

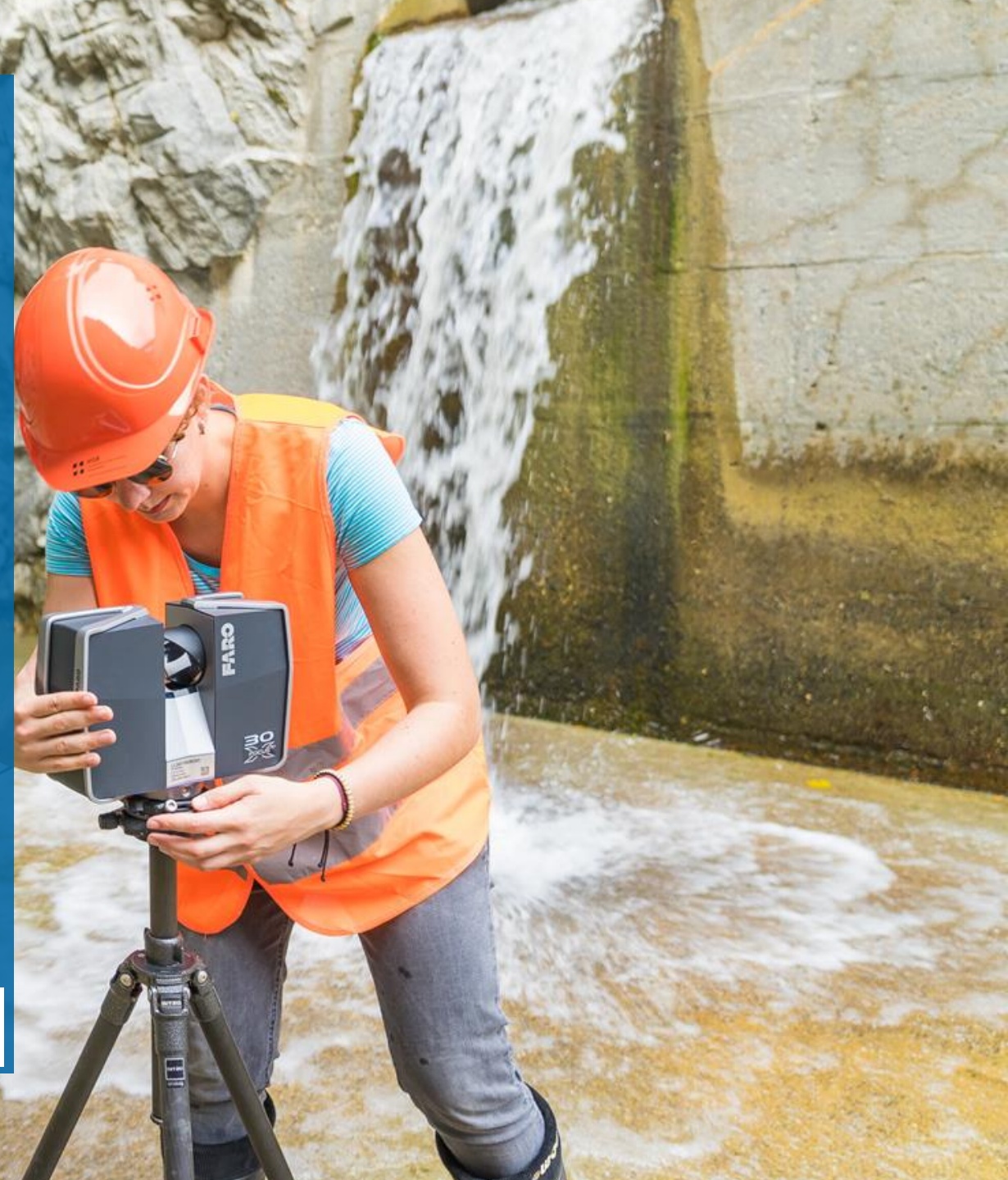
HSR Hochschule für Technik Rapperswil

KIESWERK MASSA

Prüfung zur Ausnahme aus der Unterstellung

Andrea-Kristin Bachmann

Bern, 14. März 2018



Inhaltsverzeichnis

- Auftrag
- Ausgangslage
- Methodik
- Feldaufnahmen
- Modellierungen
- Ergebnisse
- Fazit

■ Auftrag:

- 3D Aufnahmen der Massaschlucht unterhalb der Geschiebesperre des Kieswerks Massa.
- Stationäre 1D HEC-RAS Modellierung für die Abschätzung der Abflusskapazität durch die Massaschlucht unterhalb der Geschiebesperre des Kieswerks Massa durch das Institut für Bau und Umwelt IBU.

