

2D-Strömungsmodell Haselbach

Einsatz von BASEMENT zur Evaluierung, Dimensionierung und Optimierung von Hochwasserschutzmassnahmen

Michel Kuhlmann

TK Consult AG

27.01.2016



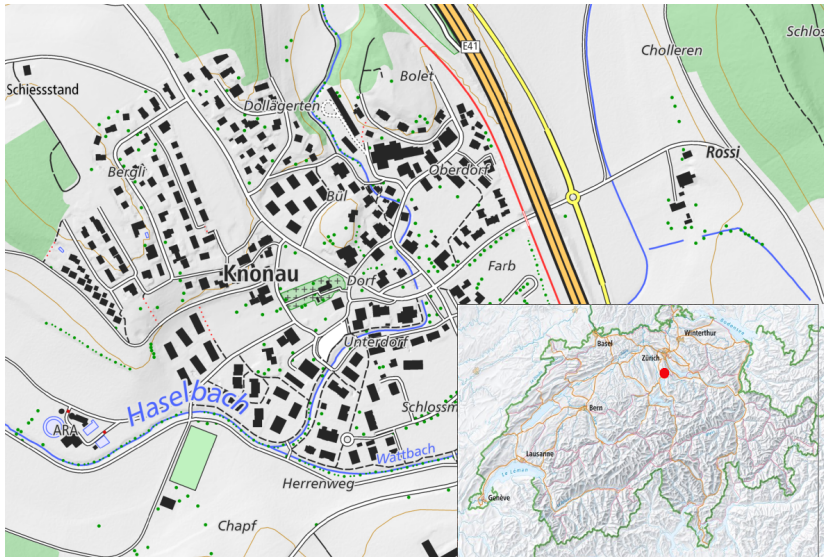
Outline

- 1 Einleitung
- 2 Modellaufbau
- 3 Diskussion
- 4 Referenzen

Outline

- 1 Einleitung
- 2 Modellaufbau
- 3 Diskussion
- 4 Referenzen

Situation



Haselbach

- Einzugsgebiet: 9.6 km^2
- Mittlerer Abfluss: $\approx 150 \text{ l/s}$
- HQ_{100} : $19 \text{ m}^3/\text{s}$
- AWEL Abflussmessstation in Mettmenstetten

Projektkontext

- Schwere Hochwasser 2007 und 2008 (Analyse durch Pöyry [1])

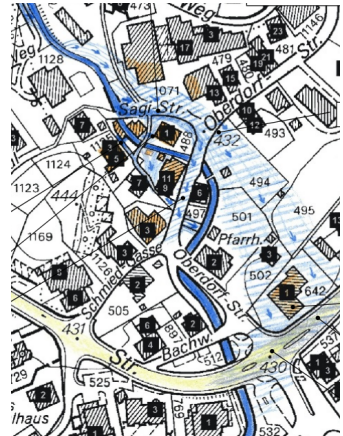


Figure: Überflutung 2008 [1]

Projektkontext

- Schwere Hochwasser 2007 und 2008 (Analyse durch Pöyry [1])
- Vorprojekt und Variantenstudium (Hydraulik: 1D, Niederer und Pozzi, 2008 [3])

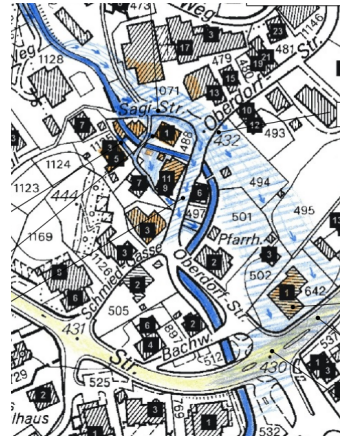


Figure: Überflutung 2008 [1]

Projektkontext

- Schwere Hochwasser 2007 und 2008 (Analyse durch Pöyry [1])
- Vorprojekt und Variantenstudium (Hydraulik: 1D, Niederer und Pozzi, 2008 [3])
- Projektausarbeitung durch Staubli, Kurath & Partner; (Hydraulik: 2D, TK Consult AG, 2015)

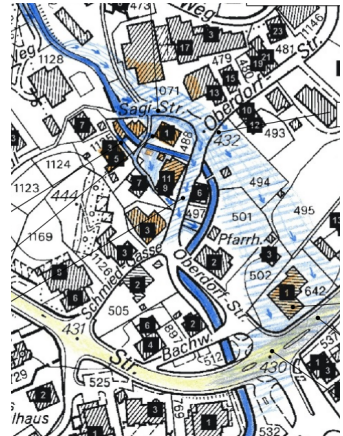


Figure: Überflutung 2008 [1]

