

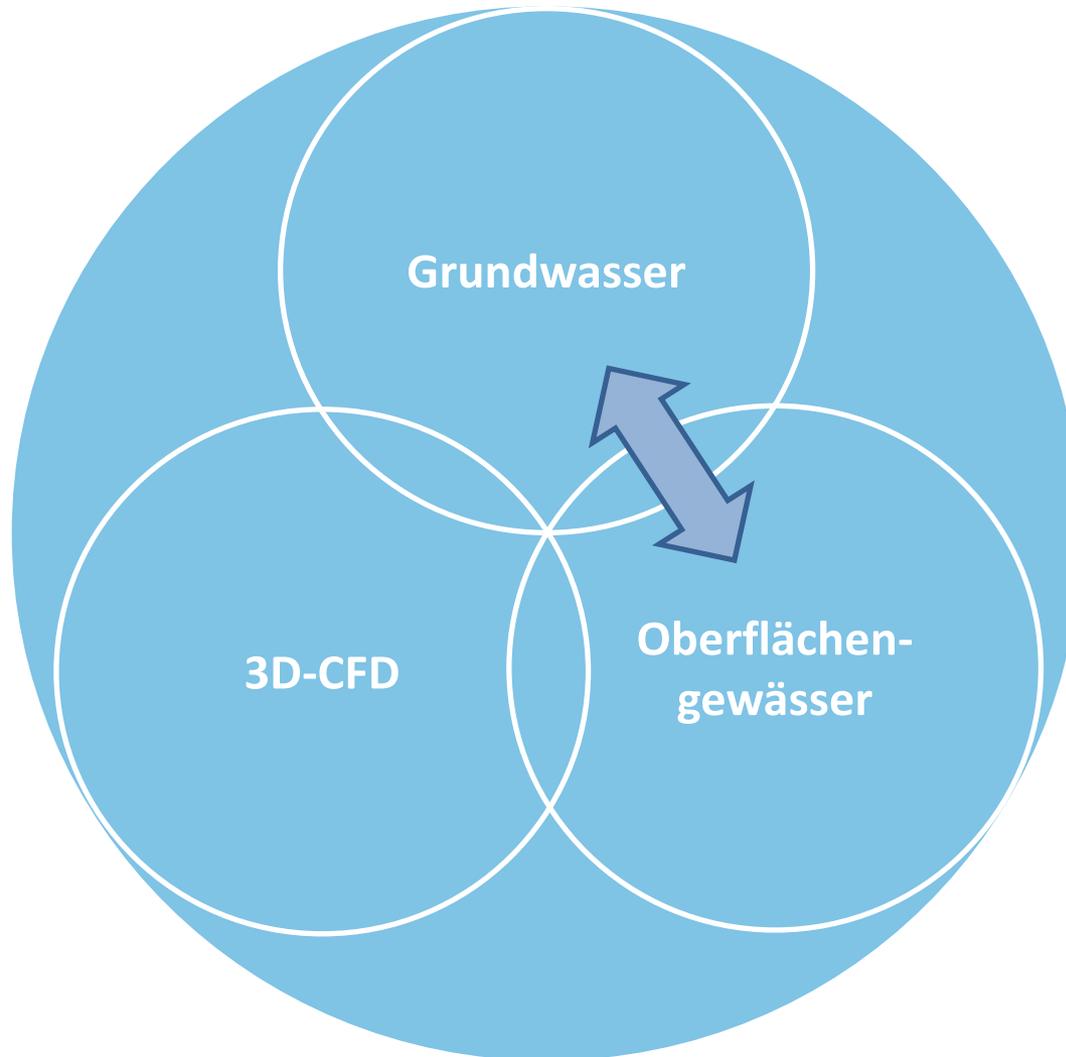
Einsatz von BASEMENT bei der Grundwassermodellierung im Rahmen von Flussrevitalisierungsprojekten