■ Weiterführende studentische Arbeiten und Forschungsprojekt:

- Mit den Laserscan-Aufnahmen wurde ein 3D Modell ausgedruckt, welches als Grundlage für zwei studentische Arbeiten diente (Stationäre-, Instationäre- und Geschiebeversuche).
- Das Institut für Bau und Umwelt IBU und das Institut für Energietechnik IET führten Berechnungen des Staumauerbruchs mit ANSYS durch (Instationäre Berechnung).
- Vergleich der Ergebnisse aus den studentischen Arbeiten und der Berechnung des IET.

Ausgangslage



■ Grundlagendaten im Feld erheben

- 3D Laserscanner: Aufnahme einer Punktwolke der Schlucht

■ Erstellung eines digitalen Oberflächenmodells

- Triangulation der Punktwolken



- Numerische 1D & 3D Modellierungen
- Hydraulische Modellierung in einem 1:50 Modell
 - Herstellung der Schluchtstrecke mit 3D Drucker

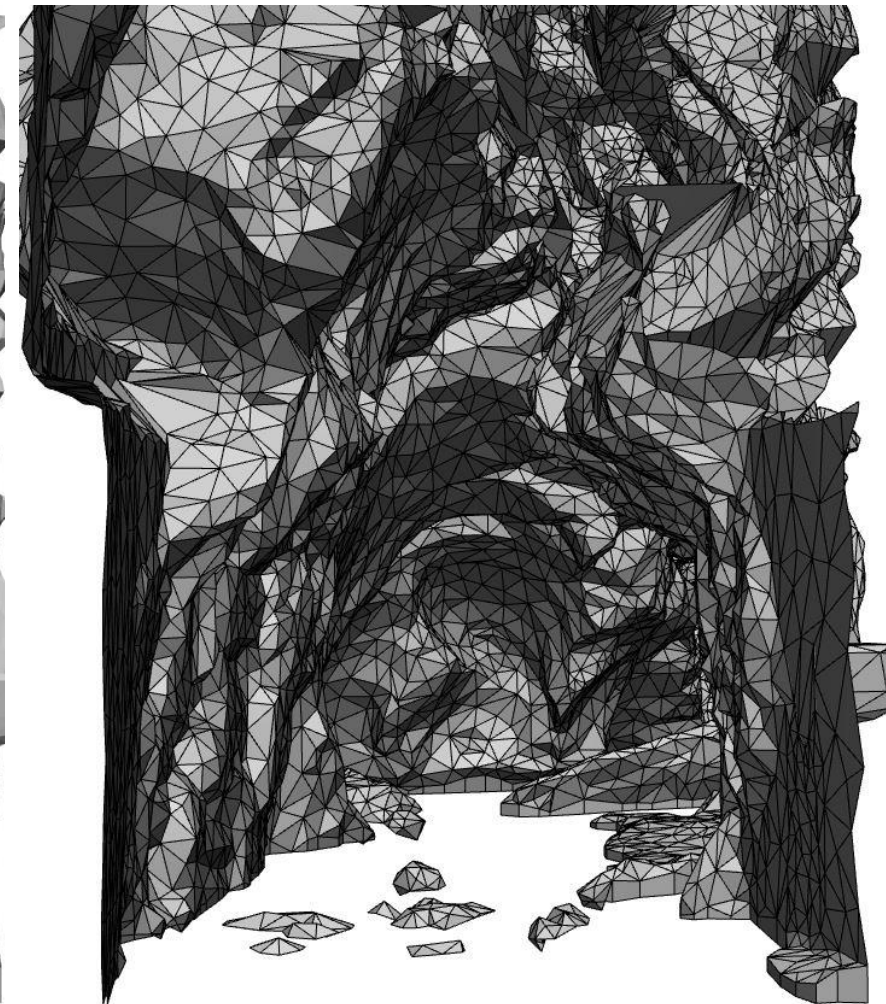


Gelände-Mapping und 3D-Scanning der Massaschlucht im Wallis

Feldaufnahmen



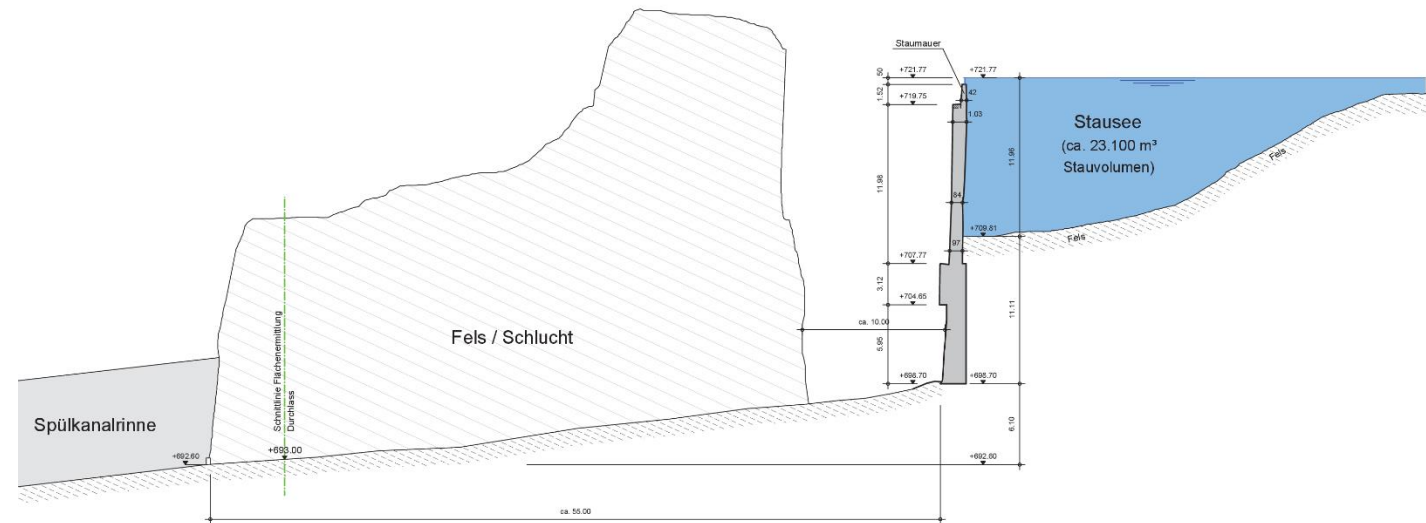
Feldaufnahmen



■ Bruch der Sperre ohne das Wegfallen der Felsteile

■ Verfahren CTGREF für die Berechnung des Breschenabflusses

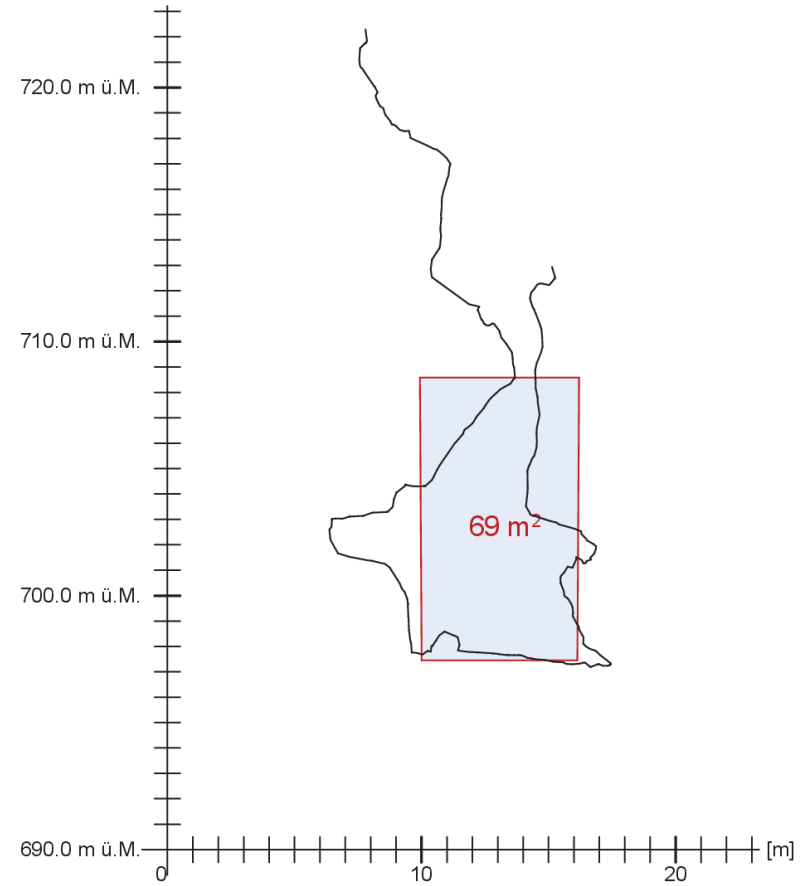
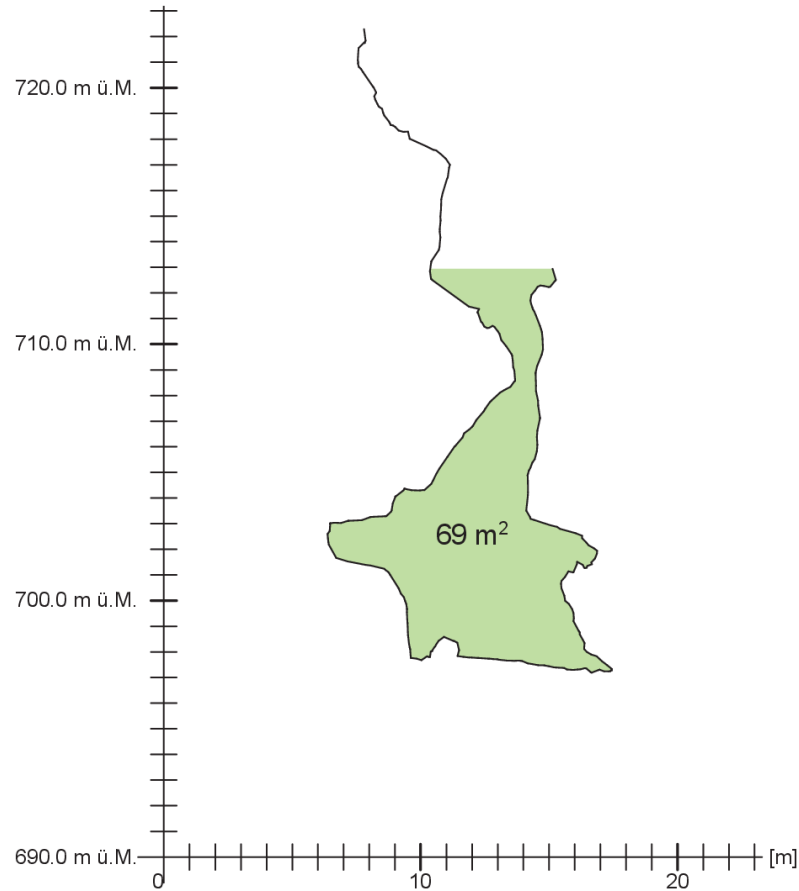
- Rechteck 1: $Q_b \approx 800 \text{ m}^3/\text{s}$, gleiche Situation wie bei den hydraulische Modellversuchen und der 3D-Modellierung mit ANSYS.
- Rechteck 2: $Q_b \approx 1150 \text{ m}^3/\text{s}$, Situation 2 für die Modellierung mit ANSYS, 1.5-fache Rechteckbreite.
- Trapez $Q_b \approx 1000 \text{ m}^3/\text{s}$