Projektkontext

- Schwere Hochwasser 2007 und 2008 (Analyse durch Pöyry [1])
- Vorprojekt und Variantenstudium (Hydraulik: 1D, Niederer und Pozzi, 2008 [3])
- Projektausarbeitung durch Staubli, Kurath & Partner; (Hydraulik: 2D, TK Consult AG, 2015)
- Bauherr: AWEL

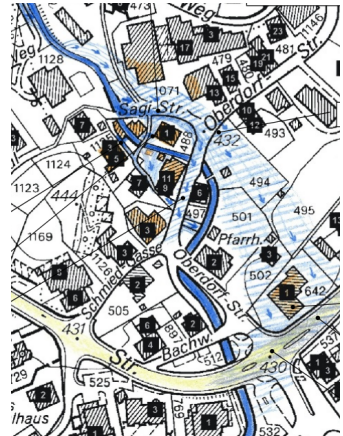
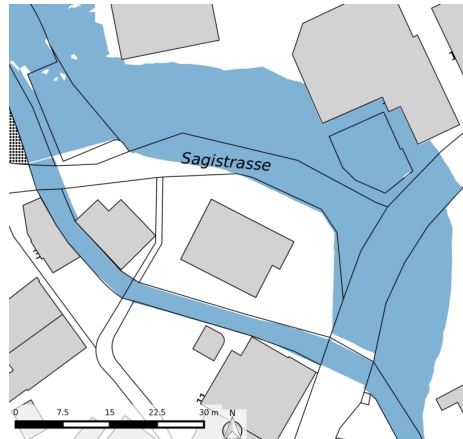


Figure: Überflutung 2008 [1]

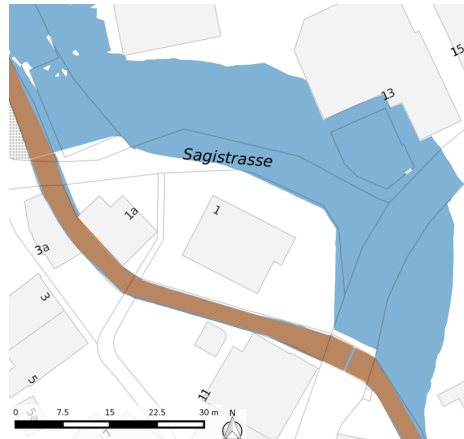
Hochwasserschutzkonzept

- Durchleiten der Hochwasserspitze durch Überflutungskorridor



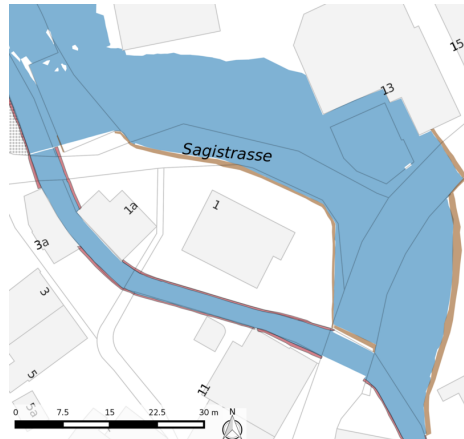
Hochwasserschutzkonzept

- Durchleiten der Hochwasserspitze durch Überflutungskorridor
- Sohlenabsenkung



Hochwasserschutzkonzept

- Durchleiten der Hochwasserspitze durch Überflutungskorridor
- Sohlenabsenkung
- Massnahmen zur Sicherung des Überflutungskorridors (Damm-, Uferverbau)



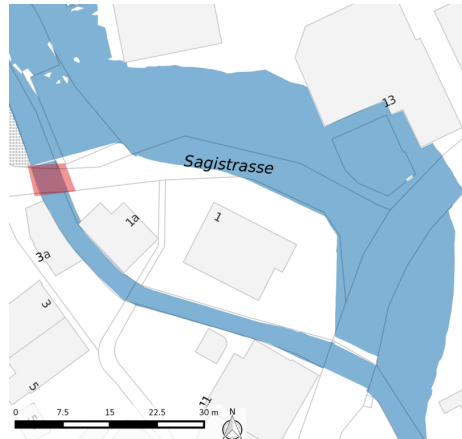
Hochwasserschutzkonzept

- Durchleiten der Hochwasserspitze durch Überflutungskorridor
- Sohlenabsenkung
- Massnahmen zur Sicherung des Überflutungskorridors (Damm-, Uferverbau)
- Ausleitung
 - Variante 1 Streichwehr



