Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Hydrologie, Hydrometire

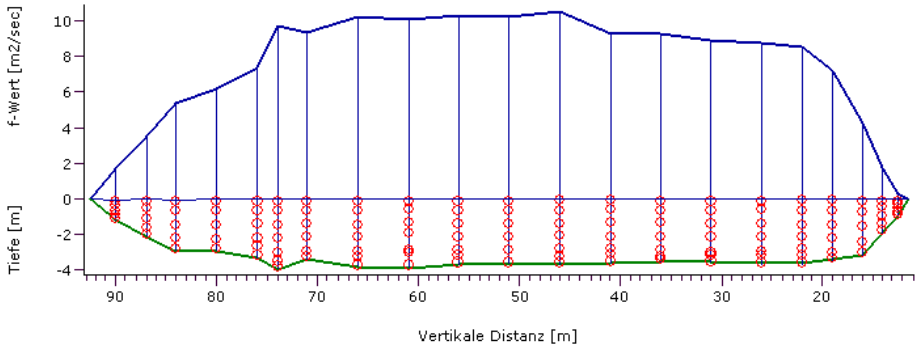
Modellierung von Abflussmessstationen

27. Januar 2016

Traktanden

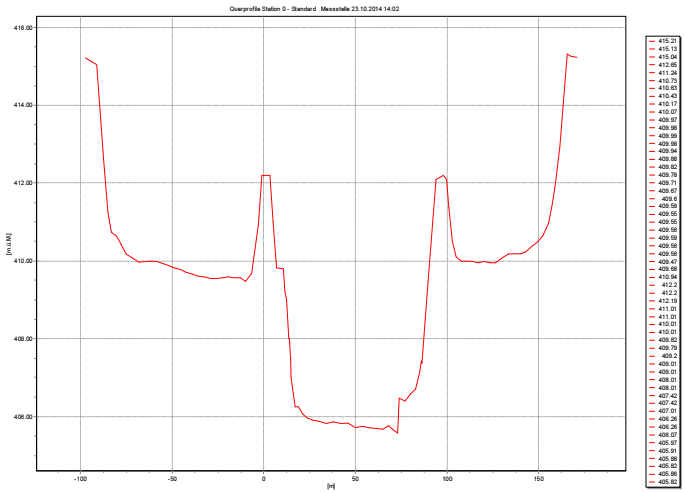
- Einführung
- Beispiele
  - Rhein-Diepoldsau
  - Sense-Thörishaus
  - Schächen-Bürgeln
- Modellierung von Abflussmessstationen.
- BASEMENT

Basisgrössen zur Extrapolation PQ

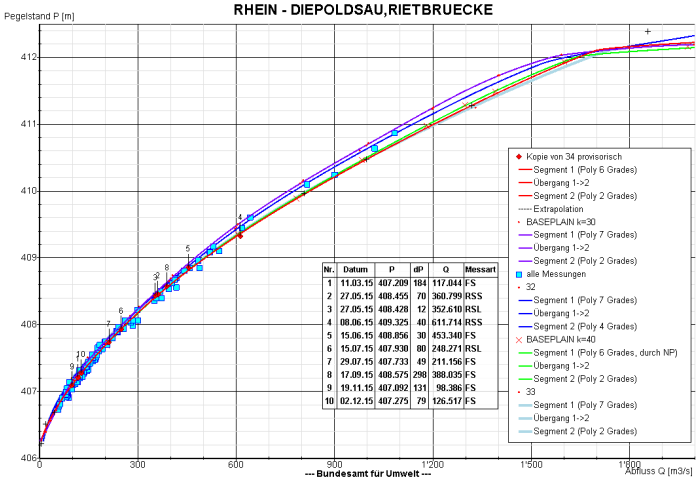


rund 260 Stationen
2013: 1163 Messungen

Querprofil



PQ-Grafik

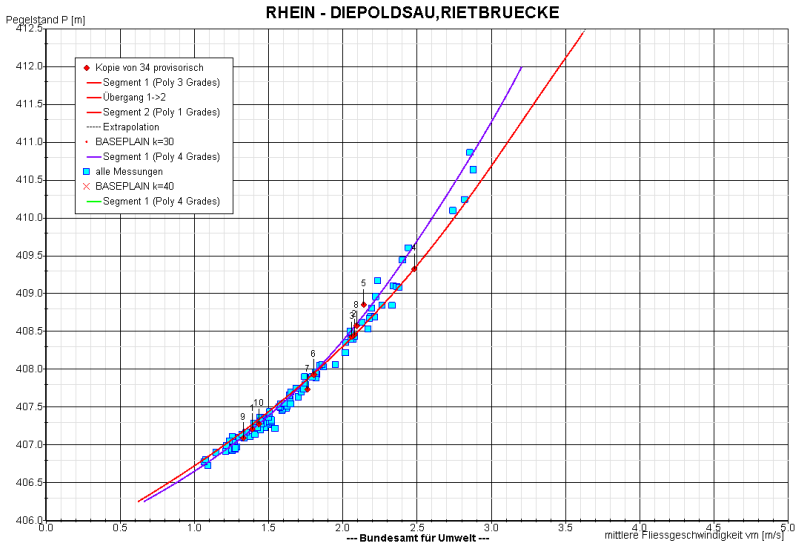


Keine Abflussmessung möglich …

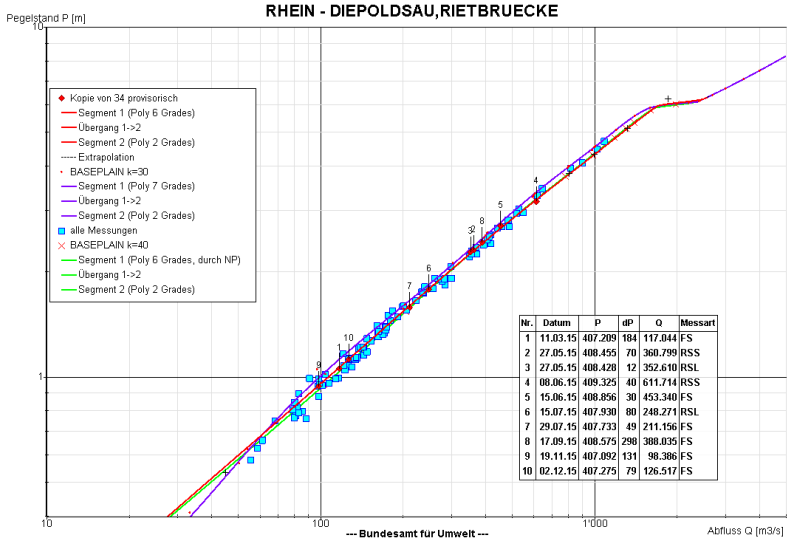
- Kurze Dauer vs. Messzeit
- Einmaligkeit
- Heftigkeit
  - Treibgut
  - Geschwindigkeit
  - Sohle
  - Wellen
- Gefahr

Extrapolation PQ

Extrapolation der mittleren Geschwindigkeit und Fläche extrapolieren



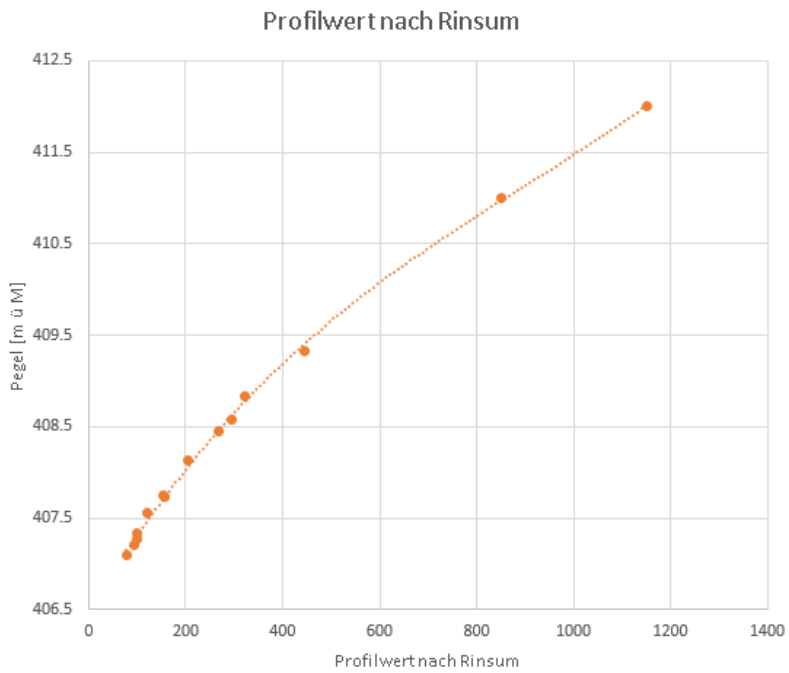
Doppelt-logarithmische Verlängerung



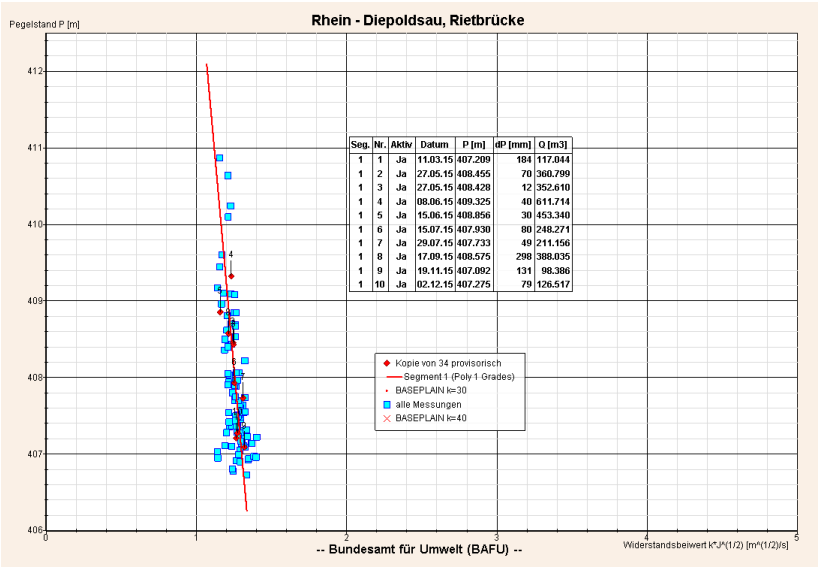
Nr.	Datum	P	dP	Q	Messart
1	11.03.15	407.209	184	117.044	FS
2	27.05.15	408.455	70	360.799	RSS
3	27.05.15	408.428	12	352.610	RSL
4	08.06.15	409.325	40	611.714	RSS
5	15.06.15	408.856	30	453.340	FS
6	15.07.15	407.930	80	248.271	RSL
7	29.07.15	407.733	49	211.156	FS
8	17.09.15	408.575	298	388.035	FS
9	19.11.15	407.092	131	98.386	FS
10	02.12.15	407.275	79	126.517	FS

Extrapolation mittels hydraulischer Grössen

Profilwert



C(J)^1/2

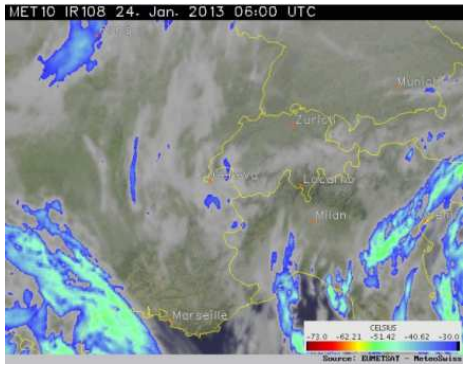


Seg.	Nr.	Aktiv	Datum	P [m]	dP [mm]	Q [m3]
1	1	Ja	11.03.15	407.209	184	117.044
1	2	Ja	27.05.15	408.455	70	360.799
1	3	Ja	27.05.15	408.428	12	352.610
1	4	Ja	08.06.15	409.325	40	611.714
1	5	Ja	15.06.15	408.856	30	453.340
1	6	Ja	15.07.15	407.930	80	248.271
1	7	Ja	29.07.15	407.733	49	211.156
1	8	Ja	17.09.15	408.575	298	388.035
1	9	Ja	19.11.15	407.092	131	98.386
1	10	Ja	02.12.15	407.275	79	126.517

Formeln für Überfälle und Wehre.

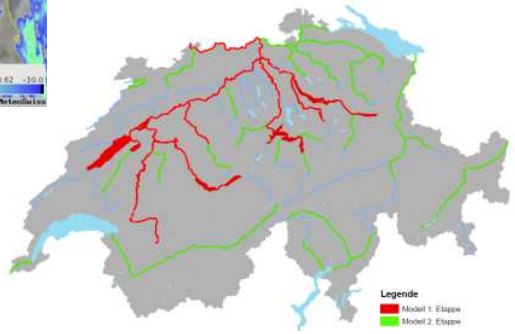
Punktuelle Betrachtungsweise:

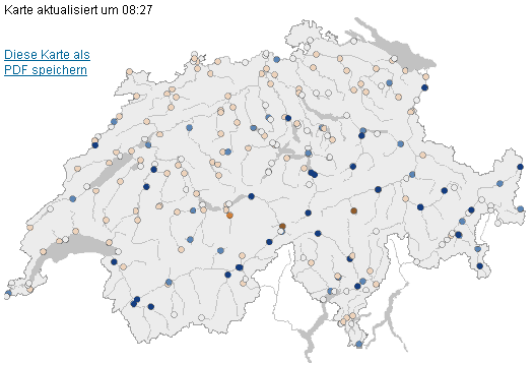
Hydraulische Modellierung von Messstationen



Abgrenzung / Skala:

