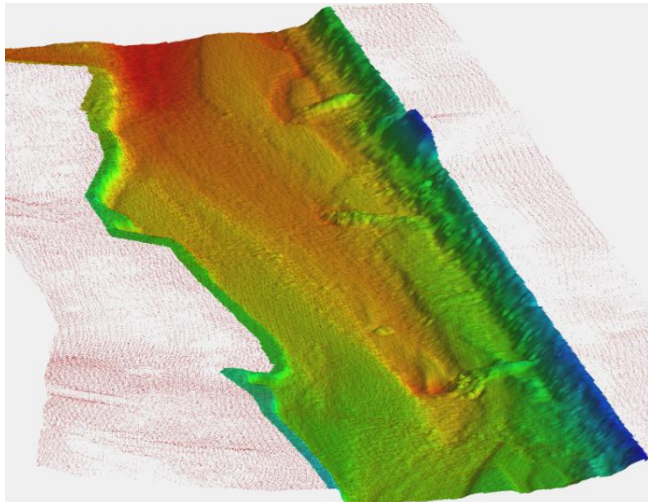


Gewässervermessung aus der Luft  
Workshop Innsbruck 23.02.2015  
Fallbeispiele aus der Praxis

## Hochaufgelöste Bathymetriedaten und Niederwasserhydraulik am Beispiel der Landquart



Christian Jecklin, dipl. Kult-Ing. ETH

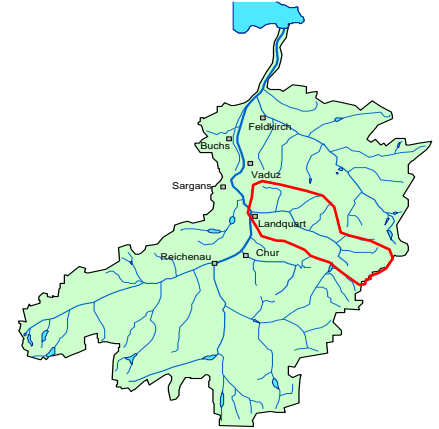
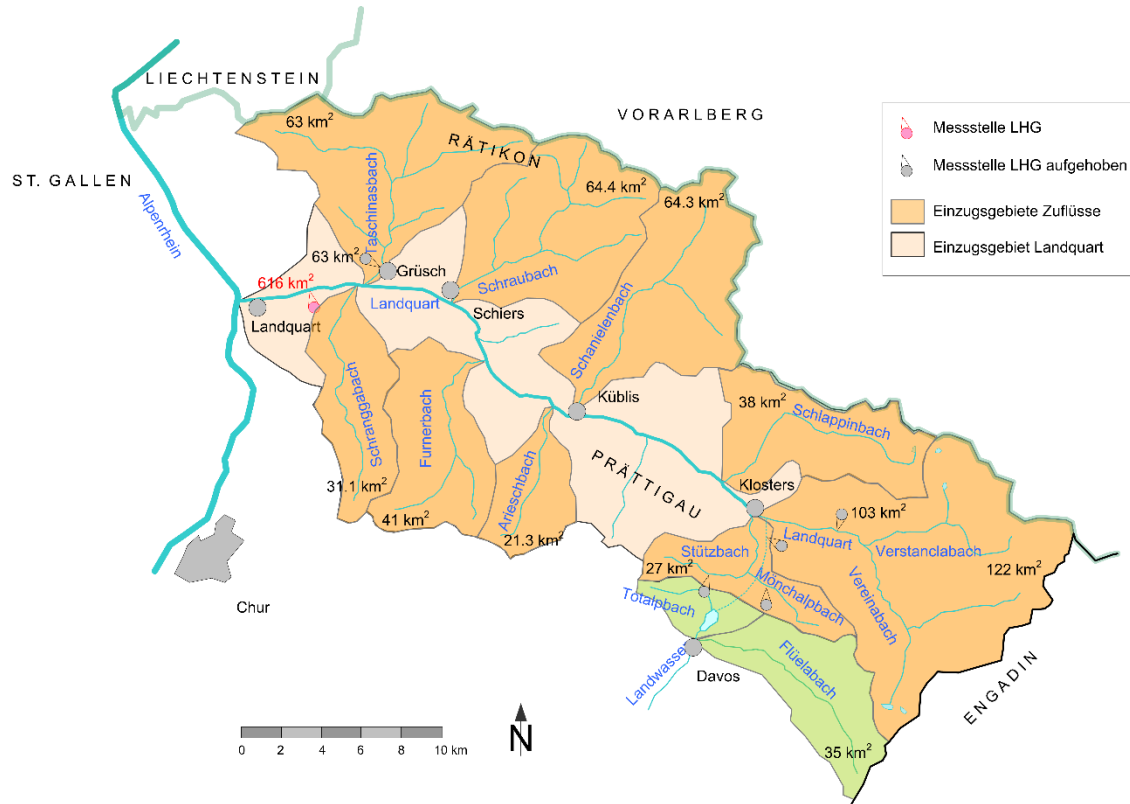
Hunziker, Zarn & Partner AG, Domat/Ems (CH)