Hochwasserschutzkonzept

- Durchleiten der Hochwasserspitze durch Überflutungskorridor
- Sohlenabsenkung
- Massnahmen zur Sicherung des Überflutungskorridors (Damm-, Uferverbau)
- Ausleitung
 - Variante 1 Streichwehr
 - Variante 2 Dosierbauwerk

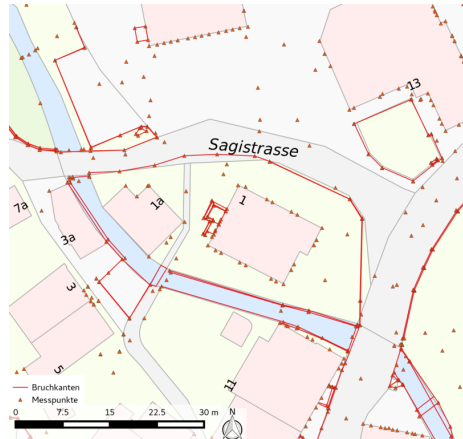


Outline

- 1 Einleitung
- 2 Modellaufbau**
- 3 Diskussion
- 4 Referenzen

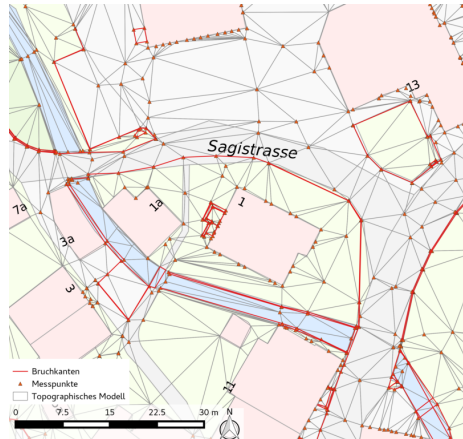
Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungsperimeter



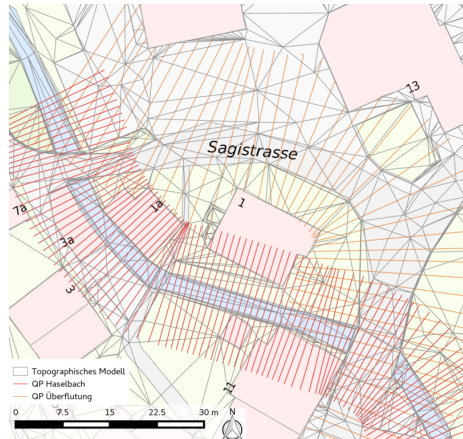
Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungsperimeter
- Triangulation der Messpunkte mit Restriktion der Bruchkanten



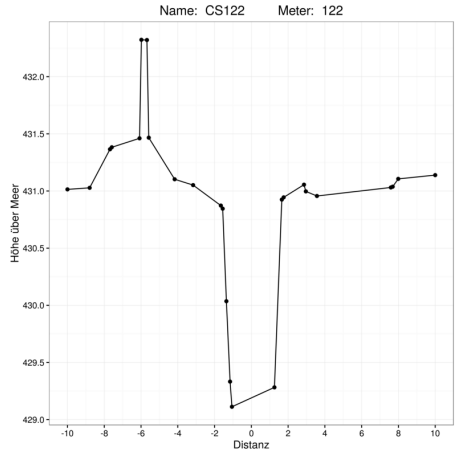
Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungssperimeter
- Triangulation der Messpunkte mit Restriktion der Bruchkanten
- Extrahieren von Querprofilen (QP) entlang des Gerinnes und des Korridors



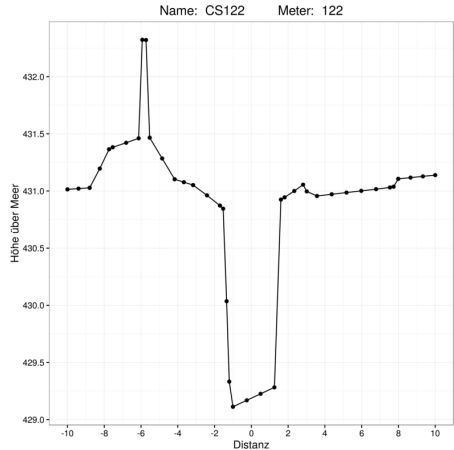
Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungsperimeter
- Triangulation der Messpunkte mit Restriktion der Bruchkanten
- Extrahieren von Querprofilen (QP) entlang des Gerinnes und des Korridors