BASEMENT Anwendertreffen 2022

Michael Ballmer

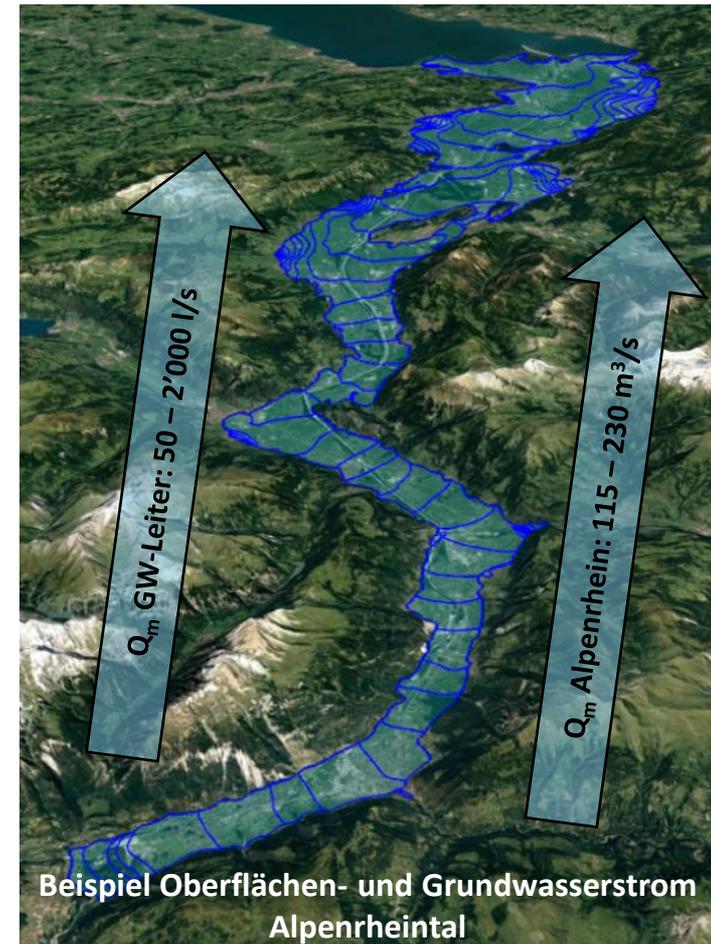
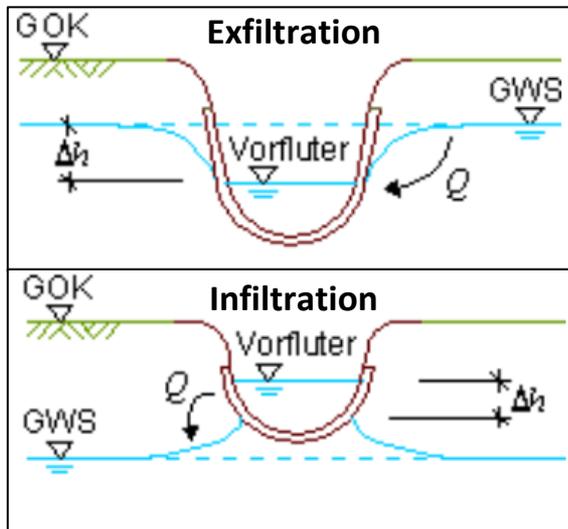
3. Februar 2022

TK CONSULT AG: Überschneidende Fachbereiche



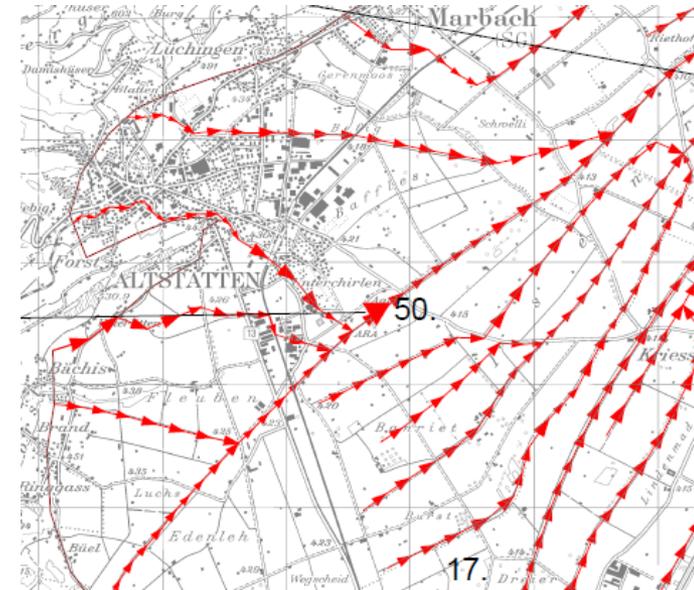
Interaktion Oberflächengewässer - Grundwasserleiter

- Interaktion/Wasseraustausch durch zwei Größen beeinflusst:
 - Durchlässigkeit Sohle
 - $\Delta h = W_{sp, Vorfluter} - GW_{sp}$ [m ü. M.]
- Wichtig: $h_{Vorfluter}$ zuverlässig bestimmen