1. Prognose - Fläche.
2. REGULAC – Linear.
3. Messstation - Punkt.

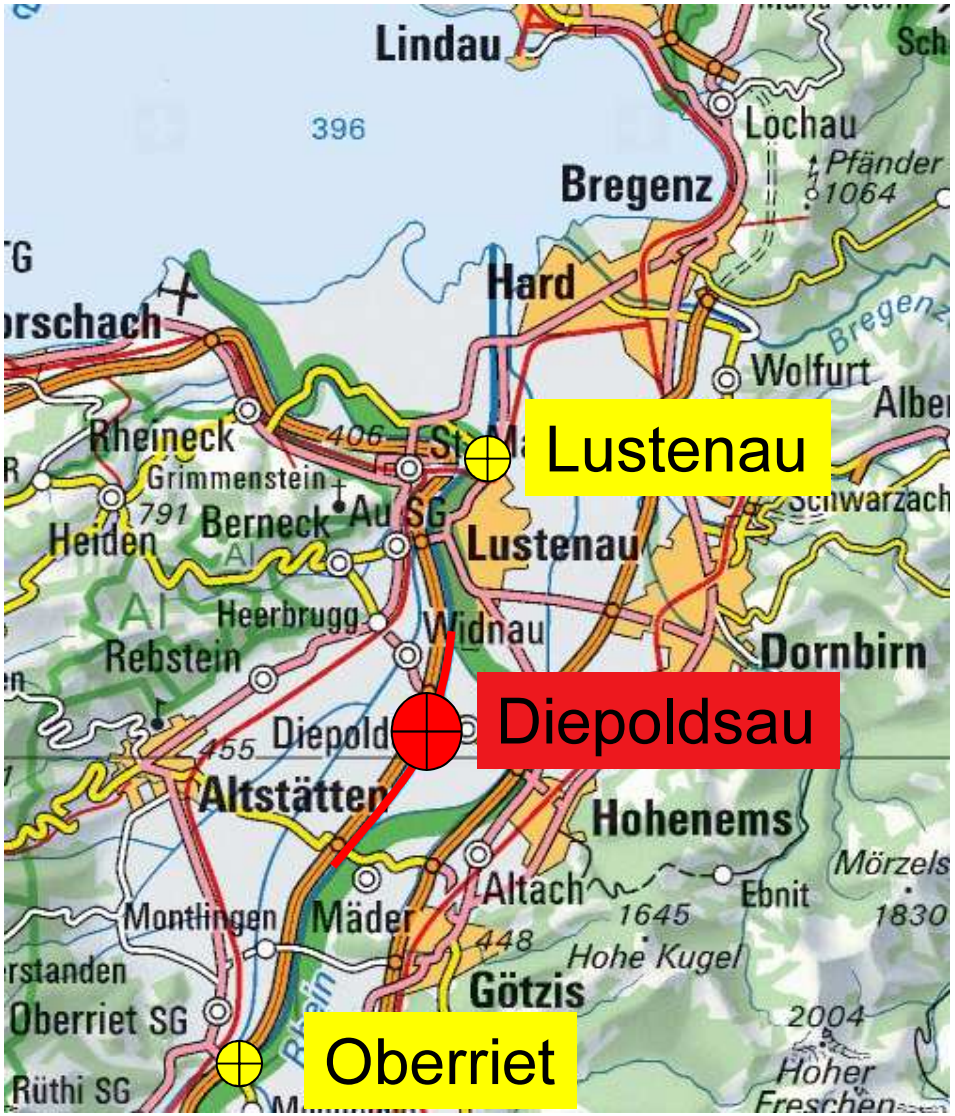




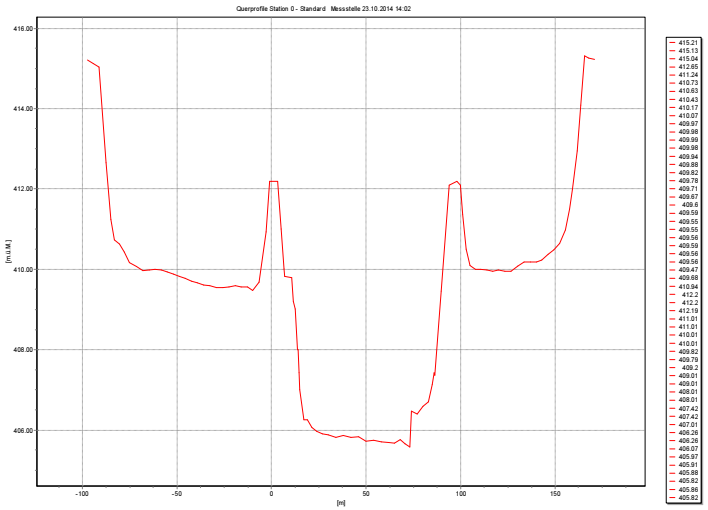
Modelle:

1. Prognose – Meteo & Niederschlag-Abfluss-Modelle.
2. REGULAC – Gewässernetz
3. Messstation – BASEMENT lokal

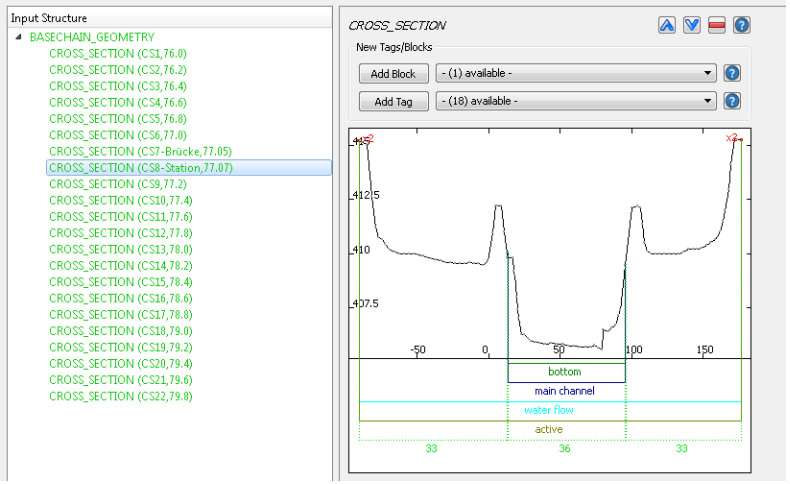
Messstation Rhein-Diepoldsau



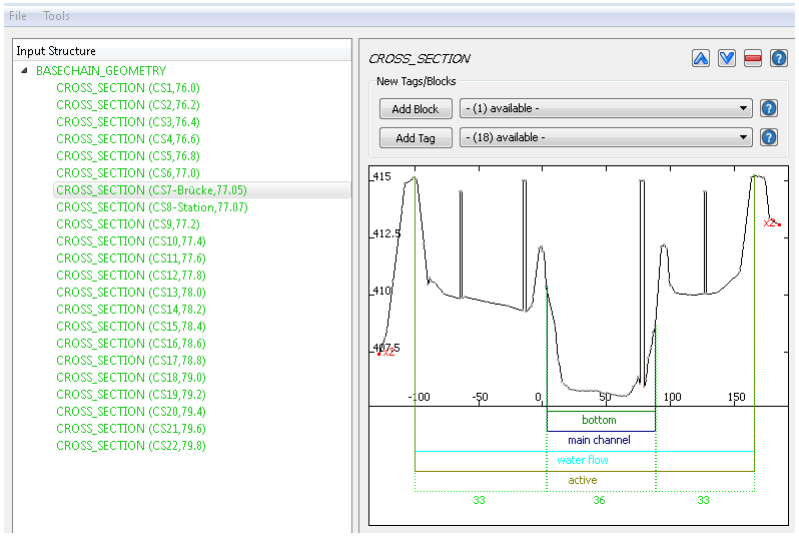
- PQ-Kurven Hauptgerinne und Vorländer.
- Aktivierung der Vorländer beim HQ.

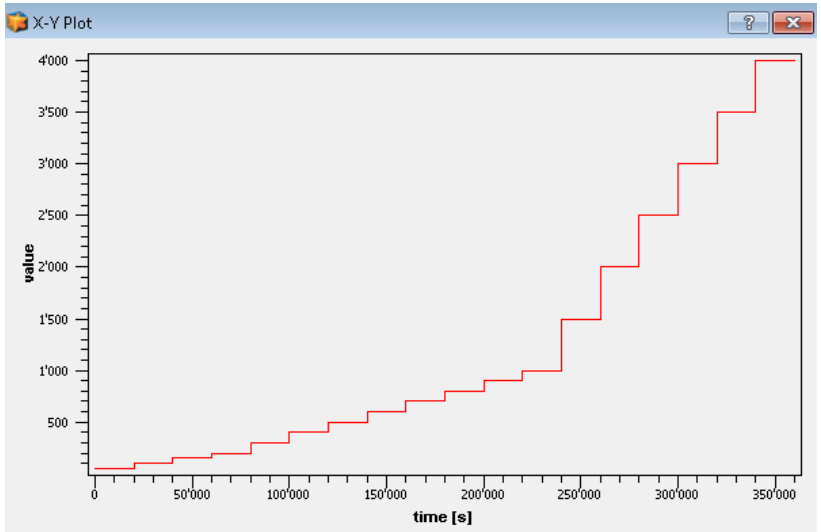


Rhein-Diepoldsau 1D-Modell

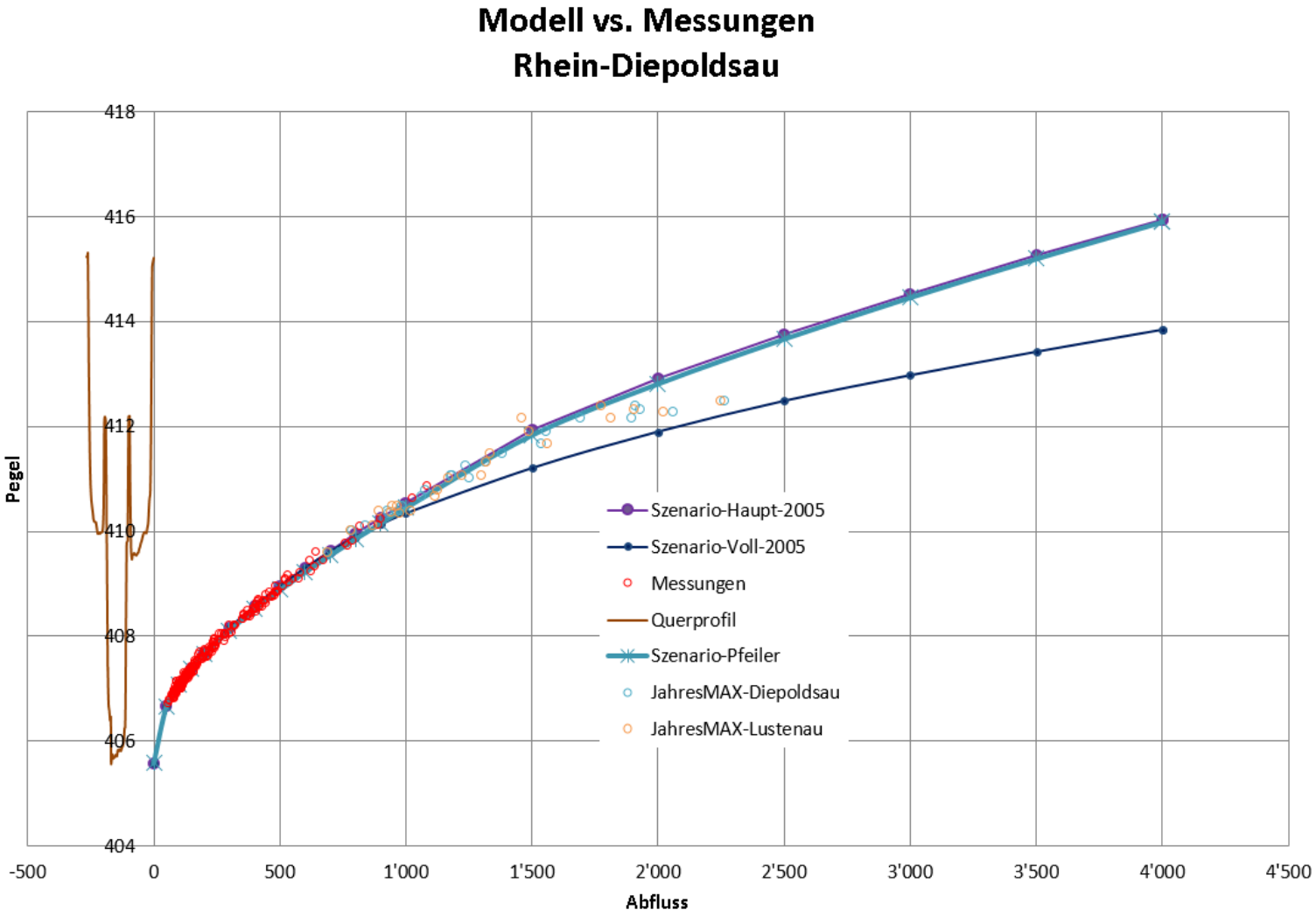


- QPA 200 m
  Station
  Brücke
- Von NW (50) bis HQ (4000)
- K-Werte
  - Hauptgerinne = 36
  - Vorland = 33
- Szenario mit / ohne Brückenpfeiler.

