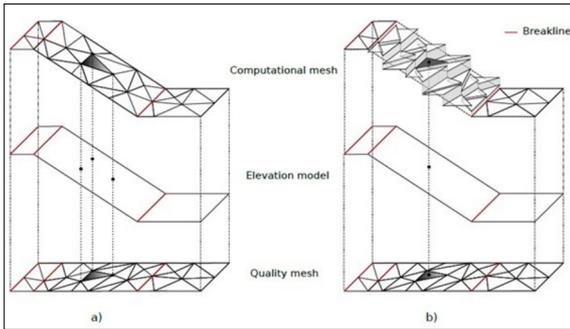


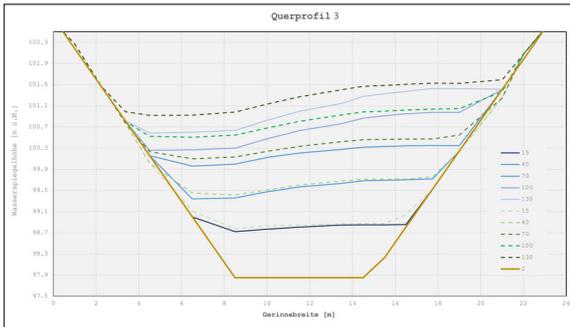
Student	Marcel Blattner
Examinator	Prof. Dr. Davood Farshi
Experte	Prof. Dr. Davood Farshi, FH Ost Rapperswil, Rapperswil
Themengebiet	Civil Engineering

## Benchmark-Analyse

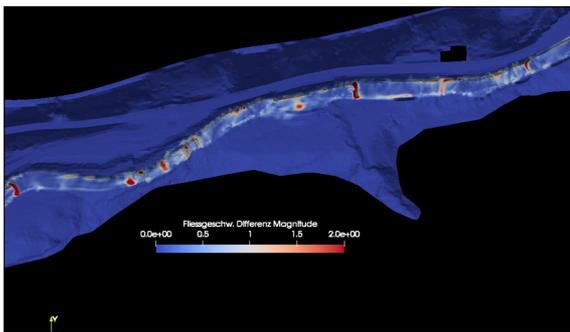
### der beiden Versionen 2.8 und 3.0 der numerischen Modellierungs-Software BASEMENT



a) Vers. 2.8: Höhe wird über die Knotenpunkte implementiert b)  
Vers. 3.0: Höhe wird über den Mittelpunkt implementiert  
(Vetsch D. et al. 2020)



Vergleich der Wasserspiegelhöhen der beiden Versionen 2.8  
(durchgezogenen Linien) und 3.0 (gestrichelte Linien)  
Eigene Darstellung



Differenzen in der Fließgeschwindigkeit beim realen Modell. Die  
grössten Unterschiede bestehen im Bereich von Abstürzen  
Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** BASEMENT ist eine Numerische Modellierungs-Software, welche die Simulation von Strömungsprozessen und Feststofftransport in Fließgewässern ermöglicht. Mit dem Wechsel von der Version 2.8 auf die Version 3.0 hat sich vorwiegend die Implementierung der Geländehöhen in das Modell geändert. Während bei der alten Version die Höhen in den Knotenpunkten des Modellgitters eingebunden sind, wird die Höhe bei der neuen Version im Mittelpunkt der Dreieckselemente des Modellgitters gespeichert. Diese Höhe wird aus den drei Höhen der umliegenden Knotenpunkte interpoliert. Diese Vereinfachung und der Wechsel auf einen Berechnungsalgorithmus der sich für GPU-Prozessoren eignet, ermöglicht viel schnellere Modell-Laufzeiten. In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Versionen verglichen, um zu eruieren, ob die höhere Performance eine geringere Genauigkeit nach sich zieht.

**Vorgehen:** Hierzu werden verschiedene Modelle mit zwei idealtypischen Gerinneverläufen (Sinuskurve/90°-Kurve) und einem realen Projektgebiet durchgeführt. Dabei werden einerseits die Wasserspiegelhöhen und Fließgeschwindigkeiten im Querprofil an verschiedene Stellen im Gerinne grafisch verglichen. Andererseits soll die Anwendung des Kolmogorov-Smirnov Tests signifikanten Unterschieden aufzeigen. Durch die Veränderung diverser Parameter am Modellgitter (Elementgrösse, Gefälle, Böschungswinkel) sowie hydrologischer Parameter (Rauigkeit, min. Wassertiefe, Randbedingungen) soll auch die Sensitivität überprüft werden. Die Resultate werden zudem mit den Messungen aus physikalischen Modellversuchen verglichen.

**Fazit:** Die Versuche zeigen, dass die beiden Versionen vergleichbare Resultate liefern. Die grössten Unterschiede, sowohl bei den Wasserspiegelhöhen als auch bei den Fließgeschwindigkeiten, ergeben sich im Bereich von steilen Geländeverläufen. Dies ist der Fall entlang der Ufer bei den idealtypischen Gerinnen und im Bereich von Abstürzen und Querverbauungen im realen Modell. Diese Beobachtung deckt sich mit den Untersuchungen der Entwickler. Ein feineres Modellgitter führt zwar zur besseren Übereinstimmung der Versionen, stösst aber, sowie das Setzen von Bruchkanten, bei steilen Geländeverläufen an seine Grenzen. Weiterführende Untersuchungen sollten prüfen, ob mit der richtigen Wahl der Höhen-Interpolationsmethode nach Regionen eine bessere Übereinstimmung erreicht werden kann. Grössere Unterschiede sind zudem im Bereich des Zu- und Abflusses der Modelle zu beobachten. Die Laufzeit ist um mehr als Faktor 4 schneller bei der Version 3.0, was die Modellierung von viel grösseren Perimetern mit feinerem Modellgitter ermöglicht. Während die Wasserspiegel in den Modellen die Beobachtungen aus Laborversuchen gut abbildet, ist das bei den Fließgeschwindigkeiten nicht der Fall. Die Verschiebung der Wasserspiegelhöhe zur Kurvenaußenseite aufgrund der Zentrifugalkräfte und die anschließende Normalisierung nach der Kurve kann in allen Modellen beobachtet werden. Die Verteilung der Fließgeschwindigkeit im Querprofil zeigt die Höchstwerte immer im Bereich der Gerinnemitte. Aus physikalischen Modellen ist bekannt, dass die max. Fließgeschwindigkeit im Bereich der Kurveninnenseite liegt. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die in Gerinnekurven vorkommenden Sekundärströmungen nicht genau abgebildet werden im Modell.