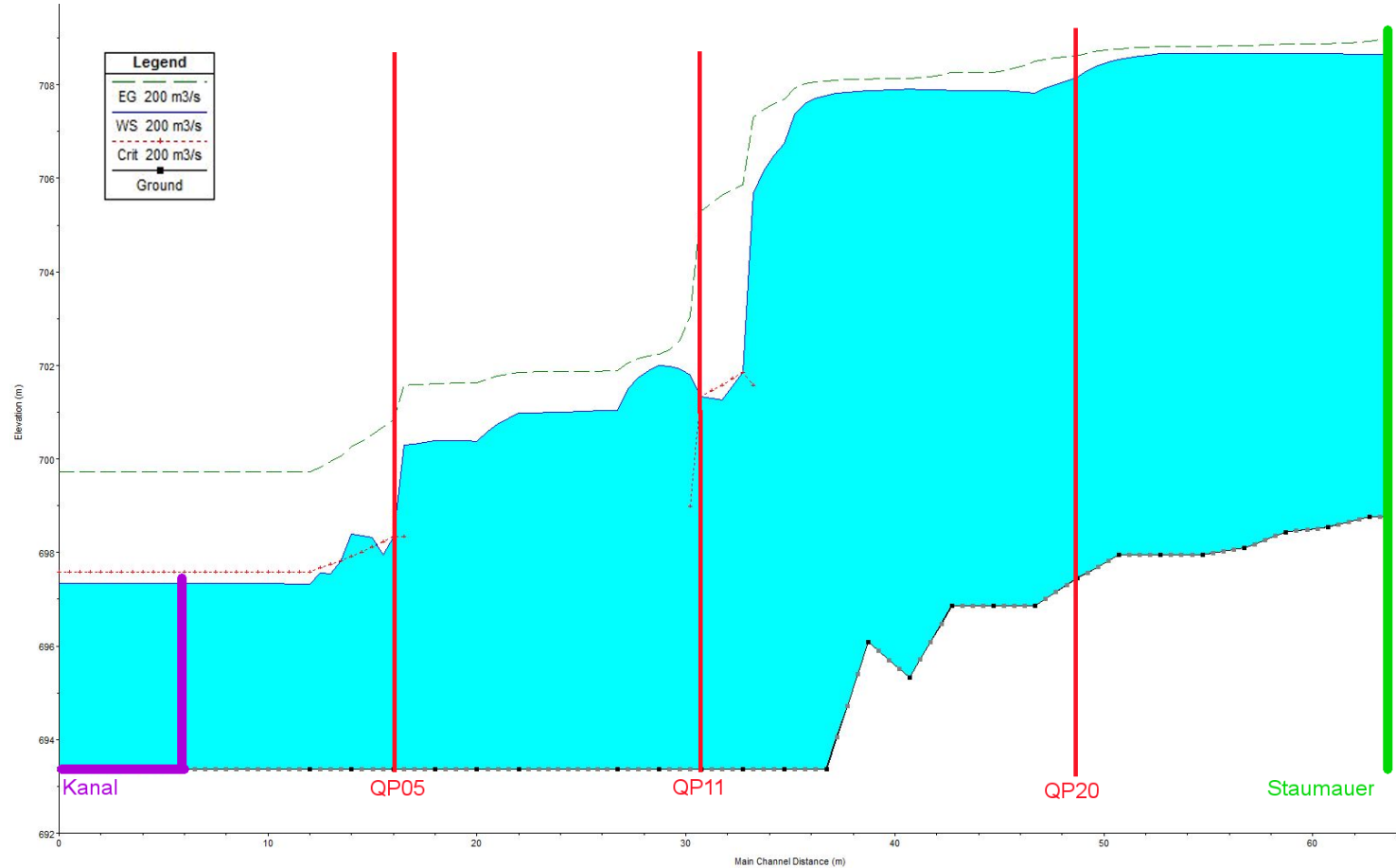
■ Numerische 1D Modellierung mit HEC-RAS