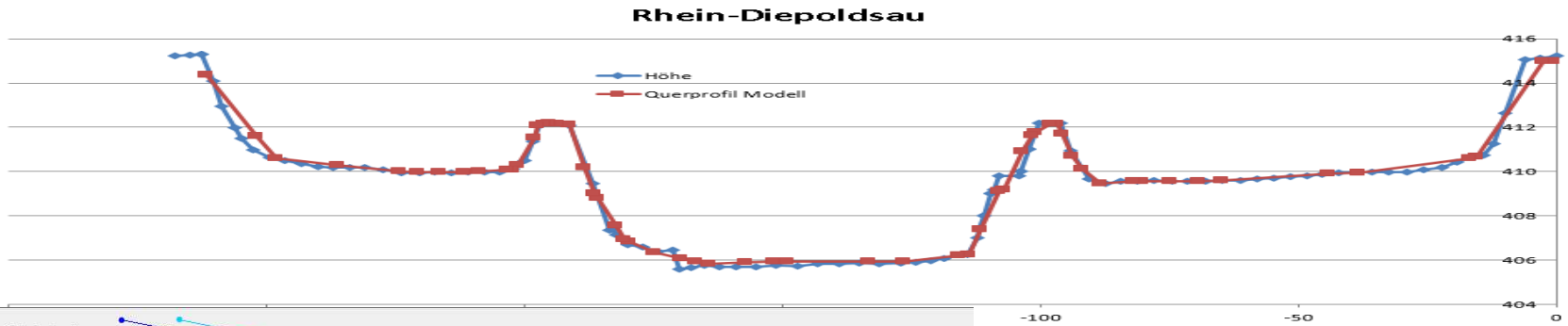


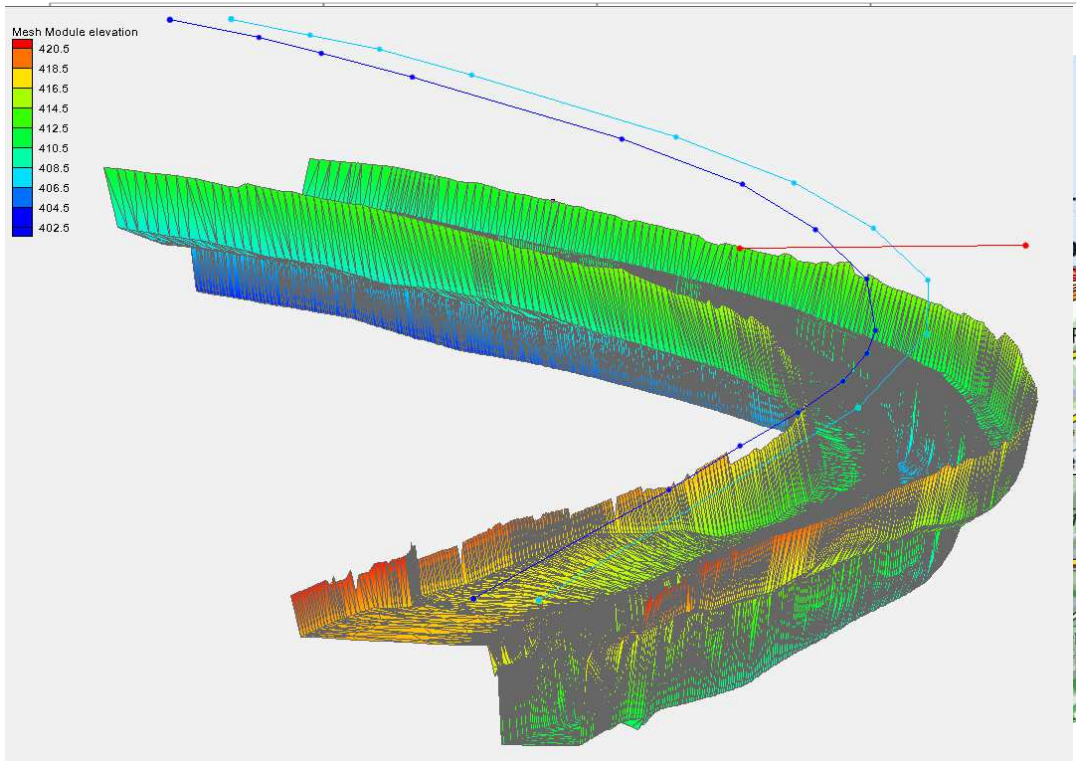


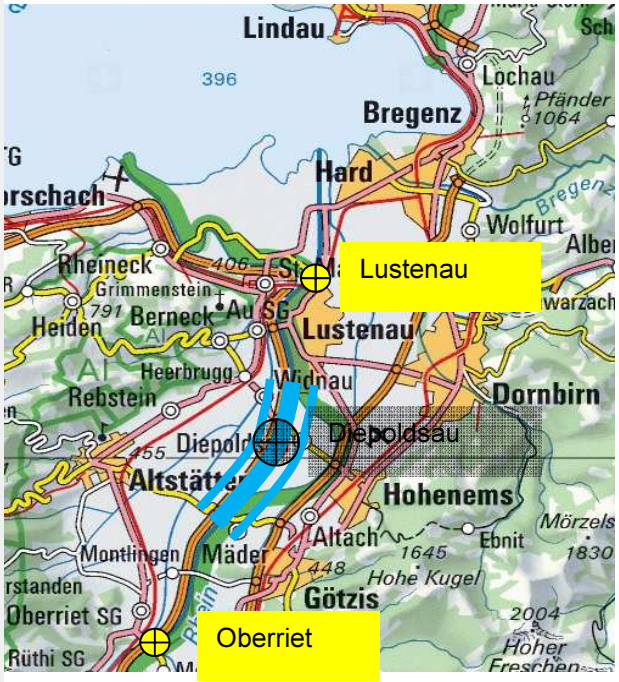
Rhein-Diepoldsau Resultat 1D-Modell



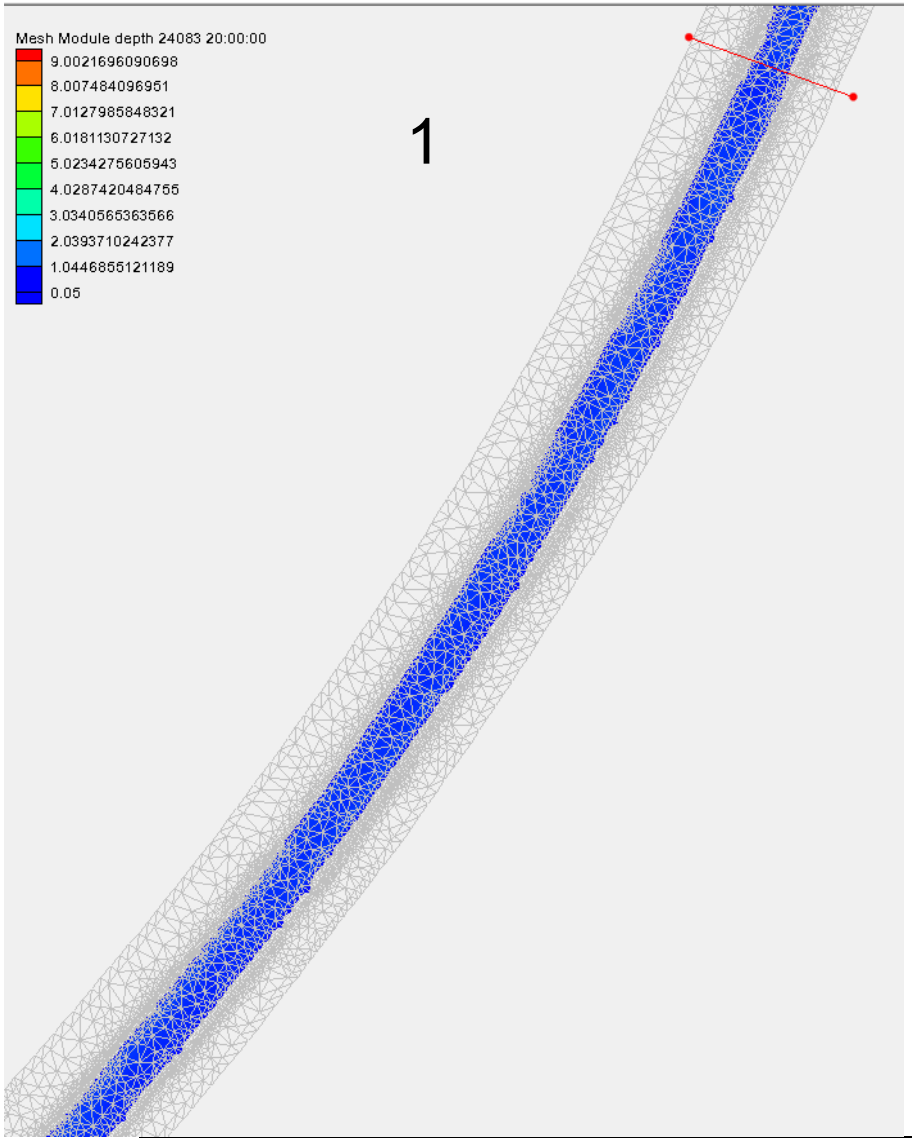
Rhein-Diepoldsau 2D-Modellierung

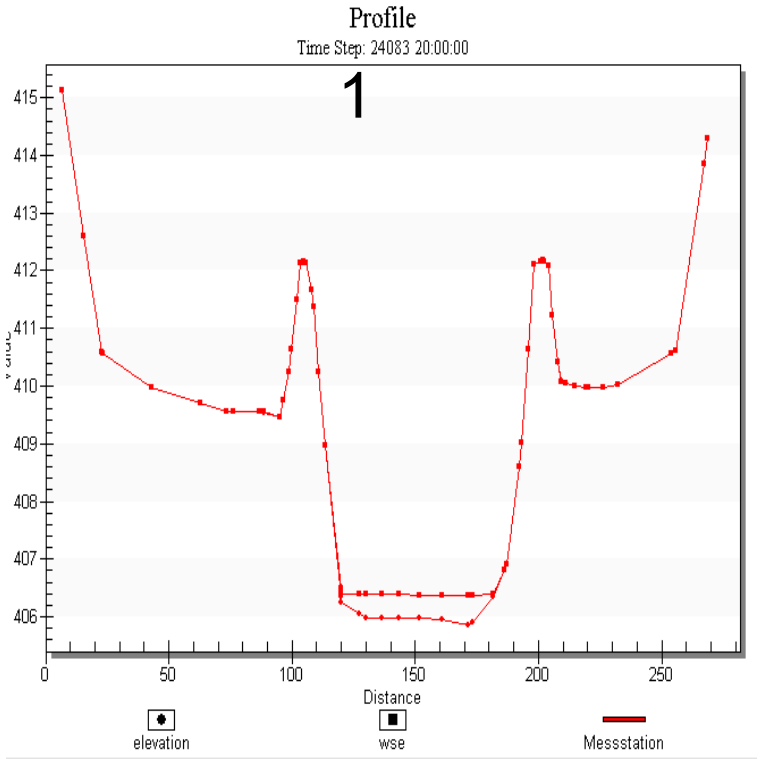




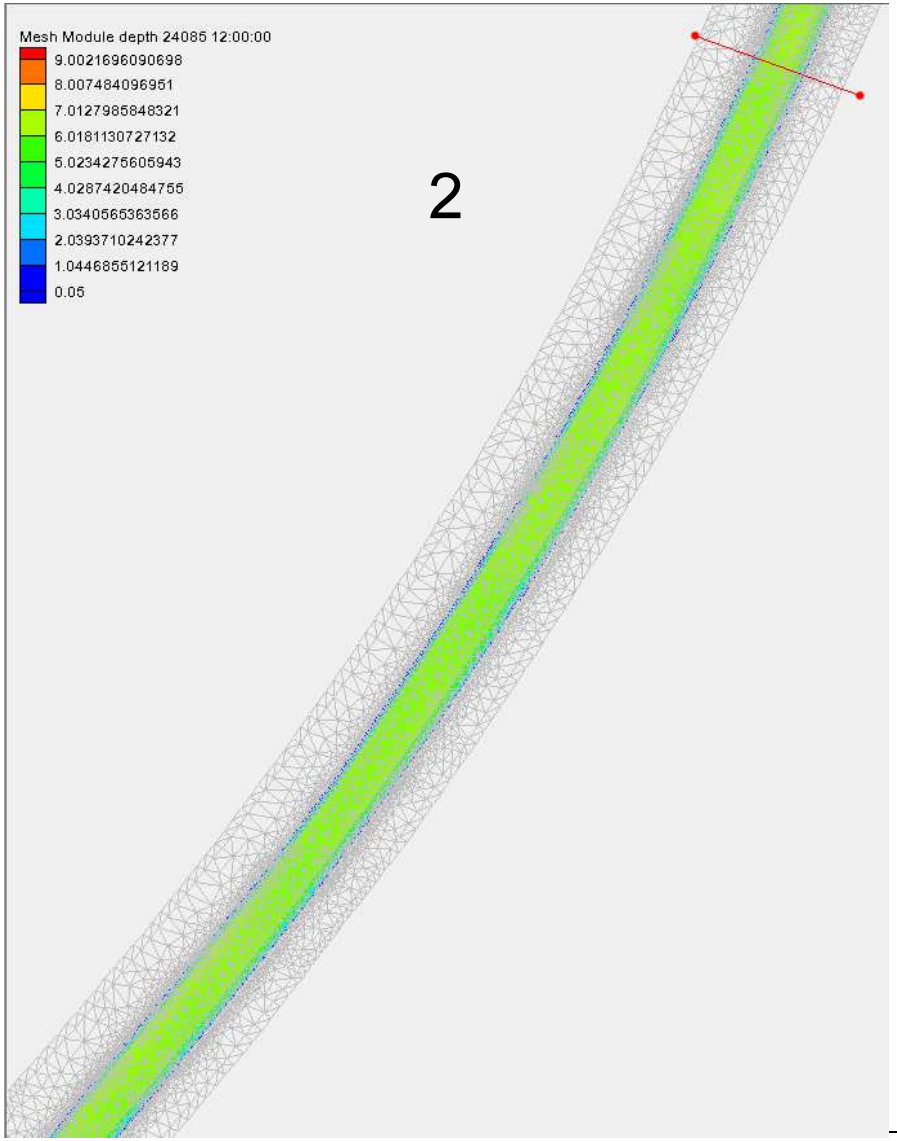


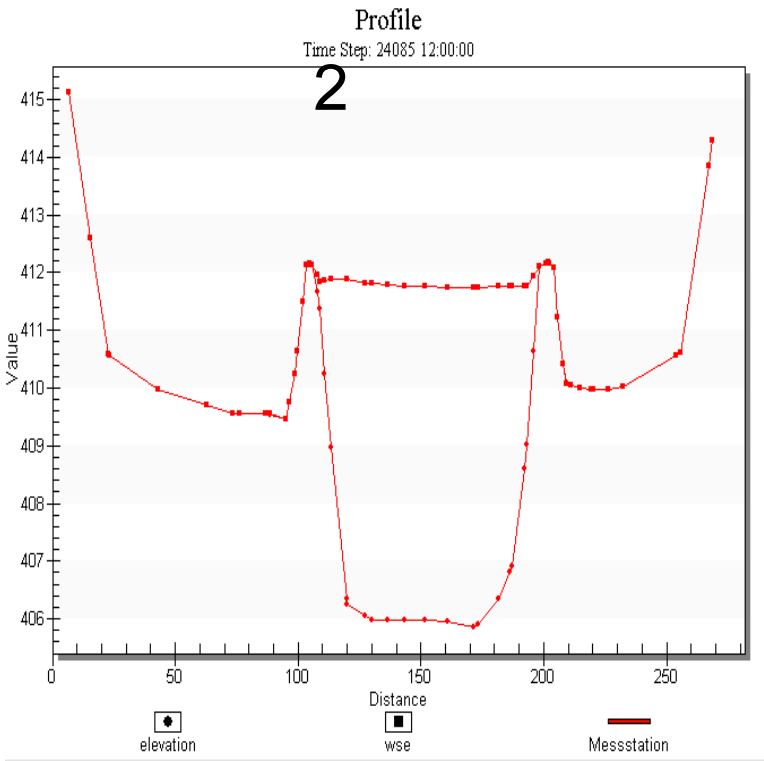
Rhein-Diepoldsau 2D Resultat



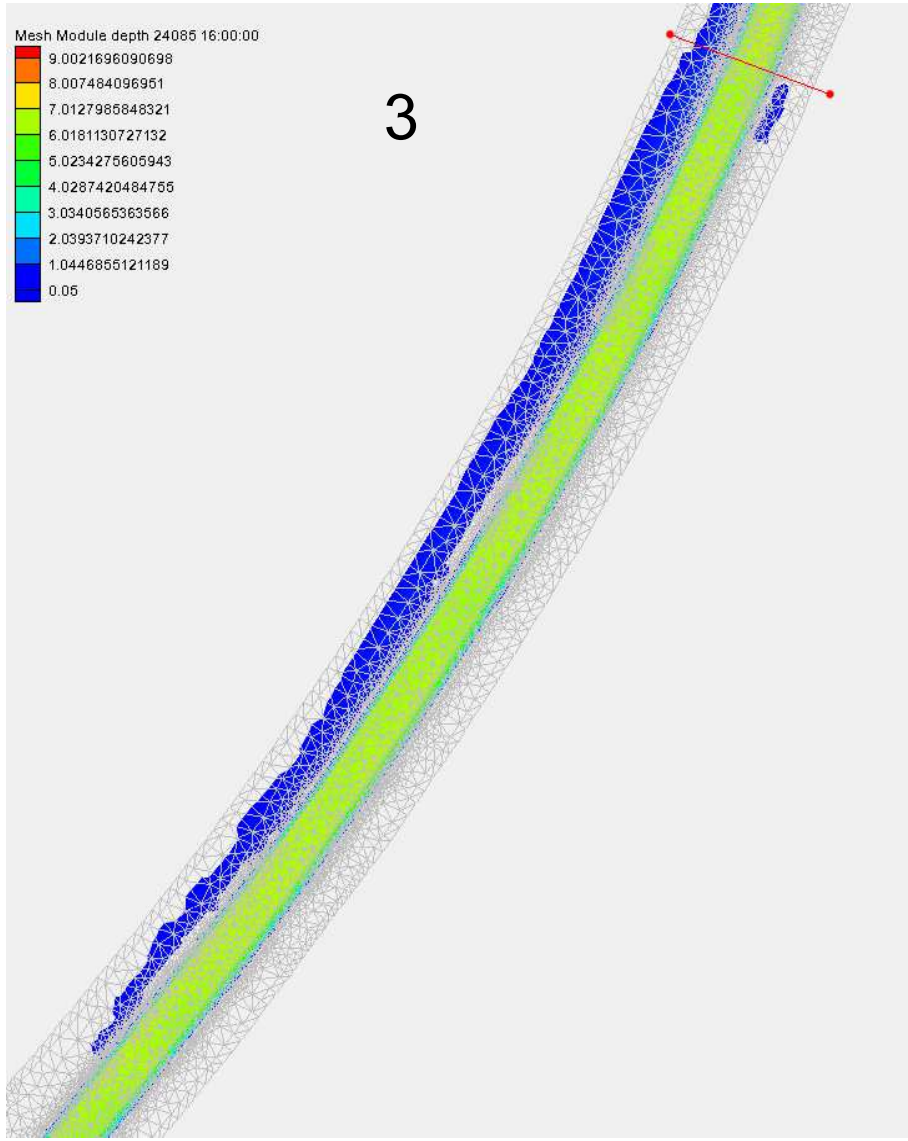


