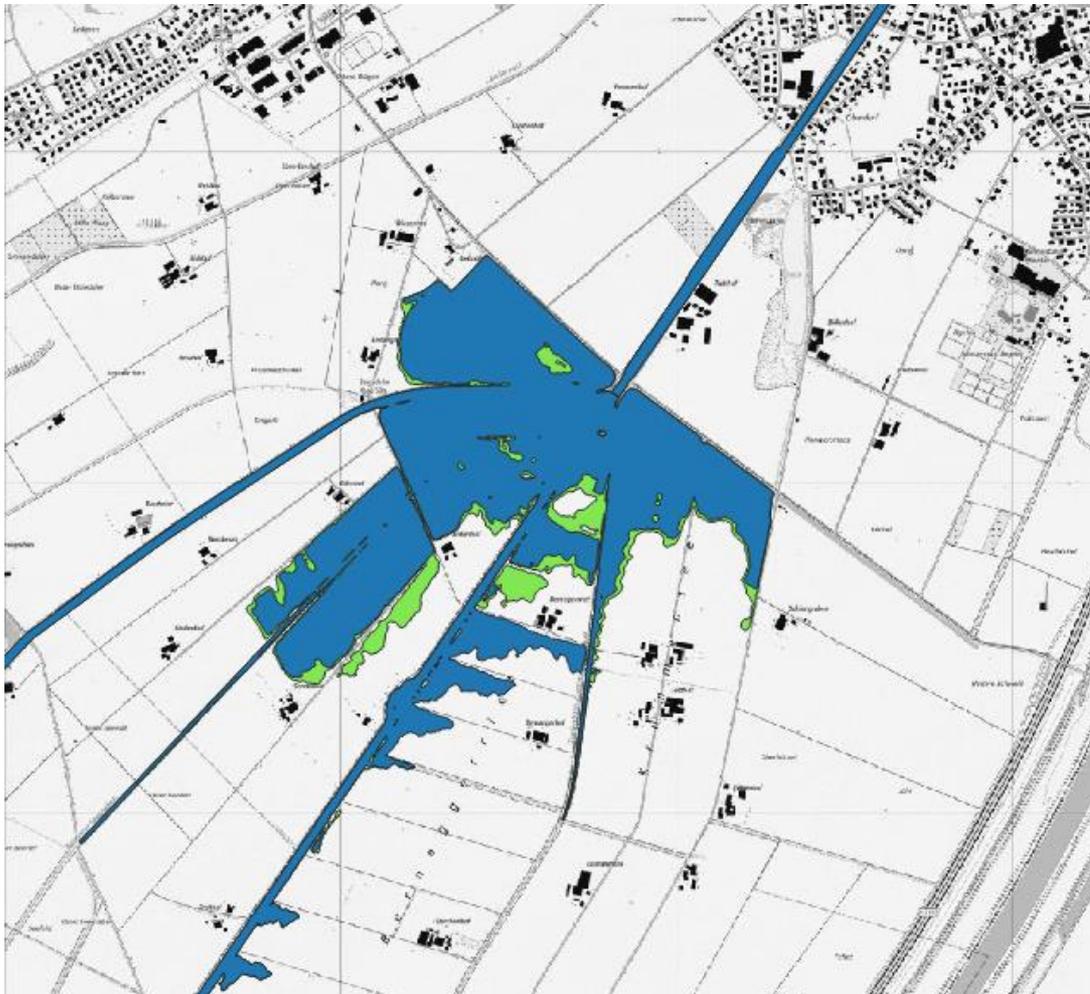


Abb: Specific Discharge, 43200s, P-Q-Beziehung

## Randbedingung Durchlassbauwerk