- Geometrie mit 28 Querprofilen in der Schluchtstrecke.
- Bestimmen der limitierenden Querschnitte, Engstellen in der Schlucht.
- Annahme: bei einer starken Verengung im oberen Bereich der Schlucht erfolgt ein Druckabfluss.
- Ermittlung des stationären Abflusses bei welchem der Übergang von Freispiegelabfluss zu Druckabfluss erfolgt.

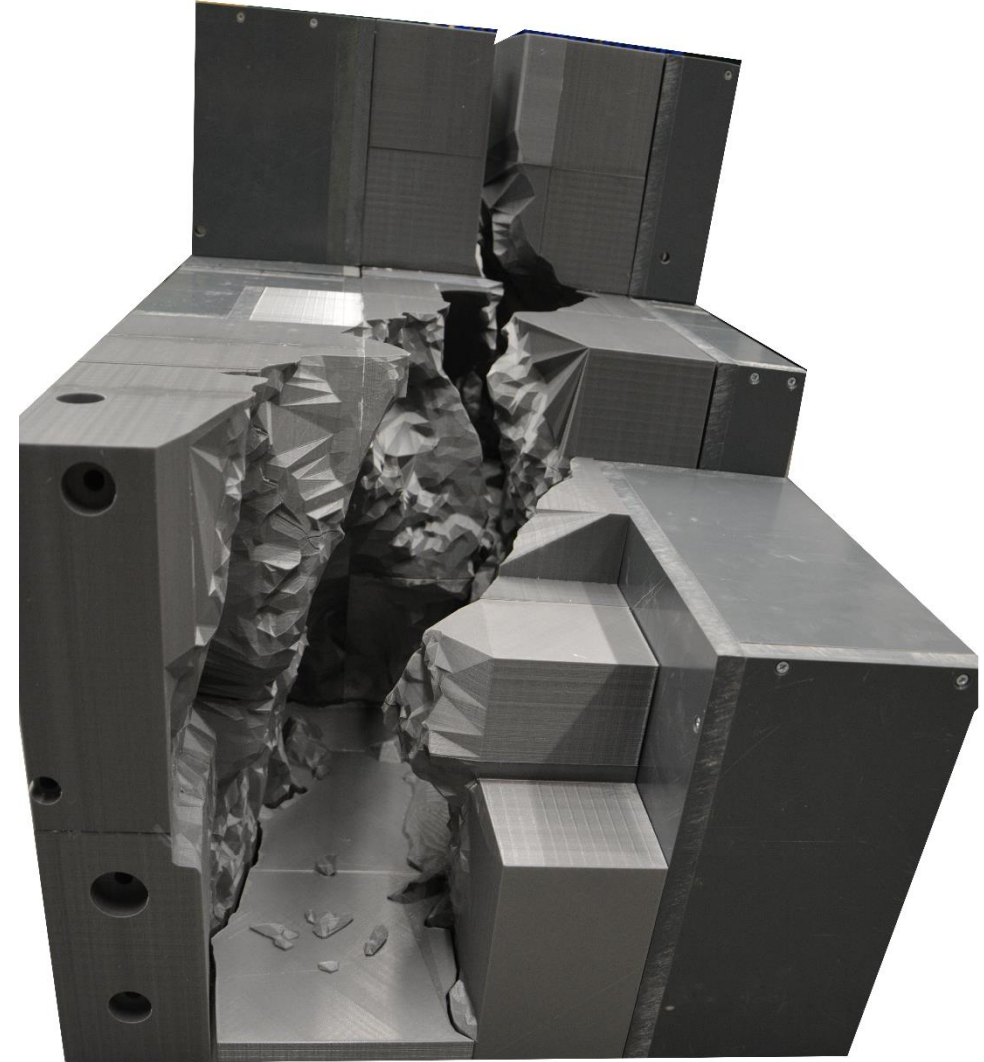
■ Vereinfachung der Querprofile



■ Längsschnitt bei einem Abfluss von 200 m³/s in HEC-RAS



- **Hydraulische Modellierung im Wasserbaulabor der HSR**
- **Modell Massstab 1:50**