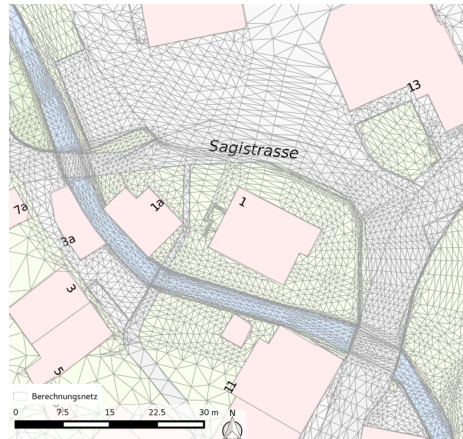
Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungsperimeter
- Triangulation der Messpunkte mit Restriktion der Bruchkanten
- Extrahieren von Querprofilen (QP) entlang des Gerinnes und des Korridors
- Einfügen von Zwischenpunkten innerhalb QP

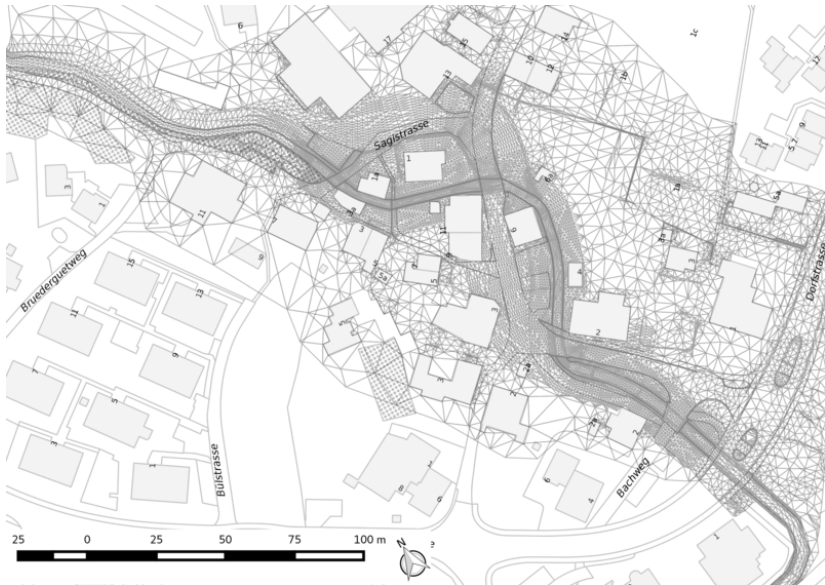


Erstellung des Berechnungsnetzes

- Grundlagen: Messpunkte und Bruchkanten im Gerinne und Überflutungsperimeter
- Triangulation der Messpunkte mit Restriktion der Bruchkanten
- Extrahieren von Querprofilen (QP) entlang des Gerinnes und des Korridors
- Einfügen von Zwischenpunkten innerhalb QP
- Erneutes Triangulieren



Diskretisierung Berechnungsnetz (Ist-Zustand)



-
- 433.7 m.ü.M.
- 0.1 m
- 433.7 m.ü.M.
- 433.2 m.ü.M.
- 433.1 m.ü.M.
- 432.9 m.ü.M.
- 432.6 m.ü.M.
- 0.5 m
- Sagstrasse
- 432.1 m.ü.M.
- 0.28 m
- 432 m.ü.M.
- 0.25 m
- 432 m.ü.M.
- 431.8 m.ü.M.
- 431.8 m.ü.M.
- 0.15 m
- 431.2 m.ü.M.
- 0.15 m
- 430.45 m.ü.M.
- 0 25 50 75 m
- N
- ★ Hochwasserspuren 2008 (Wassertiefe)
- ★ Hochwasserspuren 2008 (Höhenlage)
- Reibungsbelwerte (Zonen)

Kalibrierung Hochwasser 2008

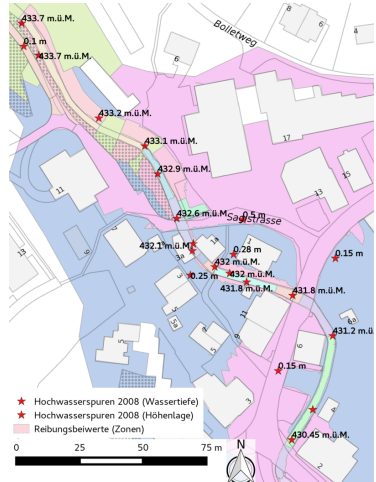
- Hochwasserspuren im Gerinne und im Überflutungsbereich
- Abflussganglinie Messstation Mettmenstetten