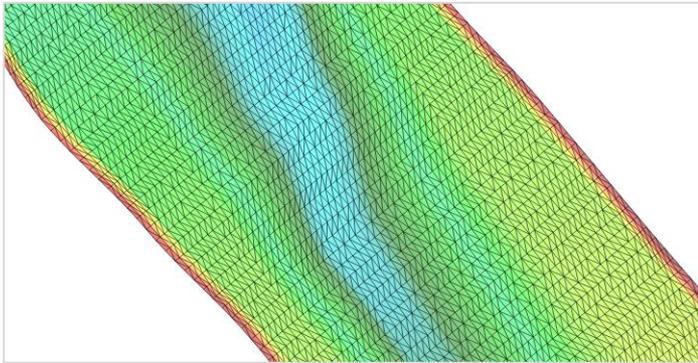
Kopplung in der Grundwassersoftware

- Integrierte zweiseitige Kopplung mit Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler (Normalabfluss):
 - Sinnvoll für kleine Gewässer (linienförmige Abbildung)
 - Ansatz bei grossen Gewässern nicht hinreichend
- Grosse Gewässer:
 - Einfluss In- und Exfiltrationsmengen auf Wasserspiegel i.d.R. vernachlässigbar → deshalb: einseitige Kopplung (externe Berechnung des Wasserspiegels)



Einsatz von BASEMENT

Modellierung Oberflächengewässer
1D/2D



Modellierung Oberflächengewässer
2D/3D

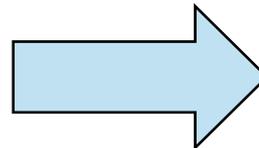


BASEMENT



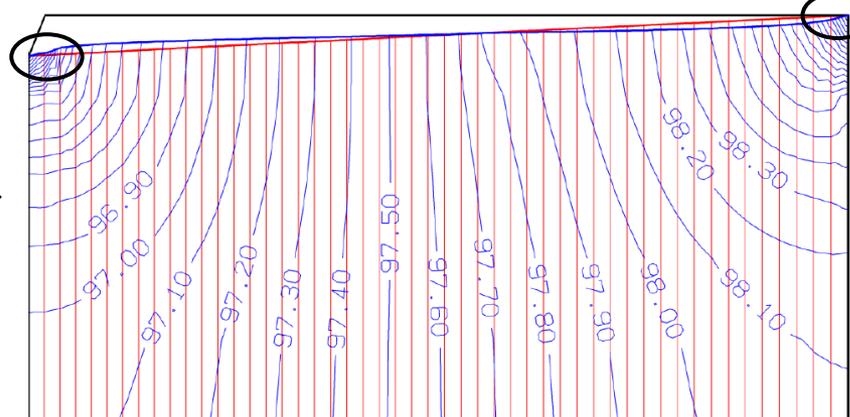
BASEchain (1D)

BASEplane (2D)



Wsp_{Vorfluter}

Wsp_{Vorfluter}



Profilschnitt Grundwassermodell (Symbolbild)