- **Froudesches Ähnlichkeitsgesetz**
- **3D Modell mit 104 Einzelteilen**
- **1200 Stunden reine Druckzeit**
- **21 kg Druckmaterial**
- **Vereinfachung des Sees, angepasst an die Versuchsrinne**
 - Langgezogenes Rechteckprofil
 - Volumen bleibt gleich



■ Studentische Arbeiten

■ Stationäre und instationäre Reinwasserversuche

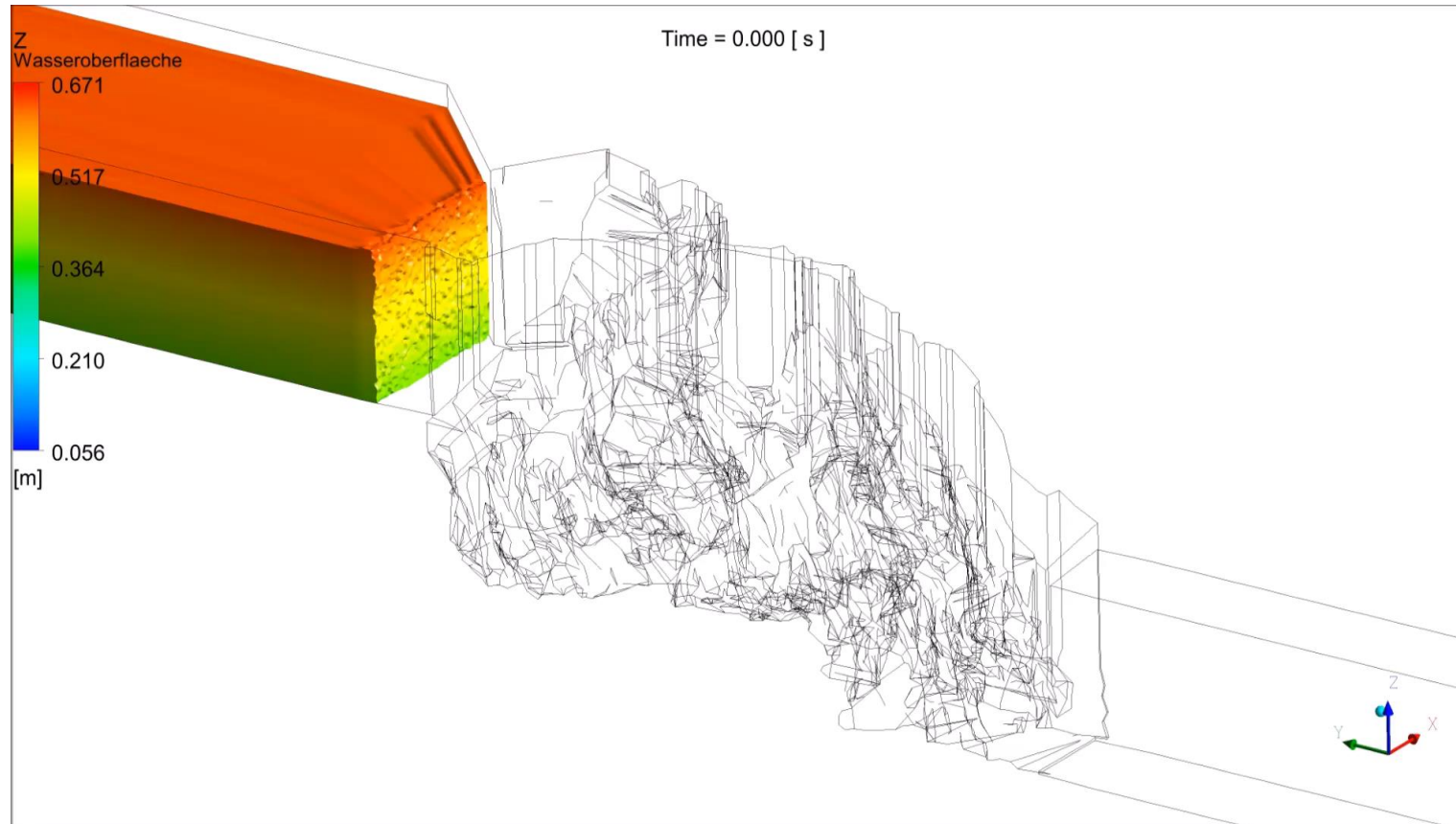
- Abflussmessung bei stationären Versuchen mit einem Induktiven-Durchflussmesser
- Punktuelle Messungen der Abflusstiefe und der Geschwindigkeit im Kanal bei den instationären Versuchen