Kalibrierung Hochwasser 2008

- Hochwasserspuren im Gerinne und im Überflutungsbereich
- Abflussganglinie Messstation Mettmenstetten
- Nachbilden des historischen Ereignis mit BASEMENT

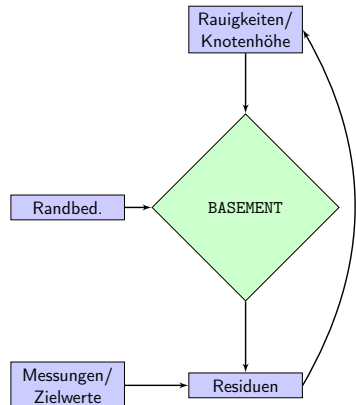
Kalibrierung Hochwasser 2008

- Hochwasserspuren im Gerinne und im Überflutungsbereich
- Abflussganglinie Messstation Mettmenstetten
- Nachbilden des historischen Ereignis mit BASEMENT
- Zuweisen von Reibungsbeiwertzonen



Kalibrierung Hochwasser 2008

- Hochwasserspuren im Gerinne und im Überflutungsbereich
- Abflussganglinie Messstation Mettmensstetten
- Nachbilden des historischen Ereignis mit BASEMENT
- Zuweisen von Reibungsbeiwertzonen
- Kalibrierung mit PEST [2]
 - Iterative Anpassung der Reibungsbeiwerte (Zonen)
 - Minimierung der Residuen (Simulationsergebnis - Beobachtung)
 - Parallelisierbar auf mehreren Rechnern



Bauvarianten Ausleitung

- Zielvorgabe fürs HQ_{100} ($\equiv 19 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - $14 \text{ m}^3/\text{s}$ Gerinne
 - $5 \text{ m}^3/\text{s}$ Korridor

Bauvarianten Ausleitung

- Zielvorgabe fürs HQ_{100} ($\equiv 19 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - $14 \text{ m}^3/\text{s}$ Gerinne
 - $5 \text{ m}^3/\text{s}$ Korridor
- Variante Streichwehr



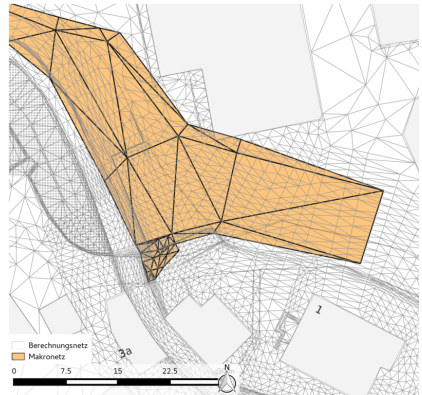
Bauvarianten Ausleitung

- Zielvorgabe fürs HQ_{100} ($\equiv 19 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - $14 \text{ m}^3/\text{s}$ Gerinne
 - $5 \text{ m}^3/\text{s}$ Korridor
- Variante Streichwehr
- Variante Dosierbauwerk



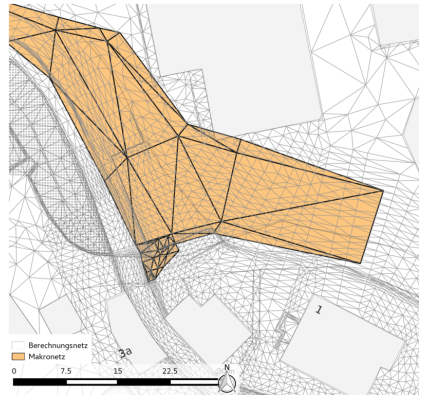
Optimierung Variante Streichwehr

- Implementierung eines Streichwehrs durch grossräumige Geländeanpassungen



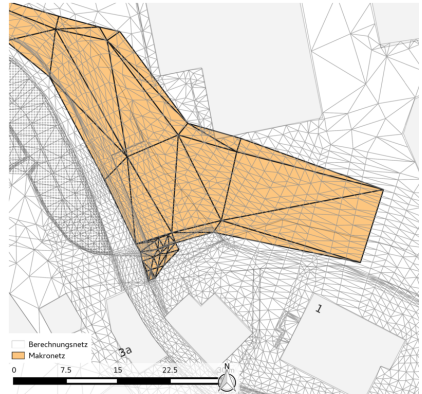
Optimierung Variante Streichwehr

- Implementierung eines Streichwehrs durch grossräumige Geländeanpassungen
- Anpassung des Berechnungsnetztes via Makro-Netz