# Inhalt Präsentation

1. Ausgangslage / Projekt Kraftwerk Chlus
2. UVB Kraftwerk Chlus / Fragestellung
3. 2d-Hydraulik Landquart: Modellanforderungen und Modellkalibrierung
4. Resultate
5. Diskussion

# 1. Ausgangslage / Projekt Kraftwerk Chlus

## Projektgebiet / Einzugsgebiet Landquart



Einzugsgebiet: 616 km²

Mittlere Höhe: 1800 m ü.M.

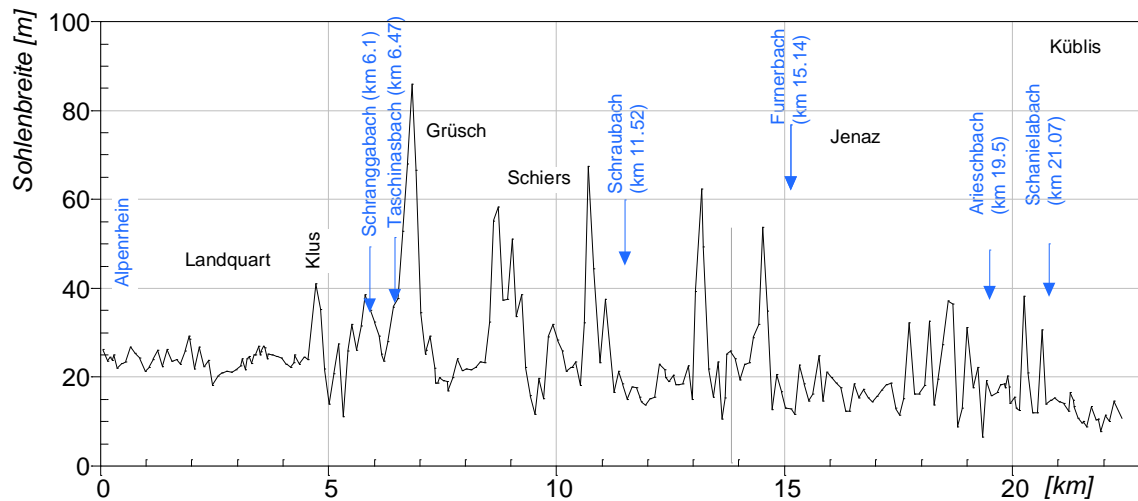
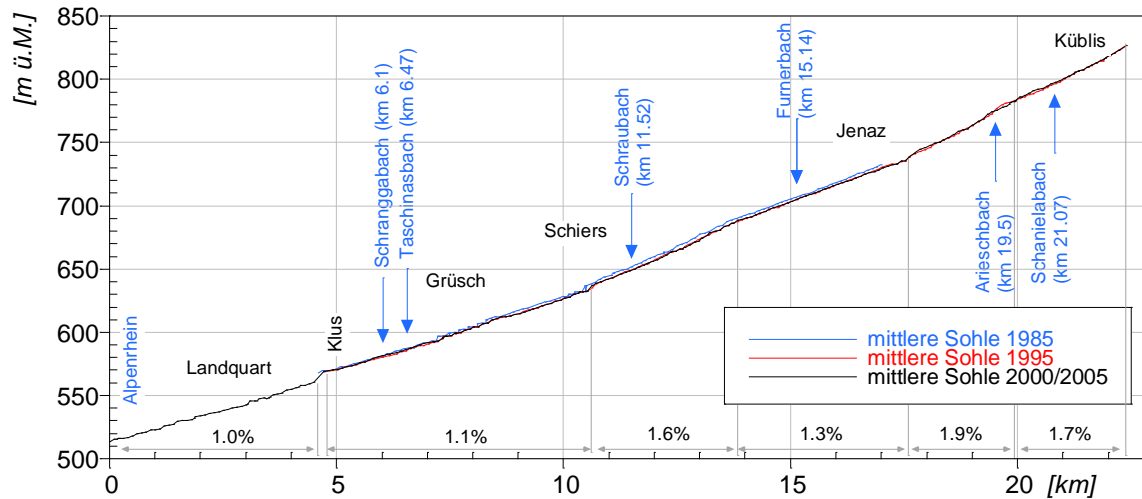
Mittlerer Abfluss: 24 m³/s