■ Versuche mit Geschiebe

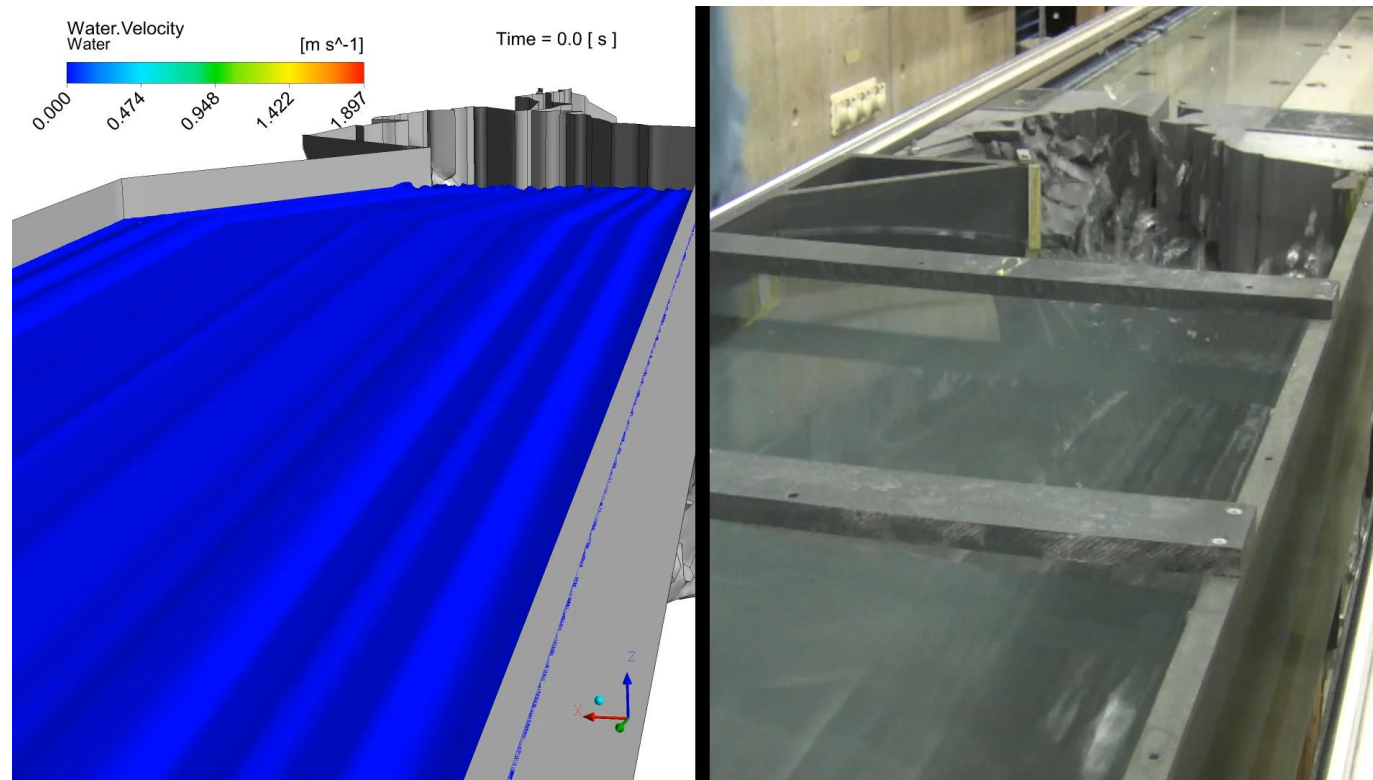
- Skalierung des anfallenden Geschiebes
- Füllung des Staupraumes mit Geschiebe
 - Messung der Ablagerungen und der Auswirkungen auf die Abflusstiefe

- **Numerische 3D Modellierung mit ANSYS**
- **HSR Forschungsprojekt der Institute Bau und Umwelt (IBU) sowie Energietechnik (IET)**
- **Zwei Bruchszzenarien:**
 - Bruch der Sperre analog zu den hydraulischen Versuchen (Rechteckquerschnitt).
 - Bruch einer breiteren Sperre (Rechteckquerschnitt mit 1.5-facher Breite).
- **Vereinfachung des Sees analog zu den hydraulischen Versuchen**