Isohypsen 3D

Isohypsen 2D

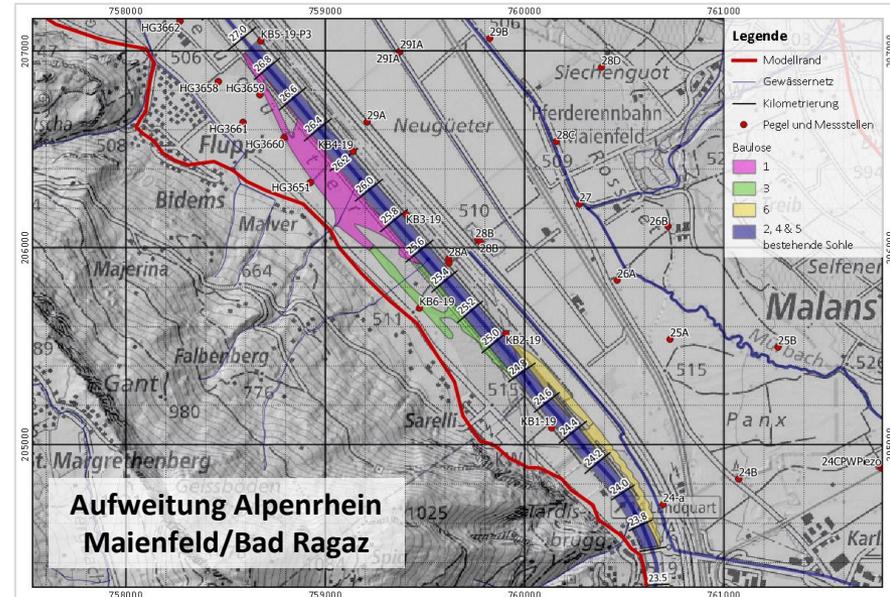
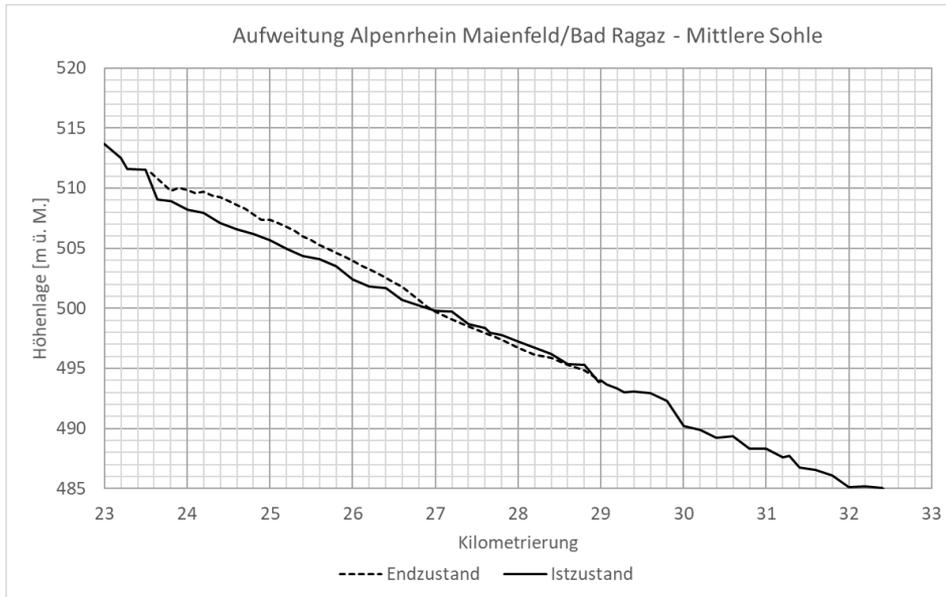
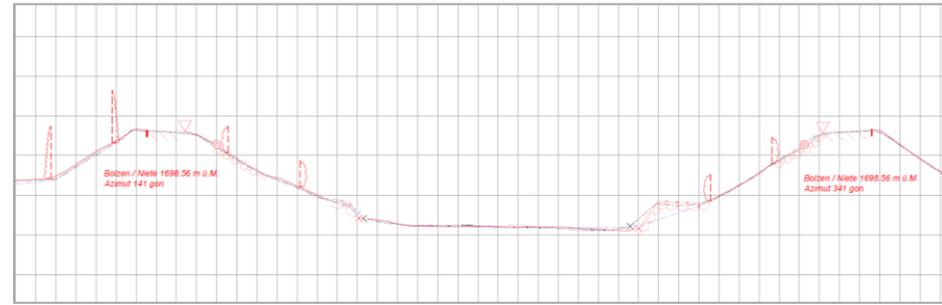
Allgemeine Problemstellung

- Problematik bei unerwünschtem Anstieg/Absinken des Grundwasserspiegels durch Bauprojekte
 - Vernässte Landwirtschaftsflächen
 - Wasserzutritt in Kellergeschosse
 - Trockenfallen von Binnengewässer
 - Bodensetzungen
- GW-Untersuchung wichtig:
 - Abschätzung der Auswirkungen auf den Grundwasserleiter
 - Planung von Massnahmen



Grundlagedaten

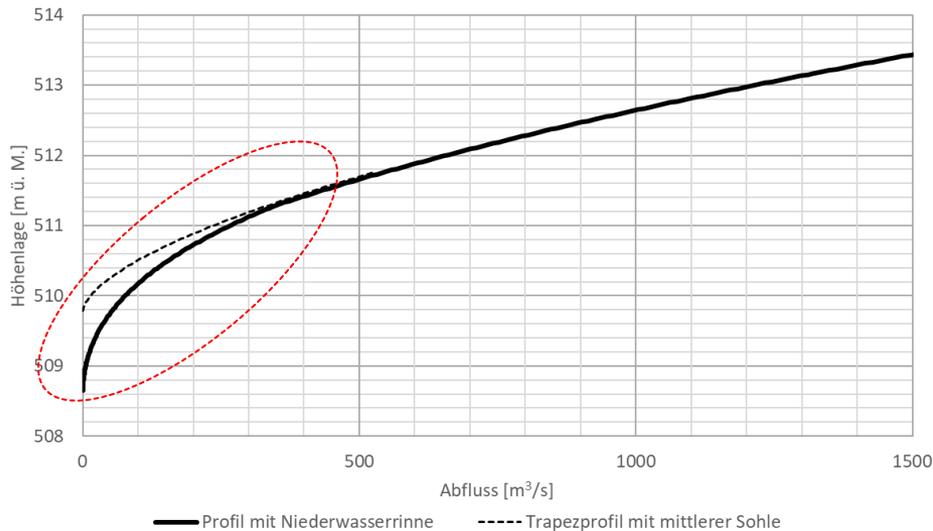
- Gemessene Querprofile Istzustand
- Mittlere Sohle (Langzeitprognose)
- Gerinnebreite bzw. -verlauf