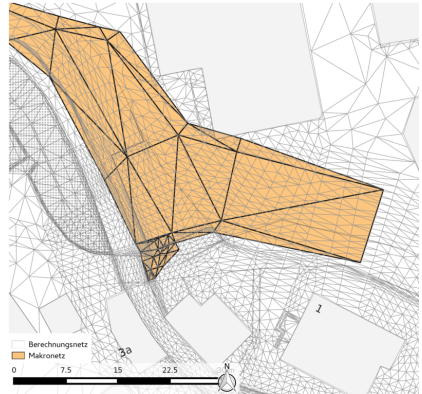
Optimierung Variante Streichwehr

- Implementierung eines Streichwehrs durch grossräumige Geländeanpassungen
- Anpassung des Berechnungsnetztes via Makro-Netz
- Optimierung Höhe der Makro-Netz-Knoten



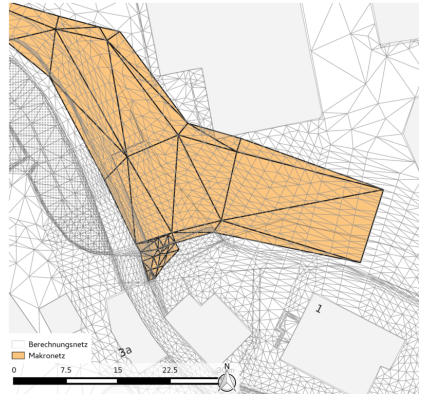
Optimierung Variante Streichwehr

- Implementierung eines Streichwehrs durch grossräumige Geländeanpassungen
- Anpassung des Berechnungsnetztes via Makro-Netz
- Optimierung Höhe der Makro-Netz-Knoten
- Gleiche Technik zur Zuweisung der Knotenhöhe der Sohlenabsenkung, Ufer- und Dammverbau.



Optimierung Variante Streichwehr

- Implementierung eines Streichwehrs durch grossräumige Geländeanpassungen
- Anpassung des Berechnungsnetztes via Makro-Netz
- Optimierung Höhe der Makro-Netz-Knoten
- Gleiche Technik zur Zuweisung der Knotenhöhe der Sohlenabsenkung, Ufer- und Dammverbau.
 - → eine Berechnungsnetz-Diskretisierung



Implementierung des Durchlasses (Variante Dosierbauwerk)

- Innere Randbedingung `gate`
 - Modellierter Durchlasshöhe (v2.5.1) konnte nicht in Übereinstimmung mit analytischer Lösung gebracht werden
 - → Änderung am Basement-Code (v2.5.2)
- Innere Randbedingung `hqrelation`
 - Ableitung HQ-Beziehung aus analytischer Lösung
 - Verifizierung durch Floris 1D-Modell (geschlossene Querprofile)

Outline

- 1 Einleitung
- 2 Modellaufbau
- 3 Diskussion**
- 4 Referenzen




Durchlassimplementierungen

- gate
 - gate funktioniert immer noch nicht gut wenn der Querschnitt variiert
- hqrelation
 - externes Tool zur Ableitung einer HQ-Beziehung (analytische Lösung oder 1D Berechnungen)
- geometrische Einengung
- Wunschdenken:
 - gate bis Brückenunterkante, dann hqrelation
 - Geschlossene Querprofile in BASEchain + Kopplung (1D, 2D)
 - Eindolungen
 - Durchlässe
 - Kanalisation

Outline

- 1 Einleitung
- 2 Modellaufbau
- 3 Diskussion
- 4 Referenzen**

Referenzen I

-  Pöyry Energy AG. *Haselbach in Knonau – Analyse der Hochwasser vom 8. August 2007 und 10. Juni 2008.* 2008.
-  John Doherty. *Model-Independent Parameter Estimation and Uncertainty Analysis.* Version 12.2.0. 2012. URL: <http://www.pesthomepage.org>.
-  Niederer und Pozzi Umwelt AG, Seippel Landschaftsarchitekten GmbH, and AquaTerra Umweltberatung. *Gemeinde Knonau Hochwasserschutzkonzept Haselbach – Variantenstudium und Vorprojekt.* 2008.