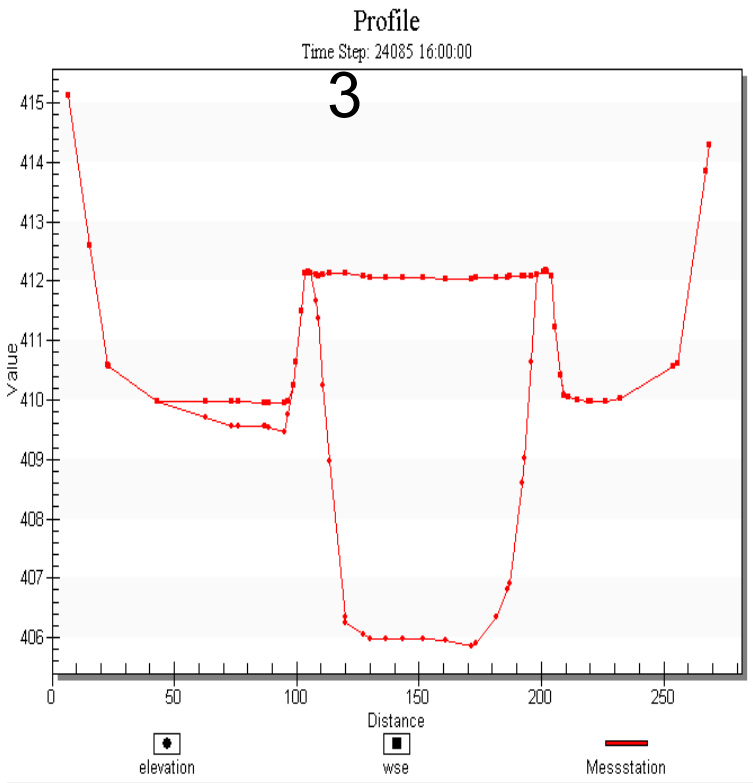
Rhein-Diepoldsau 2D Resultat



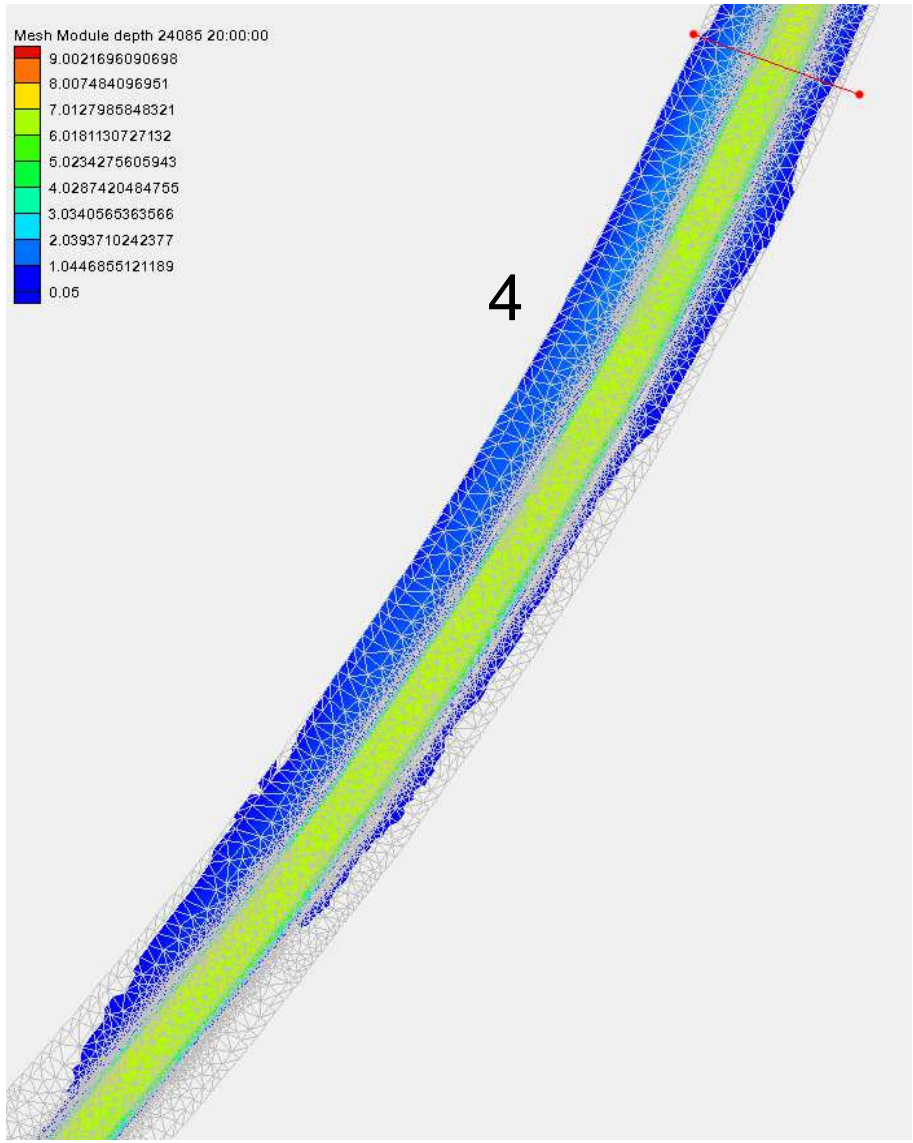


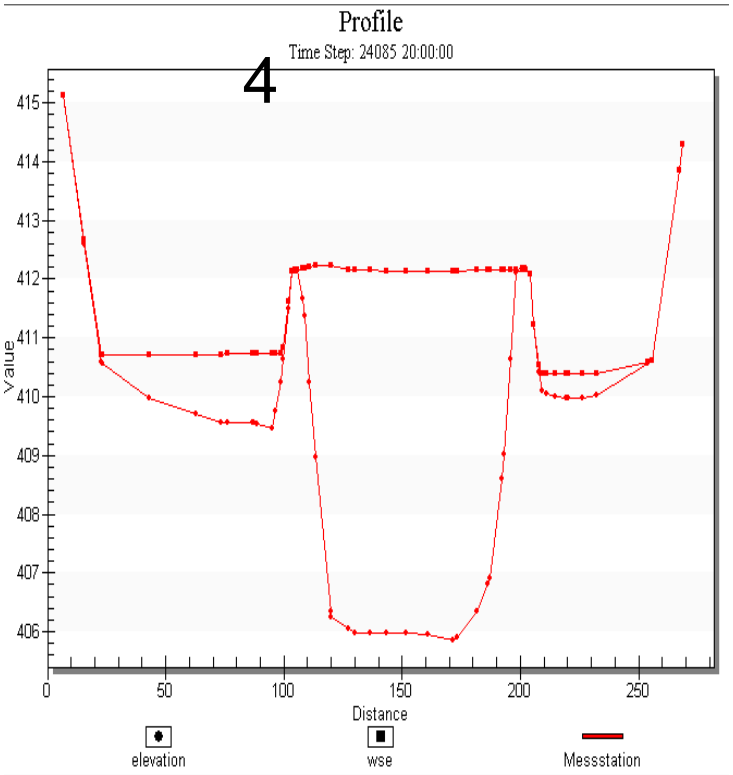
Rhein-Diepoldsau 2D Resultat



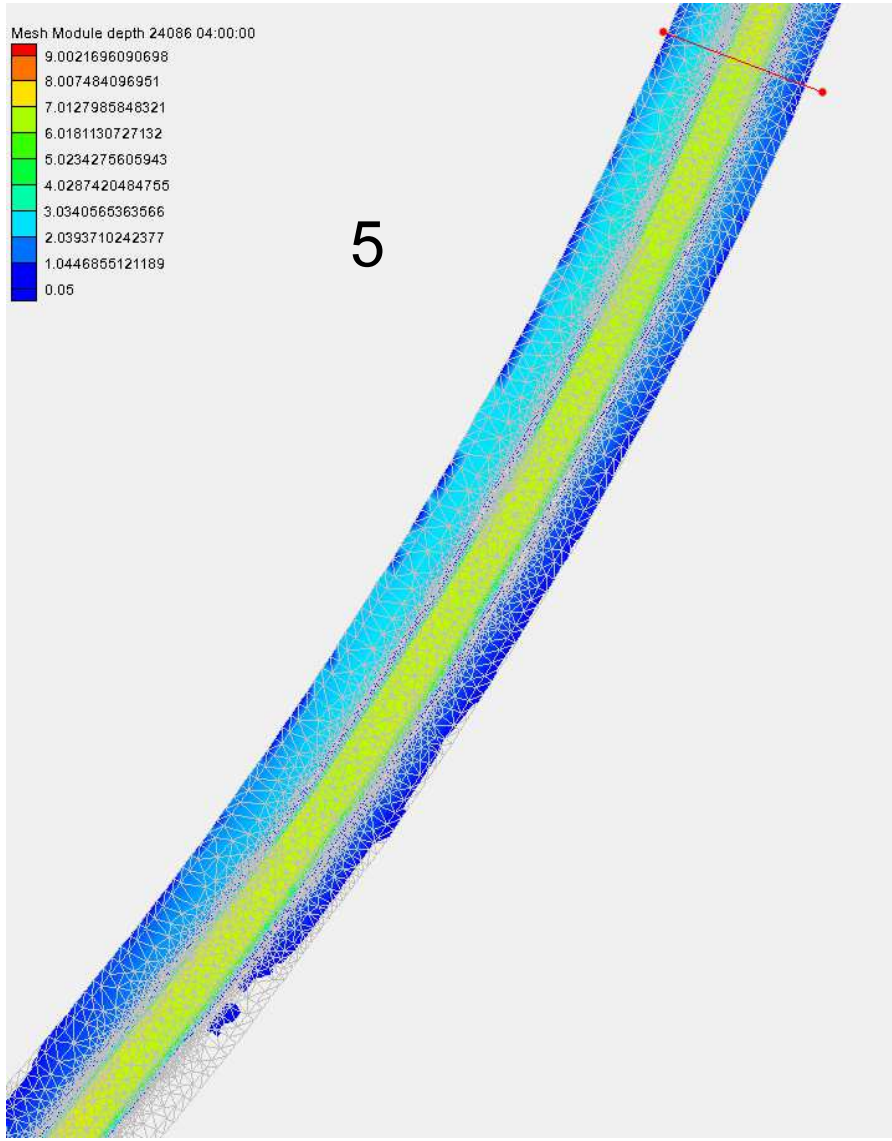


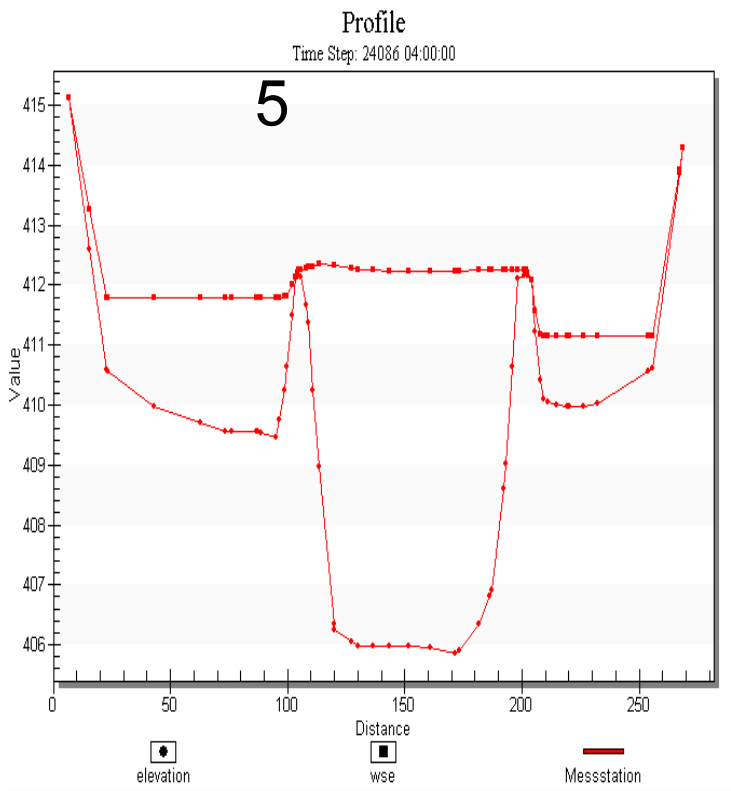
Rhein-Diepoldsau 2D Resultat



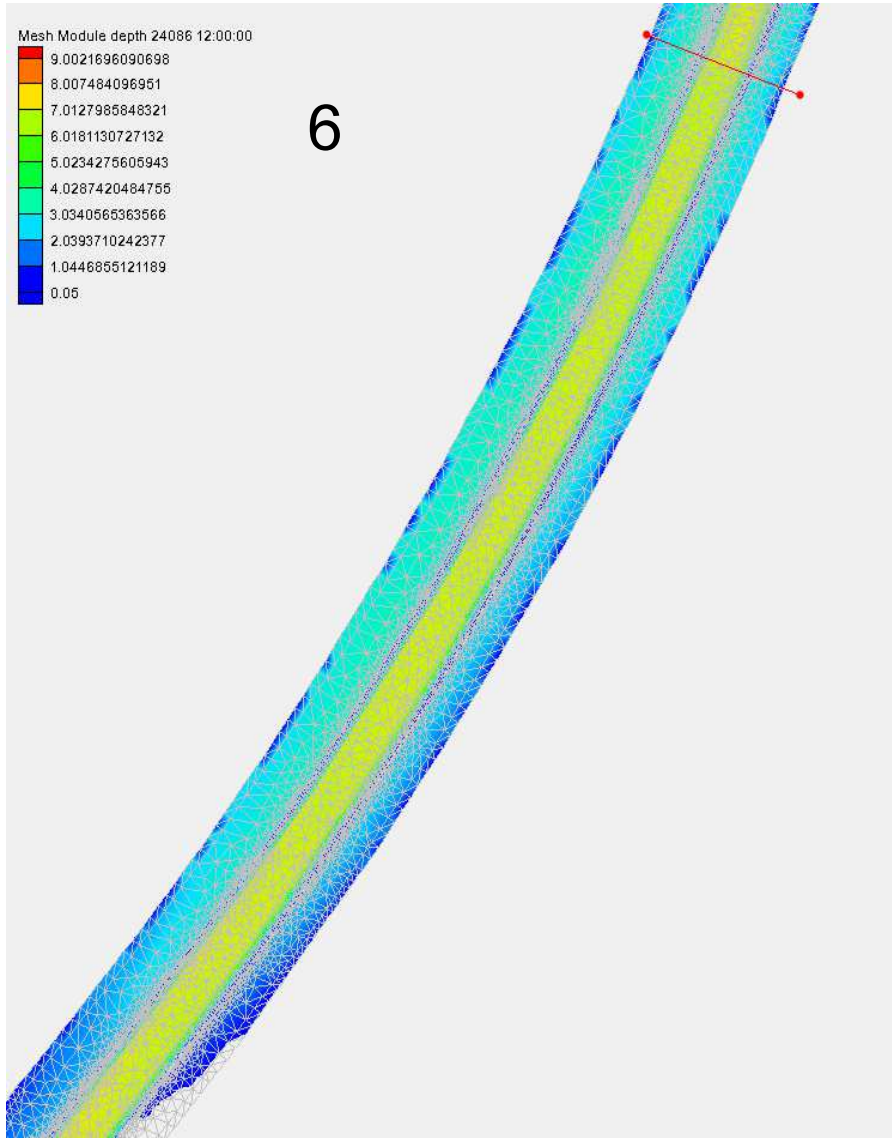


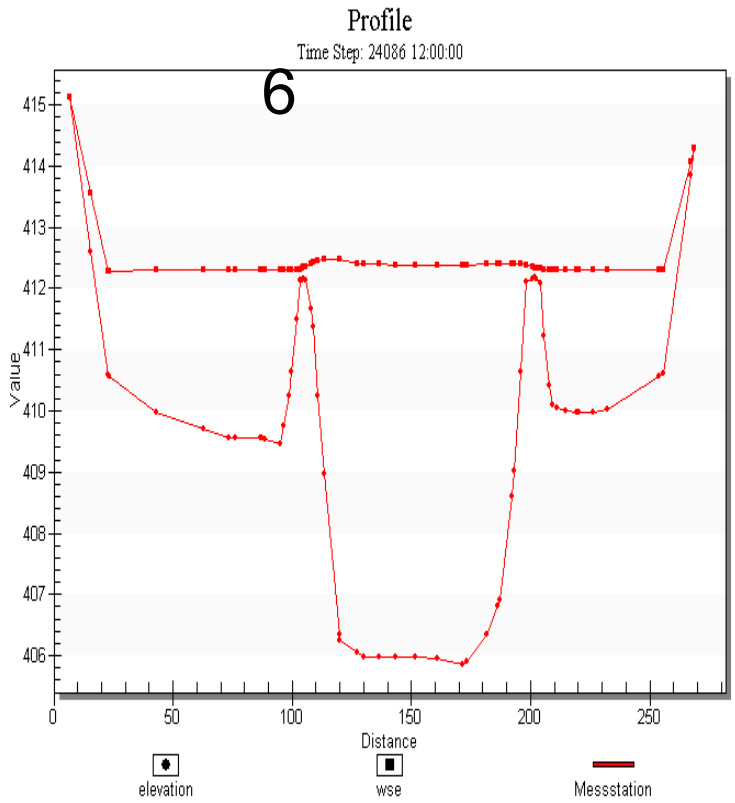
Rhein-Diepoldsau 2D Resultat



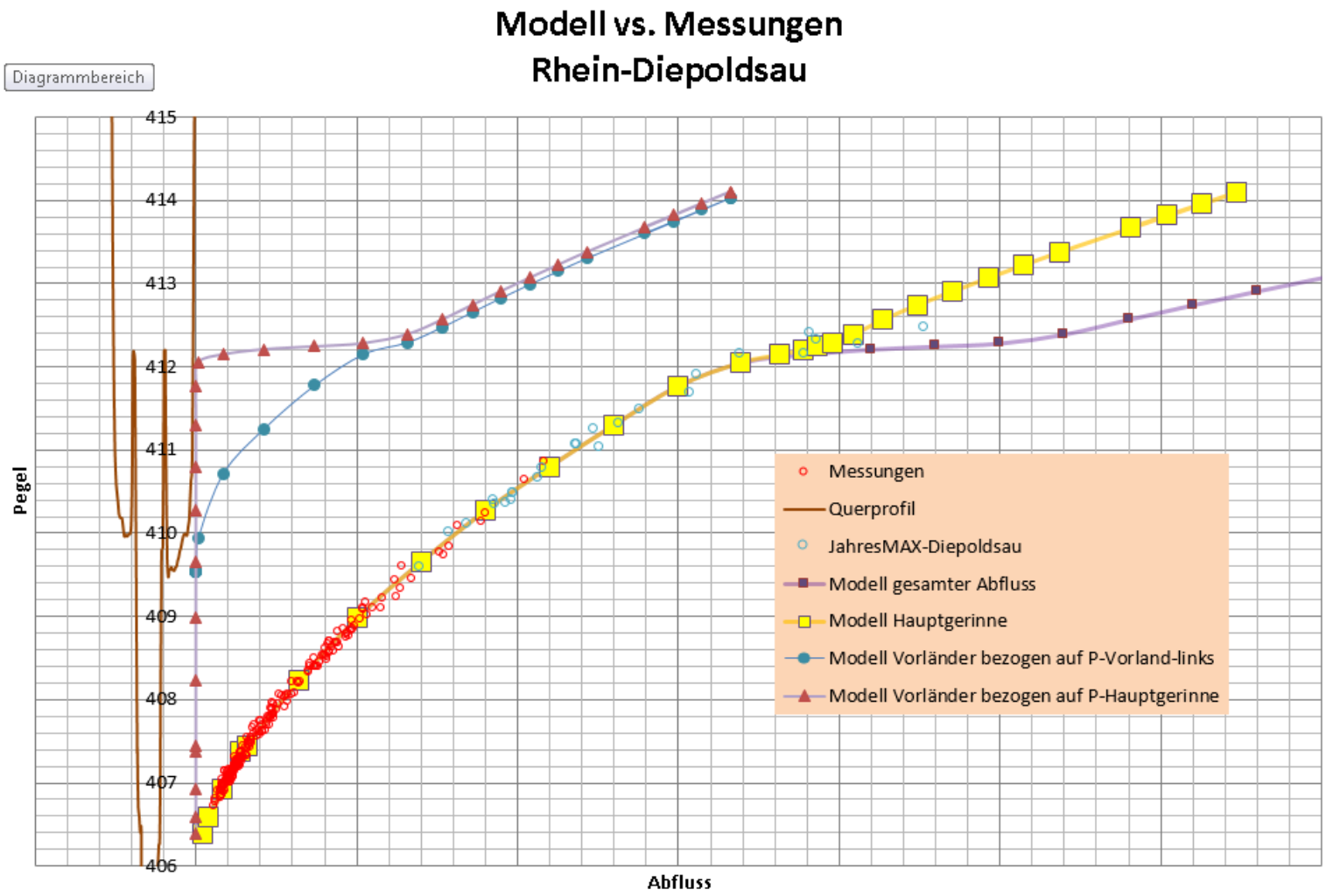