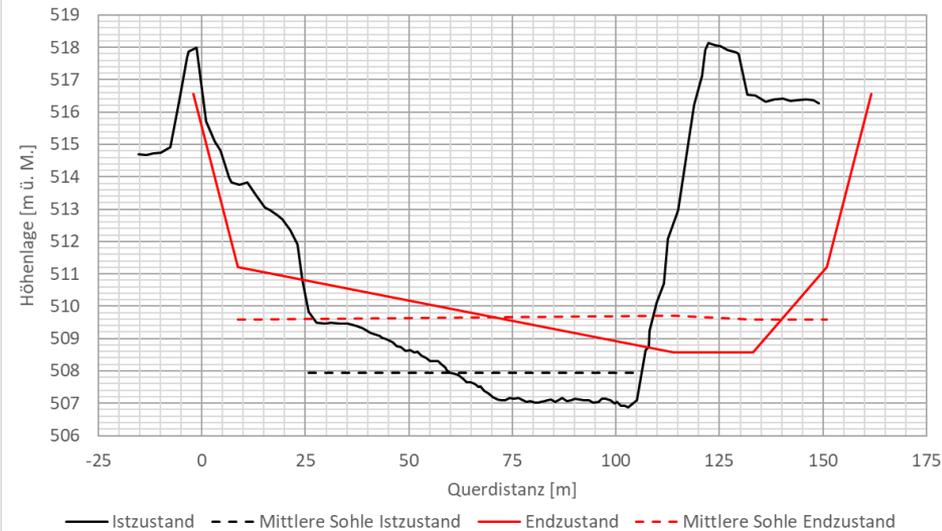
Grundlagedaten

- Niedrige und mittlere Verhältnisse: 1D-Querprofile der Langzeitprognose mit mittlerer Sohle nicht hinreichend
 - Benetzte Breite zu gross
 - Wasserspiegel zu hoch
- Einarbeitung Niederwasserrinne (Analogie zu vergleichbaren Abschnitten): z.B: Mastrilser Rheinauen (Untersuchung durch HZP)