HQ<sub>100</sub>: 445 m³/s

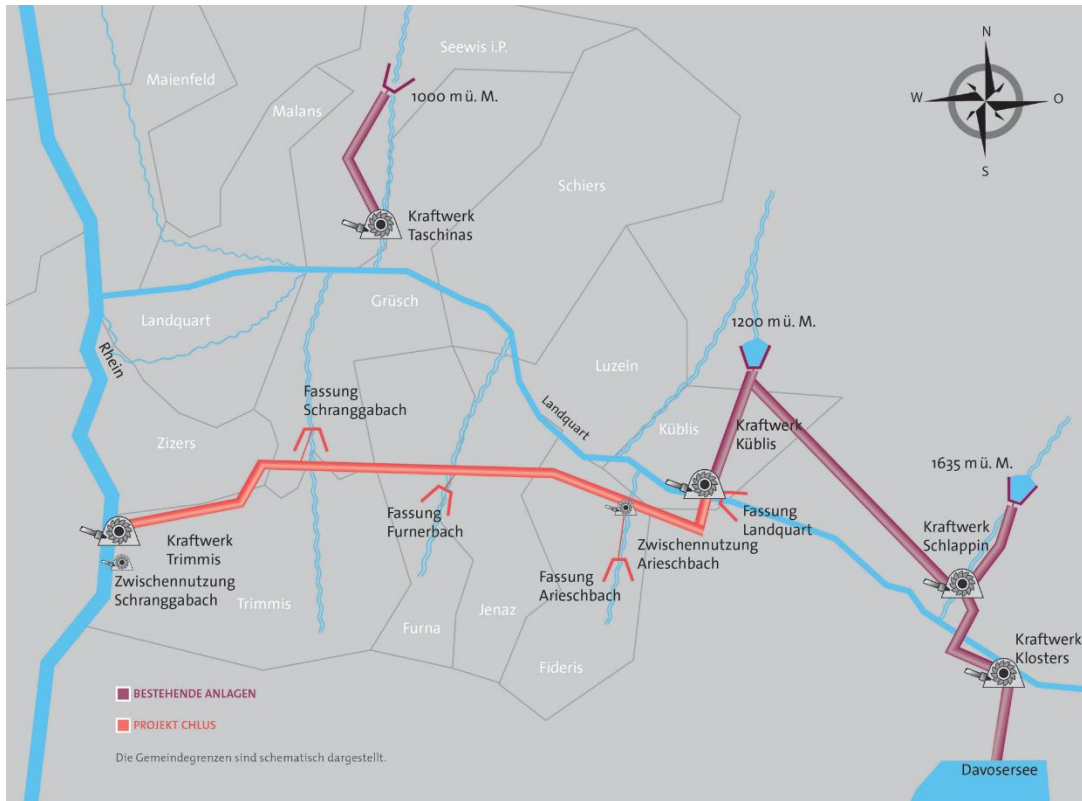
Mittl. Geschiebeaufkommen:

30'000 – 40'000 m³/Jahr

# Morphologie Landquart



# Projekt Kraftwerk Chlus



Installierte Gesamtleistung: ca. 62 MW

Gesamtproduktion: ca. 237 GWh/a

Druckstollen / Druckleitung: 18.1 km

Investitionskosten: ca. 380 Mio. CHF

## 2. UVB Kraftwerk Chlus / Fragestellungen

Umweltverträglichkeitsprüfung Kraftwerk Chlus:

- Bauten und Anlagen, welche die Umwelt erheblich belasten können, sind auf ihre Umweltverträglichkeit hin zu prüfen
- Mit der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) wird im Rahmen des Bewilligungsverfahrens geprüft, ob ein Bauvorhaben das Umweltrecht einhält.
- Die UVP sieht ein mehrstufiges Verfahren vor: Voruntersuchung mit Erstellung Pflichtenheft, Umweltverträglichkeitsprüfung Stufe 1 & 2 mit Erstellung Umweltverträglichkeitsbericht (UVB)

## 2. UVB Kraftwerk Chlus / Fragestellungen

Auszug aus dem Pflichtenheft:

Umweltbereich	
Oberflächengewässer	Abflussregime (Hydrologie)
	Schwall/Sunk
	Gewässerlebensräume
	Geschlebetransport
	Schwebstofftransport/Trübung
	Wasserqualität/Siedlungswasserwirtschaft
	Aquatische Fauna/Fischerei
Grundwasser	Alluviales Grundwasser
	Quellen/Bergwasser
übrige Umweltbereiche	Entwässerung
	Flora
	Terrestrische Fauna
	Boden
	Altlasten
	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe
	Umweltgefährdende Organismen
	Landschaft/Erholung
	Wald
	Landwirtschaft
	Landschaft / Ortsbild
	Kulturdenkmäler/archäologische Stätten
	Störfallvorsorge, Katastrophenschutz
	Naturgefahren
	Luft
	Lärm
	Erschütterungen und Körperschall
	Nichtionisierende Strahlung (NIS)

Restwassermenge?