Rhein-Diepoldsau 2D Resultat





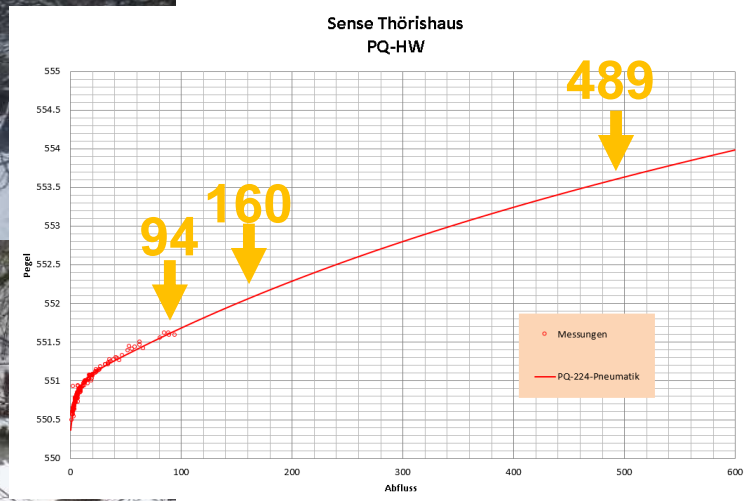
Rhein-Diepoldsau Resultat PQ-Kurven



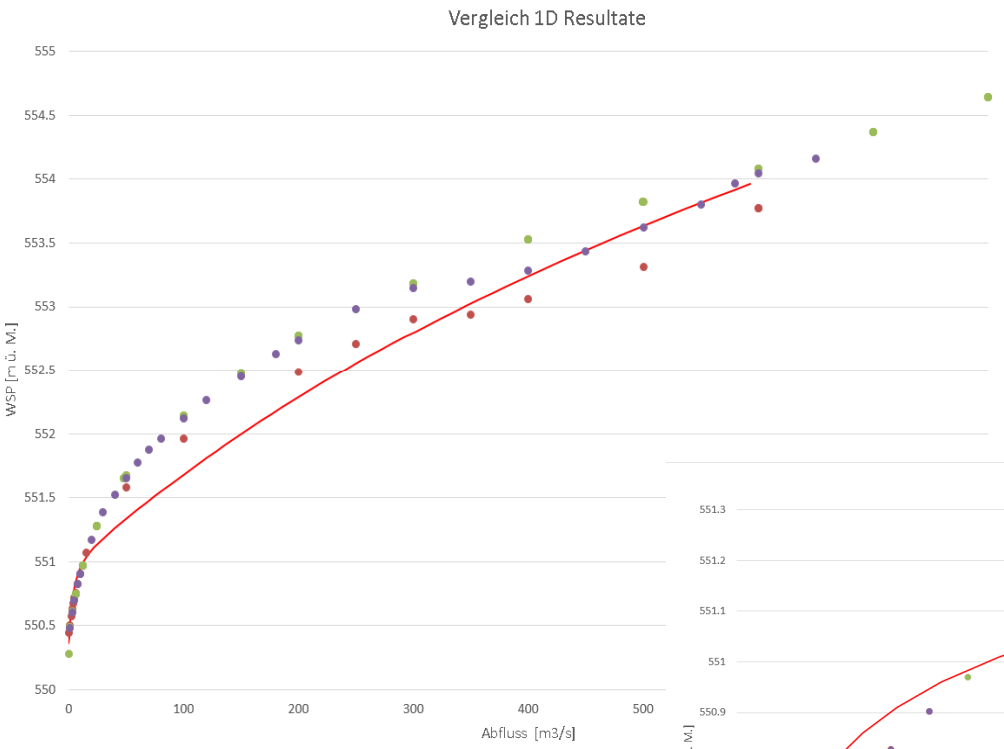
Schlussfolgerung Diepoldsau

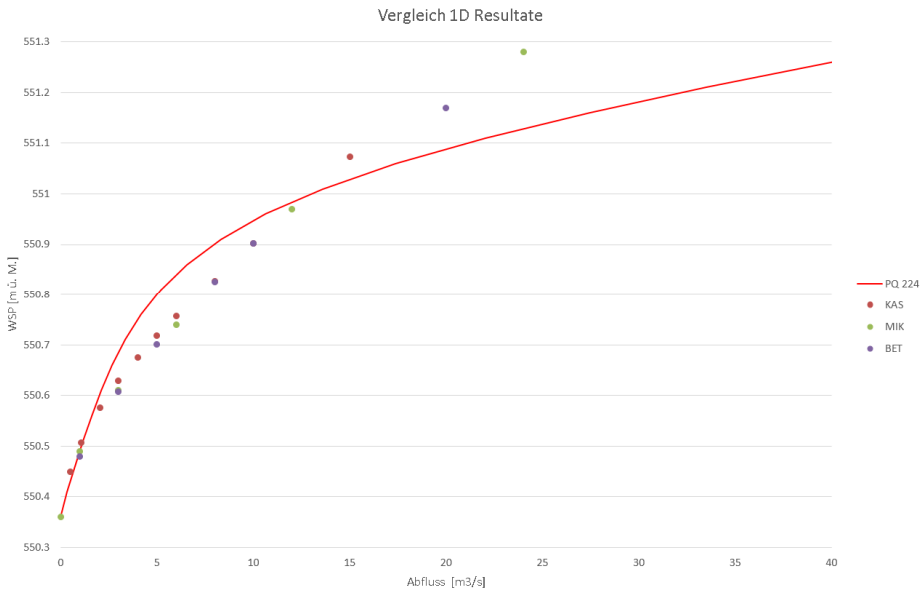
- Die PQ-Kurve für Rhein-Diepoldsau lässt sich gut berechnen und extrapolieren.
- Offen sind noch Fragen bezüglich:
  - Einfluss anderer QPA.
  - Brückenpfeiler.
  - Einbezug Oberriet, Lustenau und Bodensee in einem erweiterten Überprüfungsmodell.