Aufweitung Alpenrhein Maienfeld/Bad Ragaz - Mittlere Sohle

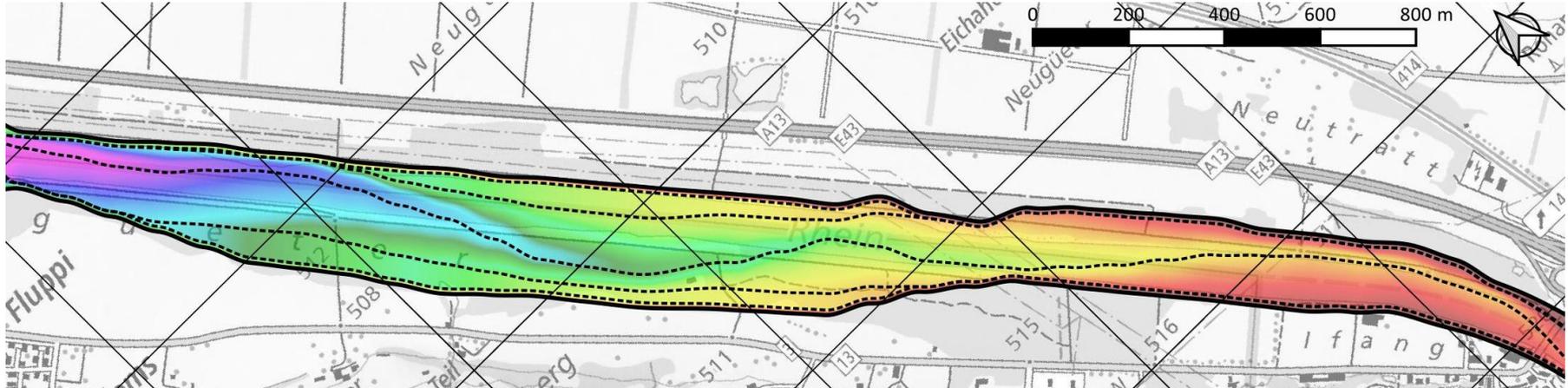


Querprofil km 24.2



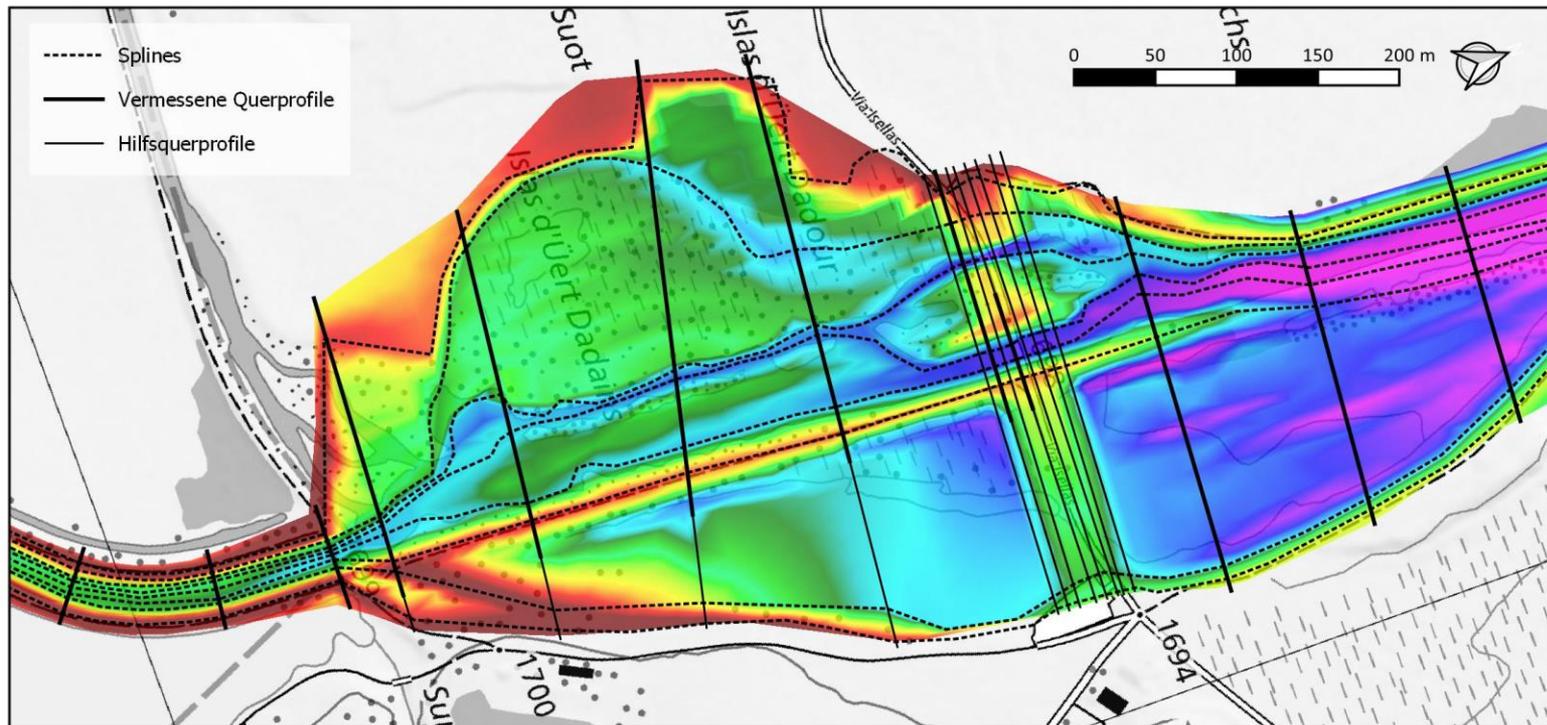
Erstellung Modellnetz

- Einseitige Kopplung (OFG → GW): Einfacher mit 2D-Abflussmodell
- Modellerstellung
 - Mögliche Mäandrierung berücksichtigen
 - Fixpoints (Splines) definieren entlang Bruchkanten
 - 2D-Modell: Mit «Interpolation-Tool» und «Export DTM for BASEplane» von BASEMENT