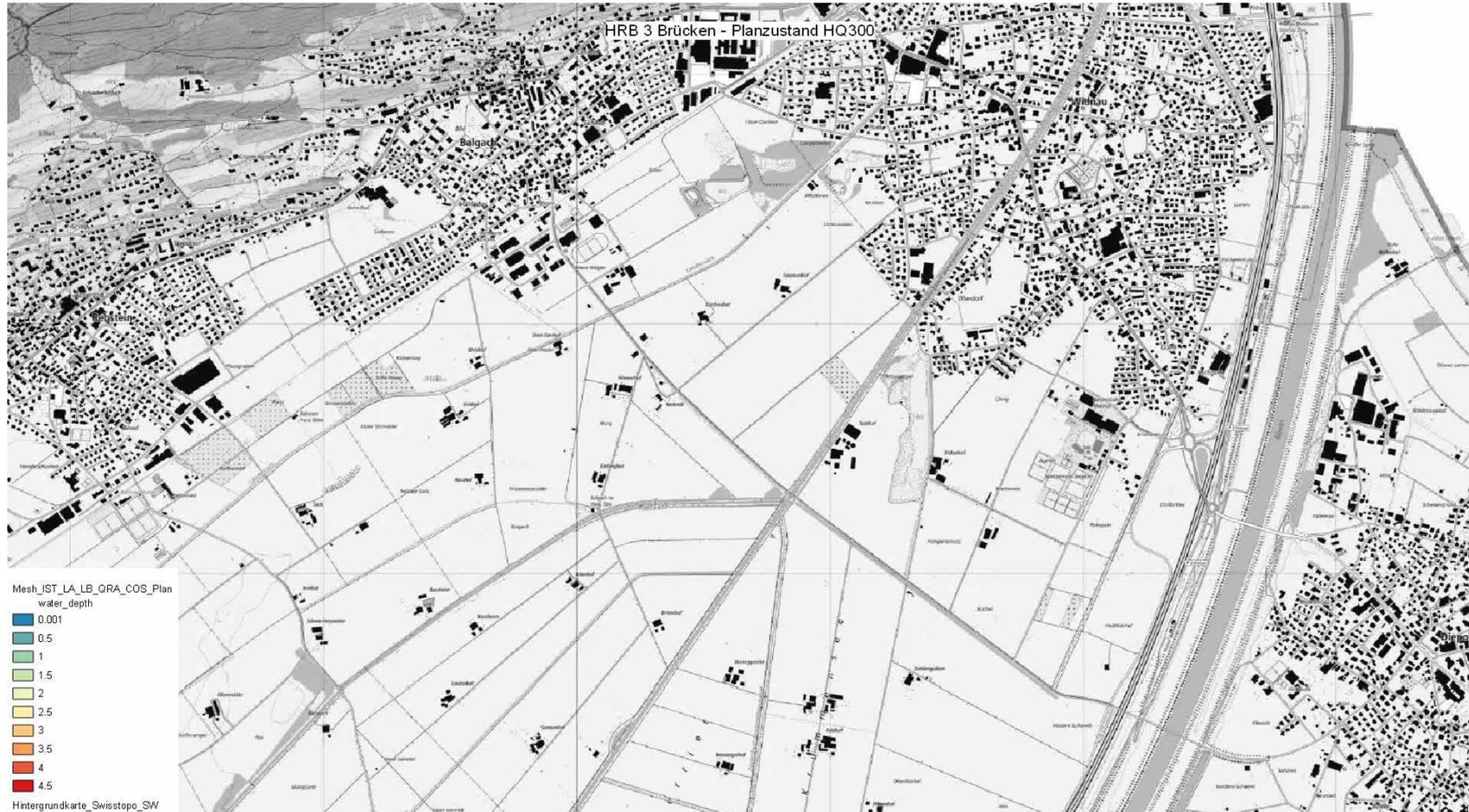
Vergleich Source - P-Q Beziehung, HQ100, max. Überflutungsfläche