Sense-Thörishaus



Sense-Thörishaus 1D-Modell

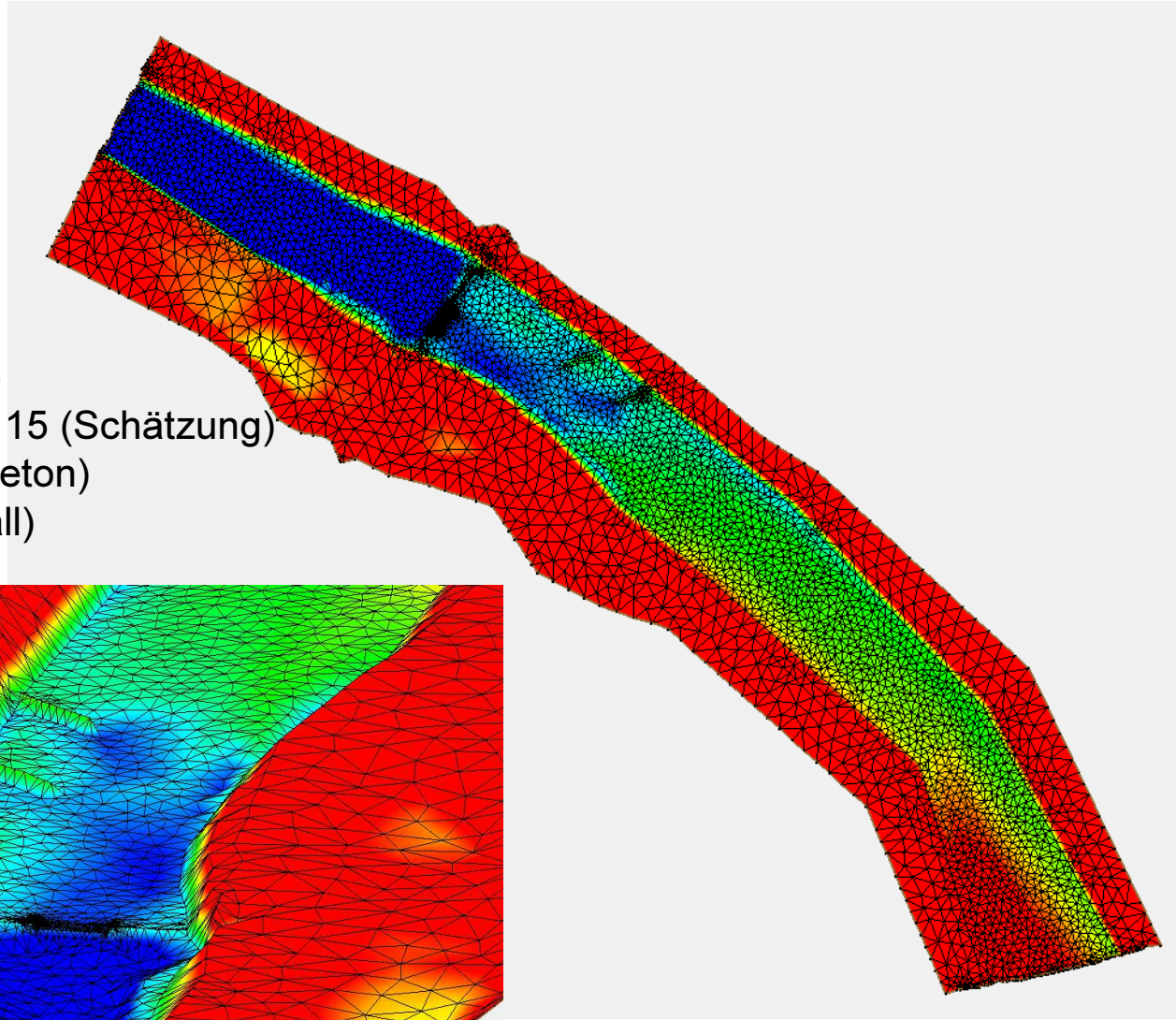


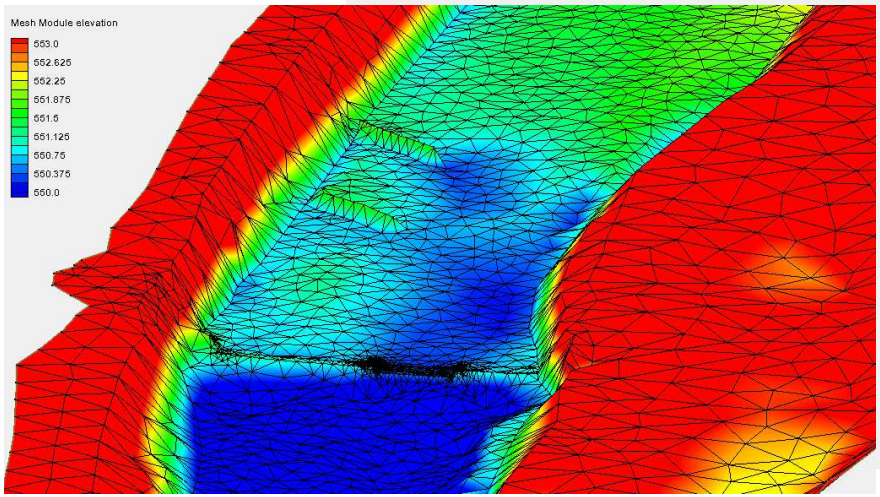


Sense-Thörishaus 2d-Modell

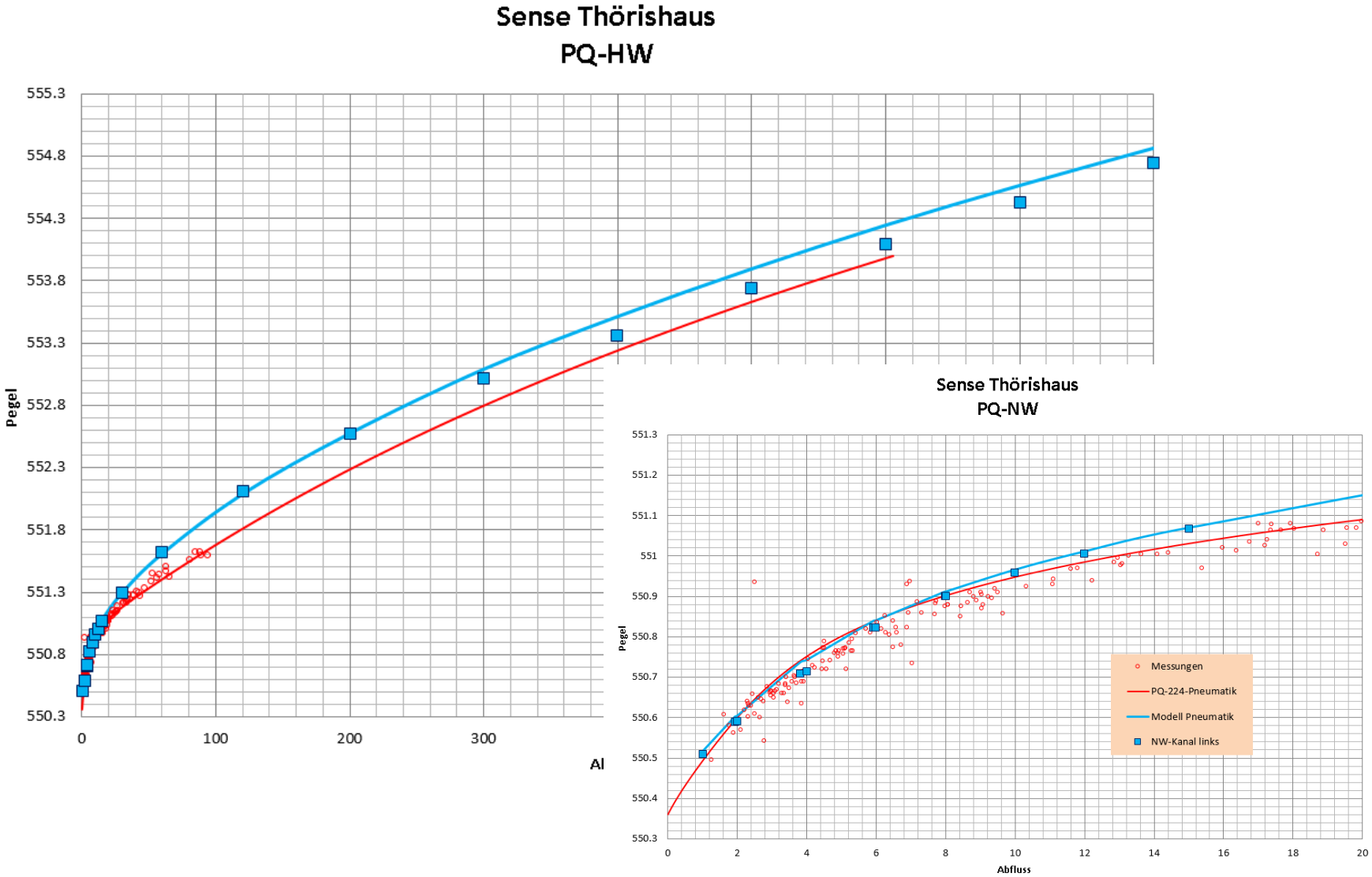
8756 Elements
Materialien:

- Sohle 28 (LZA)
- Ufer & Vorland 15 (Schätzung)
- Schwelle 50 (Beton)
- Kanal 70 (Metall)