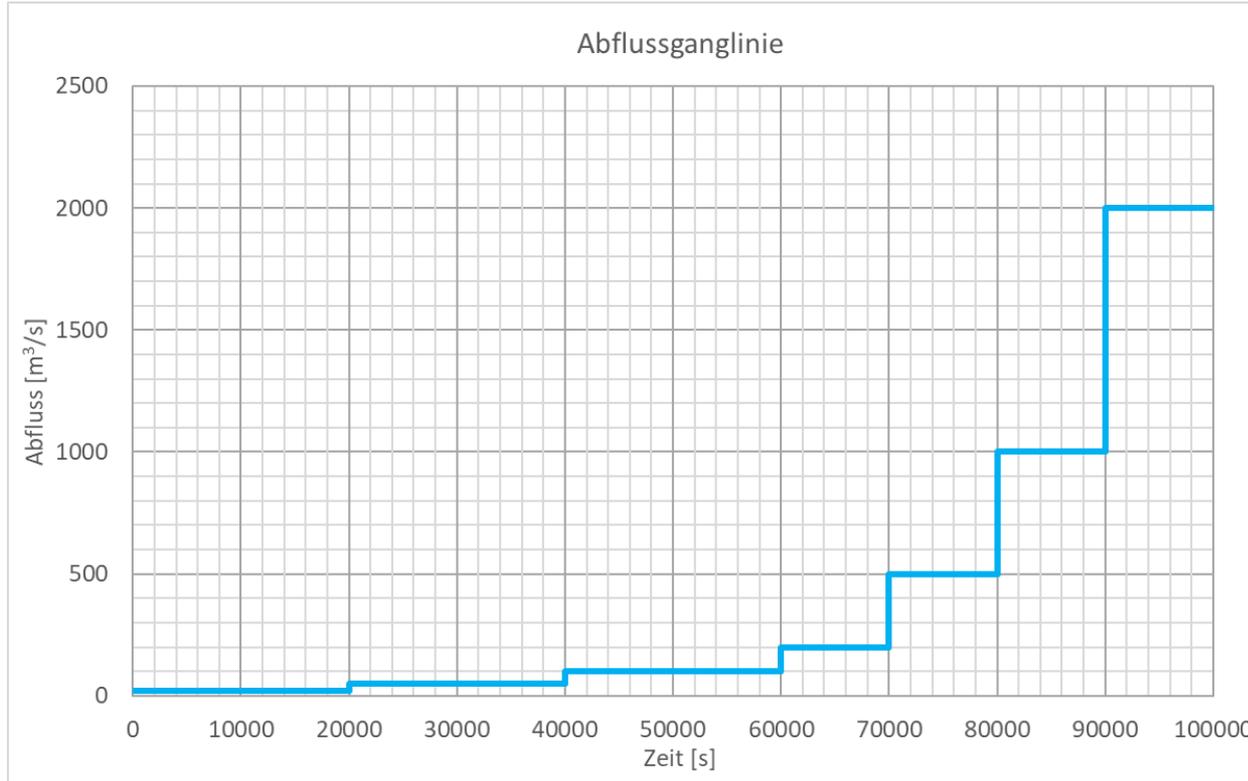
Erstellung Modellnetz

- Spezielle Situation im Istzustand
 - Eigenes Tool für die Abbildung verzweigter Gerinne (*css2msh*)
 - Ergänzung zu Interpolationstool von BASEMENT



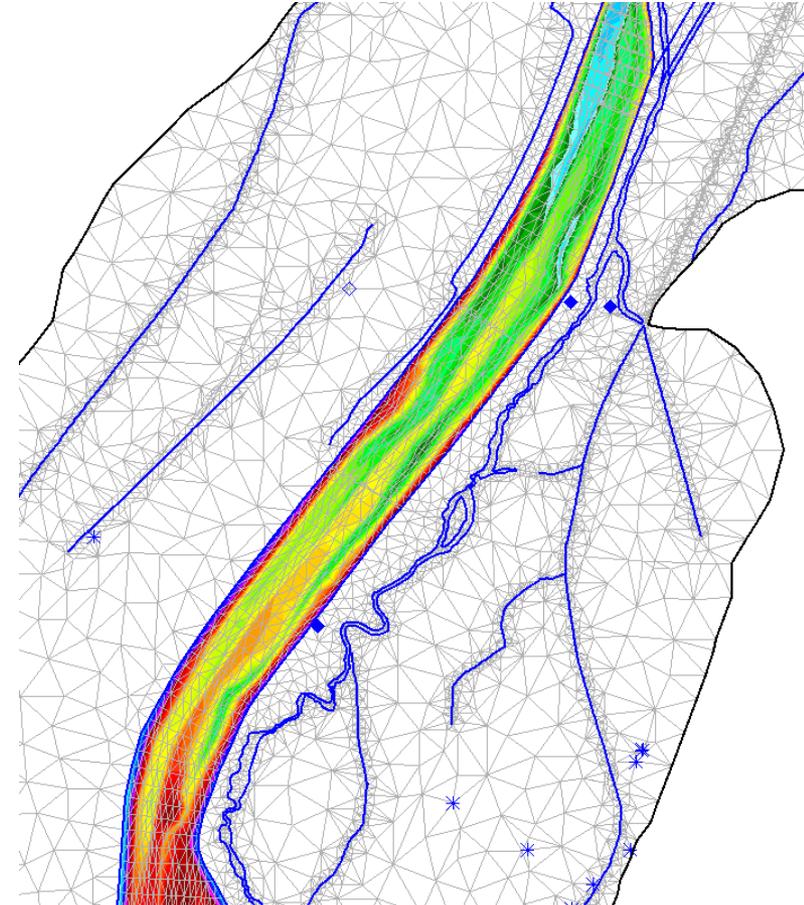
Berechnung Wasserspiegel

- Stufenweise Erhöhung Abfluss
- Export Pegel-Abfluss-Beziehung pro Modellknoten
- Export benetzt/nicht benetzt