-  P-Q-Beziehung
-  Sources

## Randbedingung Durchlassbauwerk

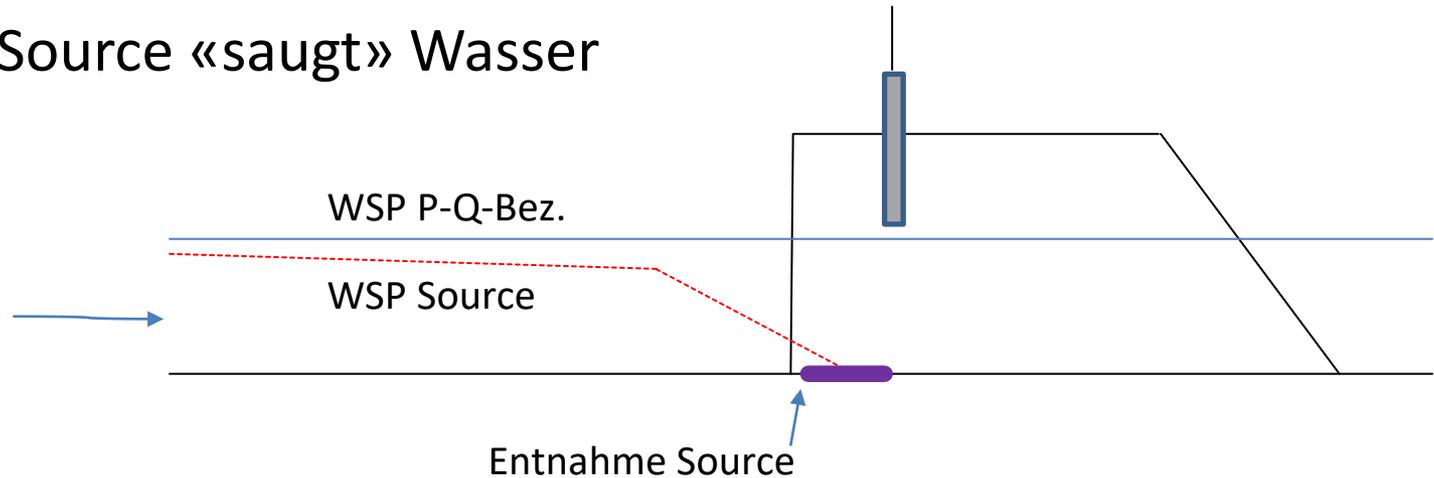
### Simulation HQ300, Durchlassbauwerk als Source



## Randbedingung: Durchlassbauwerk

### Woher kommen die Unterschiede?

Vermutung: Source «saugt» Wasser



### Fazit:

- Die Wahl der Randbedingung kann Einfluss auf die Berechnungsergebnisse haben
- Erklärungsbedarf: Hydromech. oder numerisches Phänomen?
- In vorliegenden Fall P-Q-Beziehung wohl der bessere Ansatz

*Feature-Request: Monitoring Q Sources, zur Überprüfung wieviel Wasser entnommen wird*

# Vielen Dank!

Mit herzlichem Dank an

**HOLINGER**  
the art of engineering

**nr+p**  
nrp ingenieure

- Niederer + Pozzi AG (2014): Rheintaler Binnenkanal, Ereignisanalyse Hochwasser 2013 – Technischer Bericht, 19. November 2014
- HOLINGER AG / NRP AG / B+S AG (2019): Hochwasserschutz Rheintaler Binnenkanal, Optimierung des Vorprojekts – Kurzbericht und Planbeilagen, 28. Februar 2019
- HOLINGER AG / NRP AG / B+S AG (2019): Hochwasserschutz Rheintaler Binnenkanal, Massnahmenkonzept Hochwasser – Übersichtsplan, 28. Februar 2019
- Vonwiller, L., Kuhlmann, M., Deller, M., Corbe, S., Oplatka, M., Hauser, M. (2020). Berücksichtigung von Brücken und des Sihldurchlasses im 2D-Überflutungsmodell in der Stadt Zürich, Wasser Energie Luft 112(4), 231-238