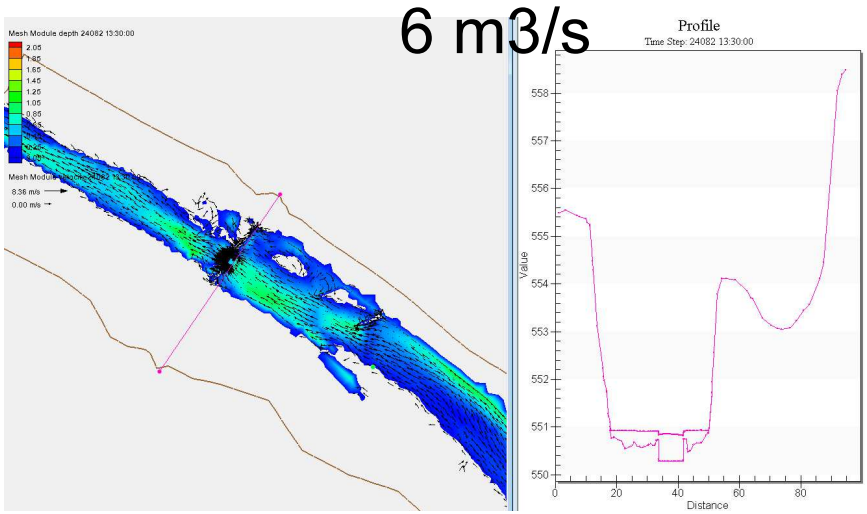


Sense-Thörishaus 2D Resultat ohne Geschiebe

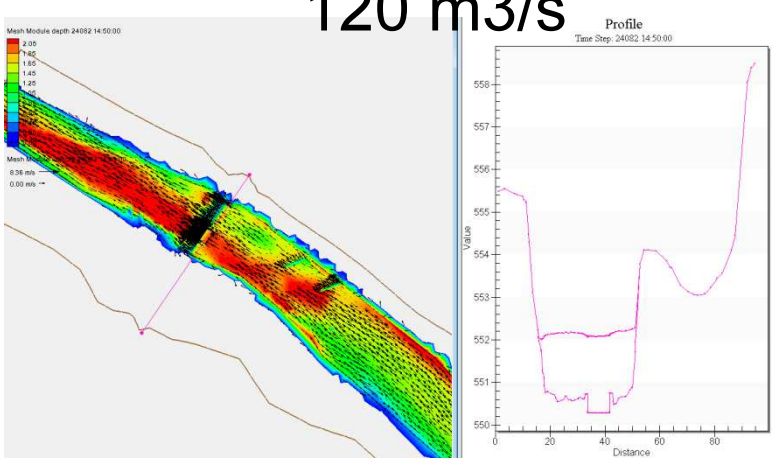


Sense-Thörishaus 2D Resultat ohne Geschiebe

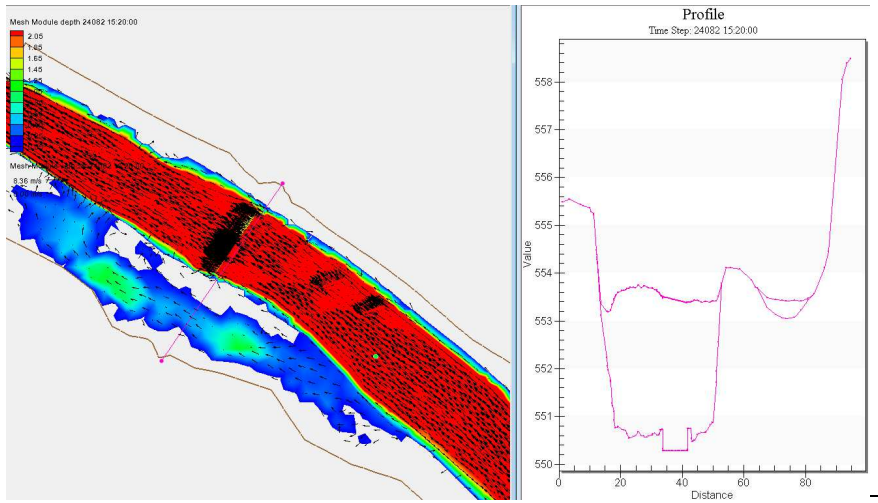
6 m3/s



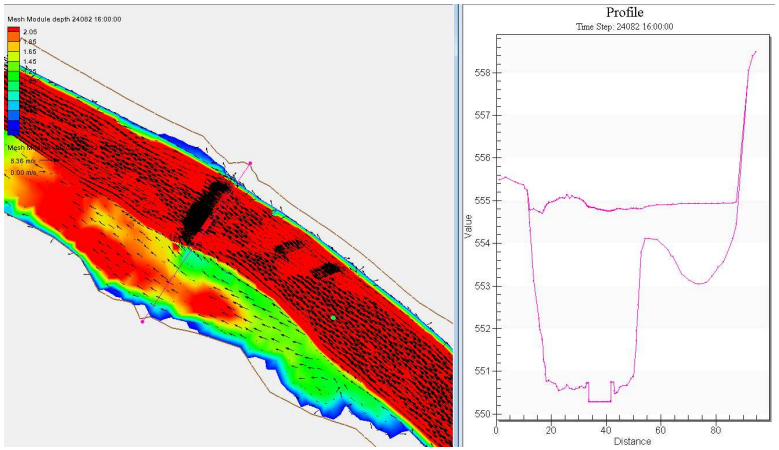
120 m3/s



400 m3/s



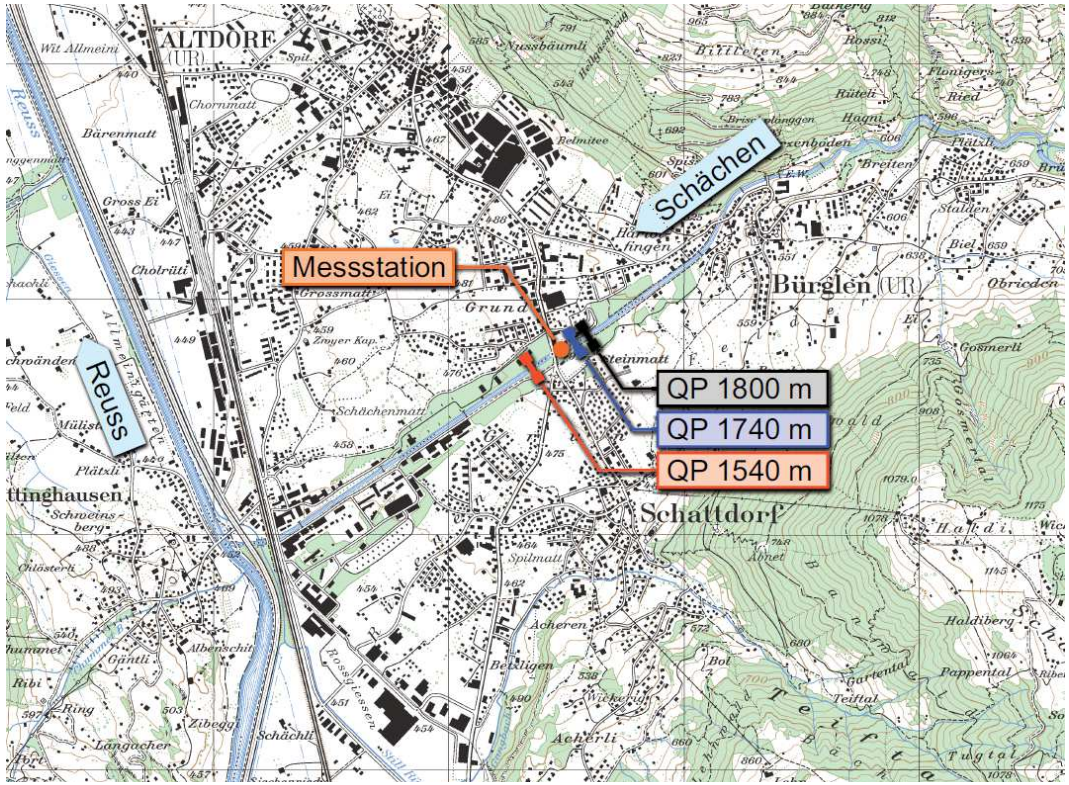
800 m3/s



Schlussfolgerung Thörishaus

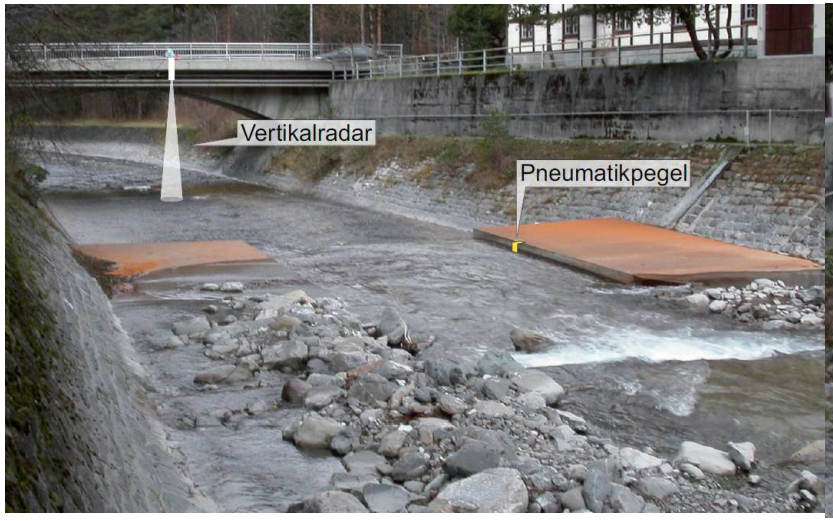
- Die Berechnung der PQ-Kurve Sense-Thörishaus ist mindestens ein 2D-Problem.
- Der Verlauf der PQ-Kurve lässt sich mit der reinen hydraulischen 2D Berechnung nicht zufriedenstellend erklären.
- Das Modell zeigt nicht an, dass die PQ-Extrapolation geändert werden muss.

Schächen-Bürglen



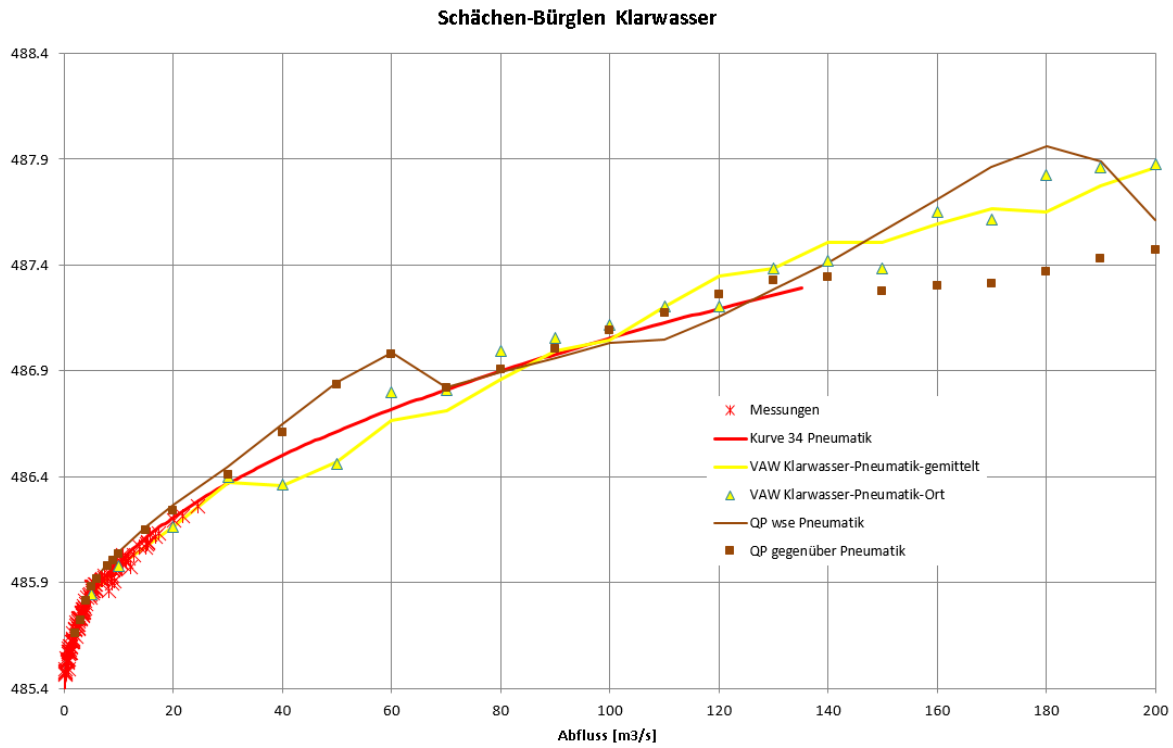
- Kurz vor der Einmündung in die Reuss.
- Übergang von der natürlichen Sohle in die Wildbachschale.
- Grosse Schäden beim HQ im 2005 veranlasste Überprüfung.

Schächen-Bürglen



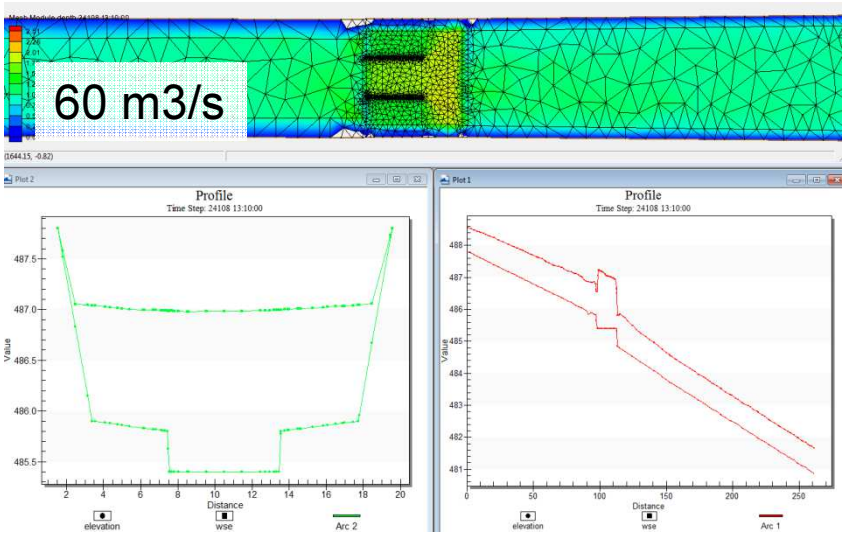
- Horizontale Messrinne im Übergang von der «natürlichen» Sohle zur Wildbachschale.
- Messung mittels Pneumatik im Niederwassergerinne.
- Messung mittels Radar von der Brücke.

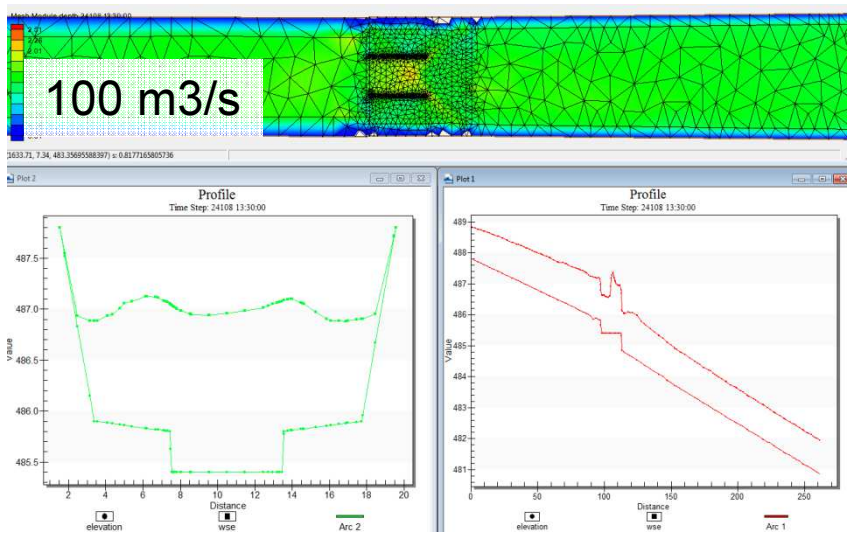
Schächen-Bürglen PQ-Klarwasser

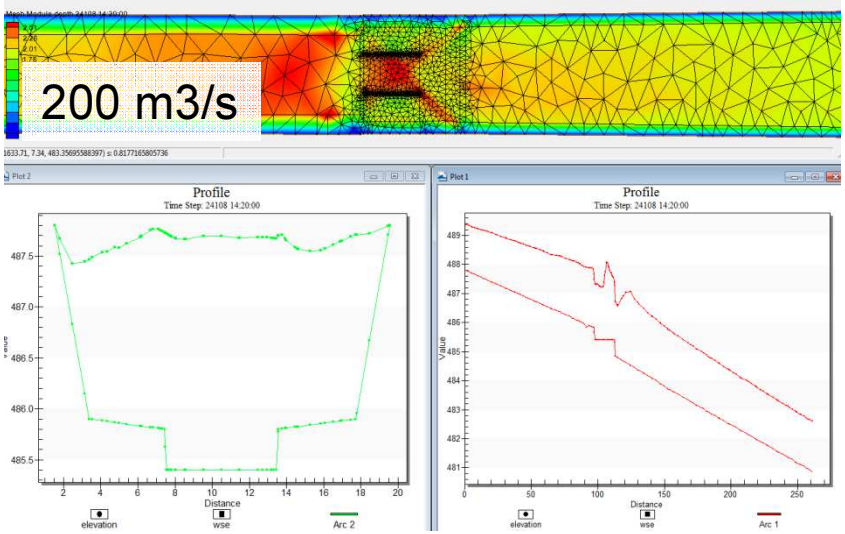


- BASEMENT ist bis 60 m3/s höher als VAW und PQ Kurve.
- Von 70 bis 140 m3/s «ähnlicher Verlauf».
- Über 140 m3/s ist der Wasserspiegel sehr unruhig!