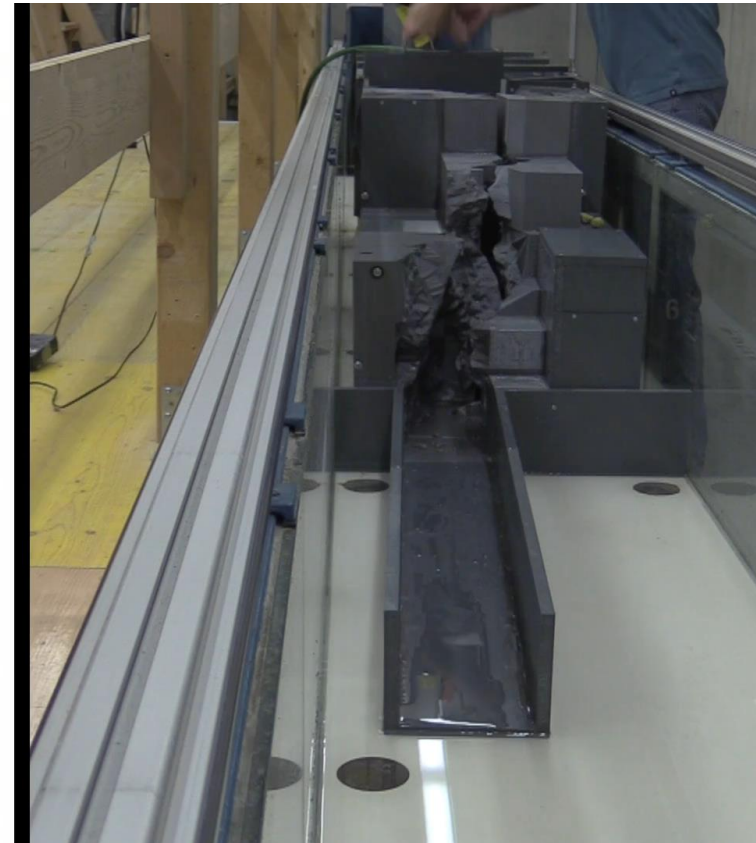
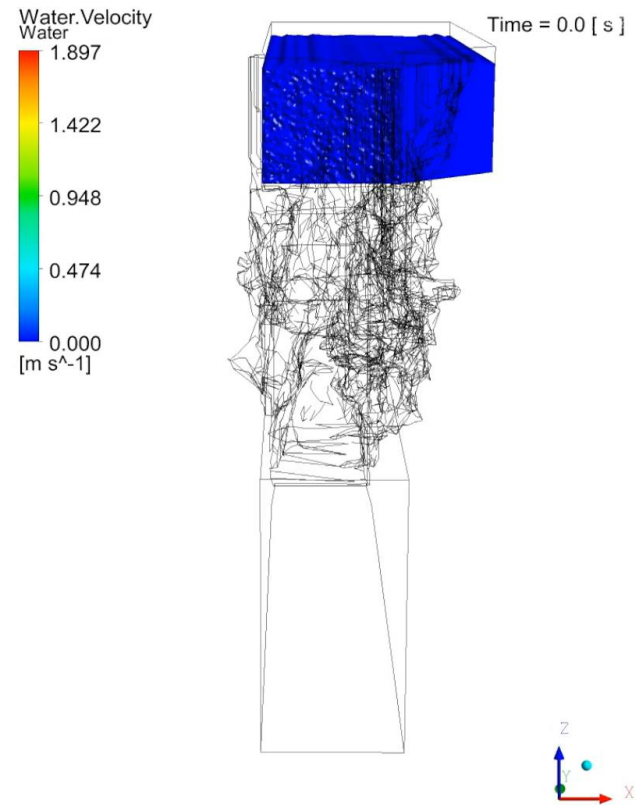
■ Numerische 3D Modellierung mit ANSYS



■ Vergleich numerische Modellierung mit hydraulischer Modellierung



■ Vergleich numerische Modellierung mit hydraulischer Modellierung



Ergebnisse

Berechnung	Methode	Abfluss Staumauer [m³/s]	Abfluss Kanal [m³/s]	Zeitlicher Aufwand
CTGREF	Rechteckquerschnitt	800	-	-
CTGREF	Verbreitertes Rechteck	1'150	-	-
CTGREF	Trapezquerschnitt	1'000	-	-
HEC-RAS	1D Modellierung, stationär	-	250	2 - 3 Arbeitstage
Ansys	3D Modellierung, instationär, Rechteck	660	275	2 - 3 Wochen
Ansys	3D Modellierung, instationär, verbreitertes Rechteck	800	285	2 - 3 Wochen
Hydraulische Versuche	3D Druck der Schlucht, studentische Arbeit	-	340	50 Tage Drucken, 5 Arbeitstage Zusammenbau und Versuche

- **Komplexe Struktur der Massaschlucht digital erfasst**
- **Digitales Oberflächenmodell ist Grundlage für**
 - Numerische Modellierungen
 - Hydraulische Modellierungen
- **Ergebnisse liegen in der gleichen Grössenordnung**
- **Massive Dämpfung des Abflusses durch die Schlucht**
- **Zeitlicher Aufwand sehr unterschiedlich**