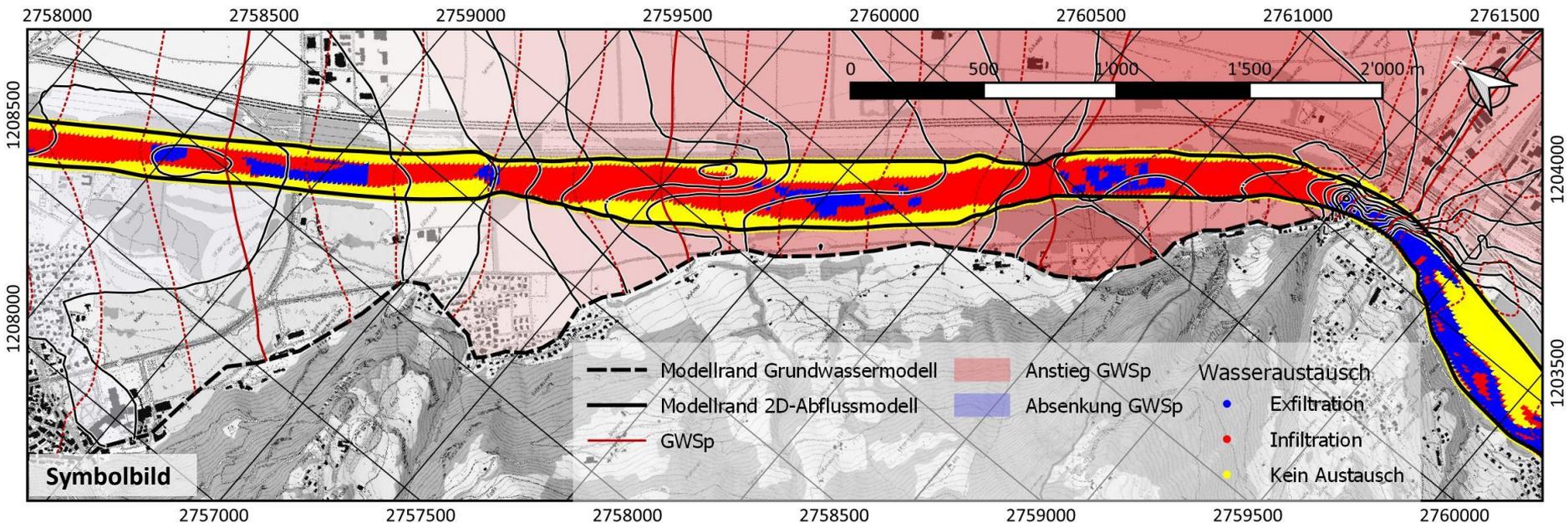
Grundwassermodellierung Input

- Integration Modellnetz (2dm) ins Grundwassermodell (gleiche Diskretisierung)
- Erstellung instationärer Datensatz Wsp für GW-Modell anhand:
 - Pegel-Abfluss-Beziehungen und Datensatz benetzt/ nicht benetzt (BASEMENT-Berechnung)
 - Gemessene Abflussganglinie (z.B. Hydrodaten BAFU)
- Variable benetzte Breite berücksichtigt



Grundwassermodellierung Ergebnisse

- Detaillierte Auswertung von In- und Exfiltration möglich
- Berechnung von Differenzkarten des Grundwasserspiegels
- Feines Netz ermöglicht auch zonenweise Definition der Sohldurchlässigkeit



- 1D/2D BASEMENT-Modelle gut geeignet zur Erzeugung von Randbedingungen für die Grundwassermodellierung
- Mit dargestelltem Workflow rasche Neuberechnung der Randbedingungen (z.B. bei Änderung der Gerinnegeometrie) möglich
- Einflüsse von Revitalisierungen auf den Grundwasserleiter lassen sich sehr gut analysieren → frühzeitiges Aufzeigen von Problemfelder

- Hunziker Zarn & Partner AG, TK CONSULT AG (2017): Aufweitung Alpenrhein Maienfeld/Bad Ragaz – Vertiefte Abklärung Grundwasser, Modellierung der Grundwasserverhältnisse
- TK CONSULT AG (2020): Aufweitung Alpenrhein Maienfeld / Bad Ragaz – Rhein-km 23.636 bis Rhein-km 27.050 – Grundwassermodellierungen
- Hunziker Zarn & Partner AG (2020): Aufweitung Alpenrhein Maienfeld / Bad Ragaz – Rhein-km 23.636 bis Rhein-km 27.050 – Hydraulische und geschiebetechnische Grundlagen
- Sieber, Cassina + Handke AG, TK CONSULT AG (2021): Revitalisierung Inn Bever 2. Etappe (Stufe Ausführungsprojekt) – Grundwassermodellierung
- delta h Ingenieurgesellschaft mbH (2021): SPRING-Benutzerhandbuch, August 2021