Schächen-Bürglen: Grafiken Klarwasser



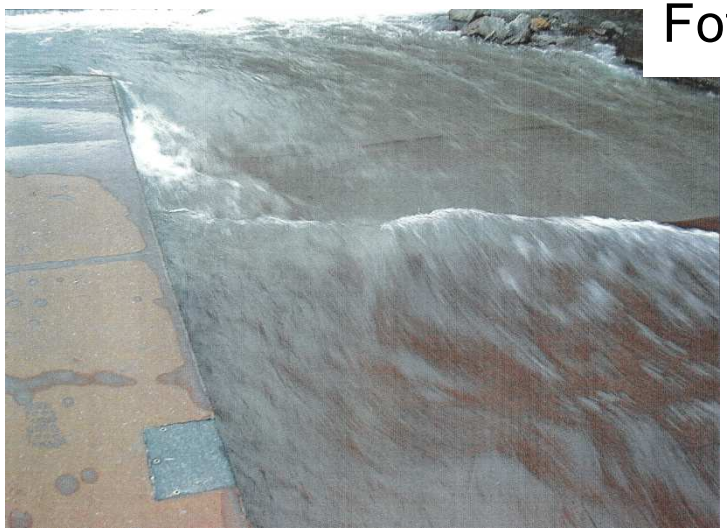


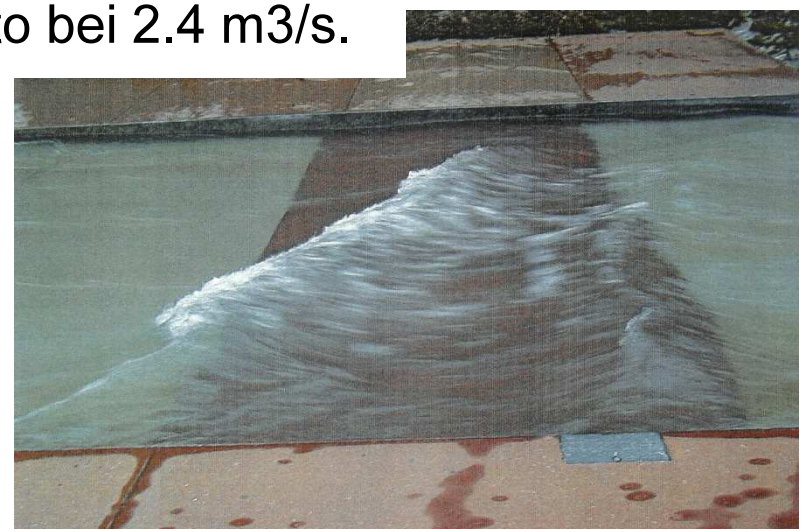


- Ab 70 m3/s verschiebt sich der Wassersprung in den Kanal.
- Ab 100 m3/s sehr «unruhiger» Wasserspiegel.

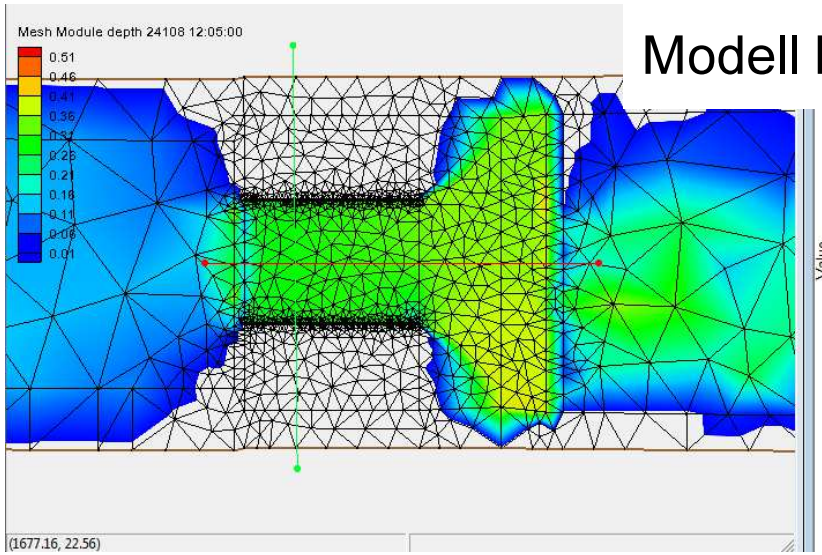
Schächen-Bürglen: Wellen?

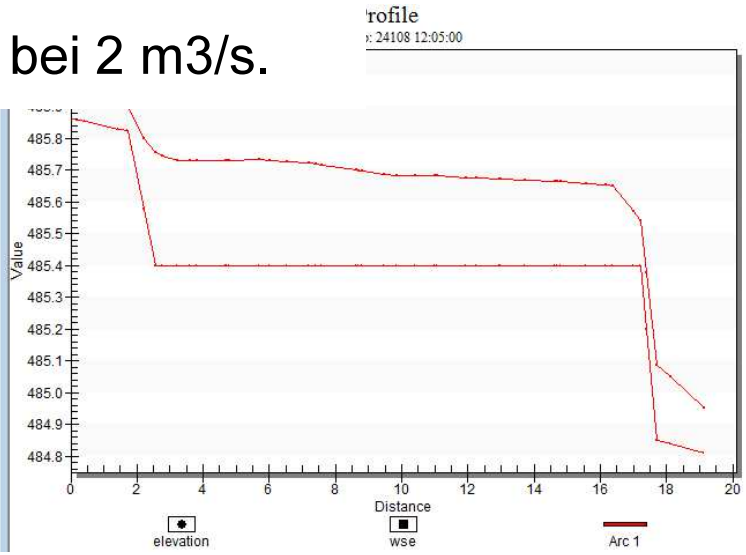
Foto bei 2.4 m3/s.



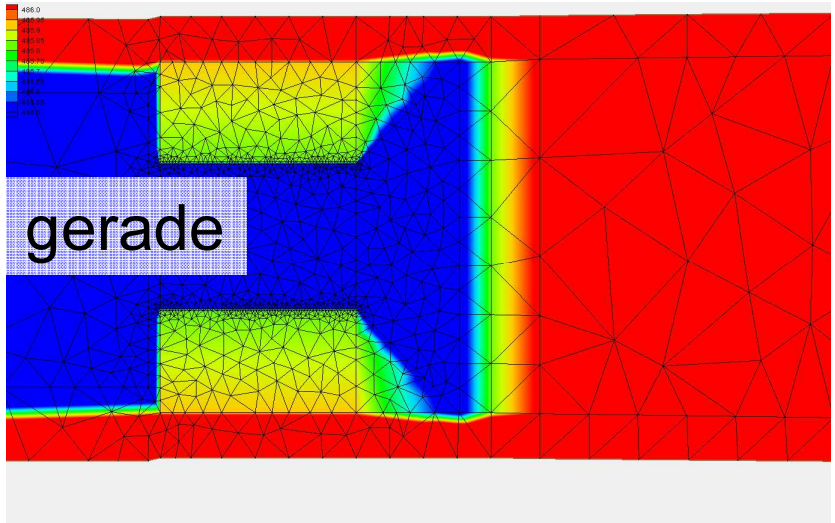


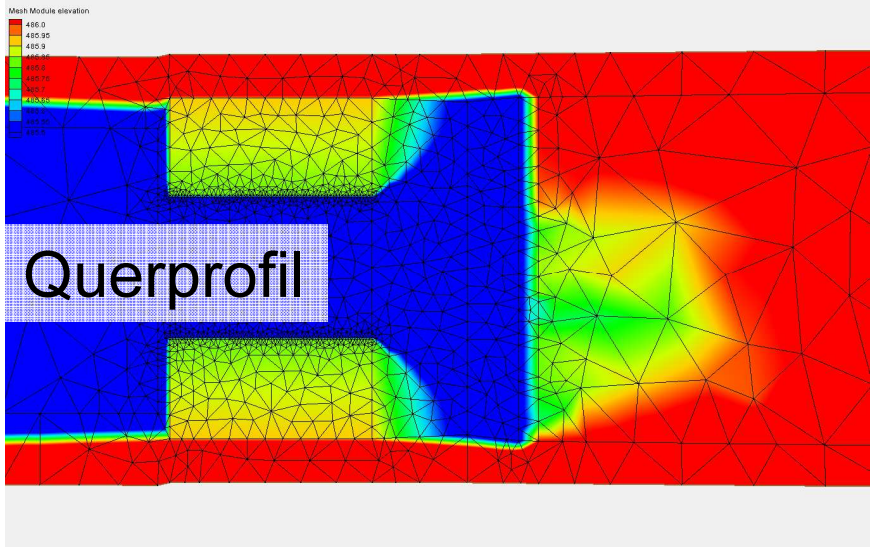
Modell bei 2 m3/s.

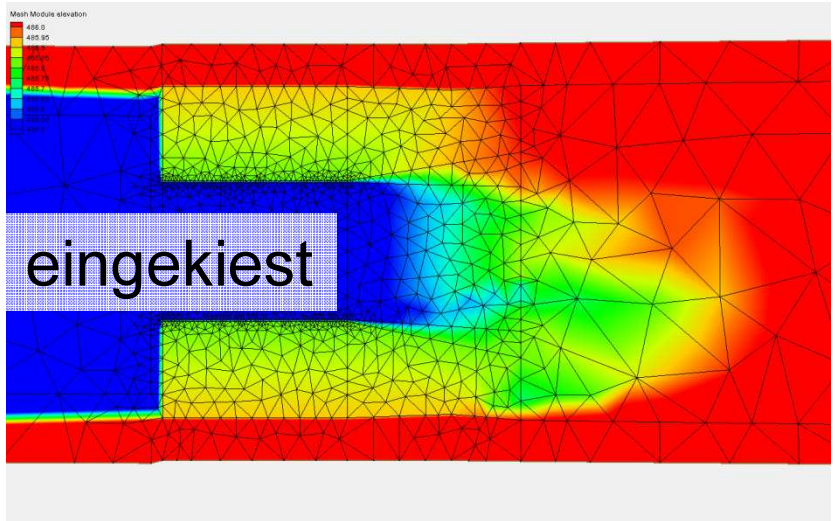




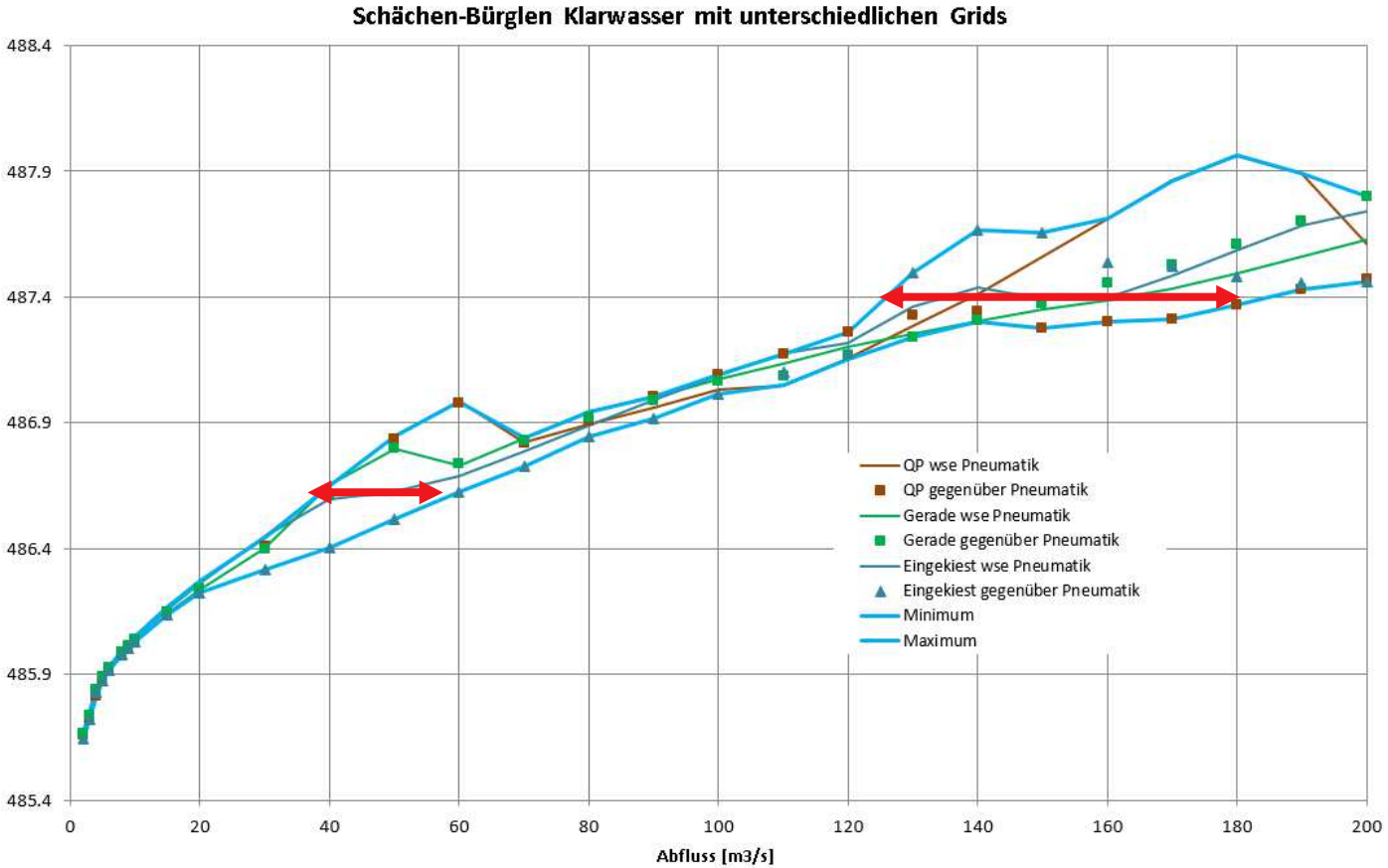
Schächen-Bürglen: verschiedene Grids







Schächen-Bürglen: verschiedene Grids



- Bei 486.60 m ü. M. 38 bis 58 m3/s
- Bei 487.40 m ü. M. 126 bis 185 m3/s

Schlussfolgerung Bürglen

- Die Vorschwelle bei der Messstation Schächen-Bürglen führt zu Wassersprüngen im Bereich der Messung, was die Genauigkeit und die Modellierbarkeit stark beeinträchtigt.
- Bisher ist es uns nicht gelungen mit dem Modell eine verlässliche PQ-Kurve zu simulieren.

Modellierung von Abflussmessstationen

- «Einfache» Stationen können gut mit BASEMENT simuliert werden und es können wertvolle Extrapolations-Hinweise gewonnen werden.
- Bei Stationen mit Vorschwellen können bei Hochwasser wandernde Wassersprünge auftreten. In diesen Fällen ist die Extrapolation mit Vorsicht zu interpretieren.
  - Unsicherheit der Lage des Wassersprunges.
  - Grosse Wasserspiegel-Gefälle.
- Bei Stationen mit Geschiebetrieb kamen wir bisher zu keinen schlüssigen Resultaten.

BASEMENT

- Die «Hydraulik» funktioniert gut und zuverlässig mit Standard-Eingabewerten.
- Es wäre praktisch, wenn als Kriterium für einen Output-Timestep ein steady state verlangt werden könnte.
- BaseMesh mit QGIS funktioniert sehr gut.
- Weiterentwicklungen beim Pre- und Postprocessing mittels Qgis sind sehr zu begrüssen.