Veränderung Habitate für

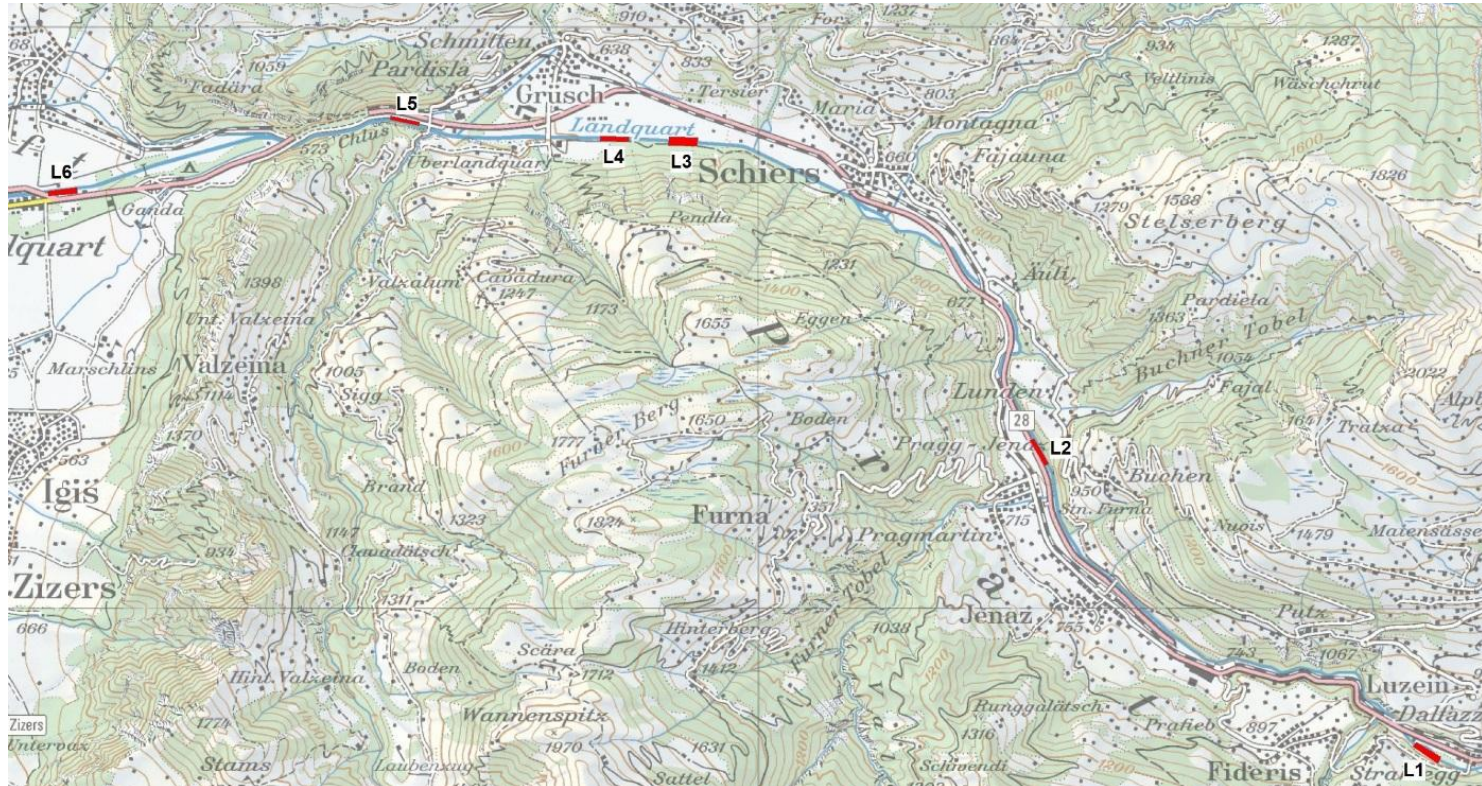
Gewässerlebewesen?

Beurteilung Passierbarkeit für  
die Fischwanderung?



### 3. 2d-Hydraulik Landquart: Modellanforderungen & Modellkalibrierung

Festlegung 6 Referenzstrecken





## Referenzstrecken Landquart



L2: Leicht verzweigt, Kiesbänke



L3: Aufweitung «Partschils»

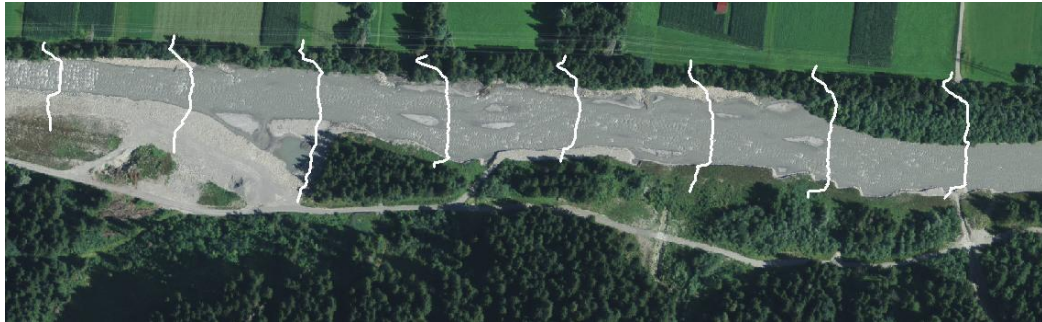


L4: kanalisiert



L6: kanalisiert mit aufgelösten Blockrampen

## Anforderungen an die Geometrie



Querprofil-  
aufnahmen,  
ca. 100 m Abstand



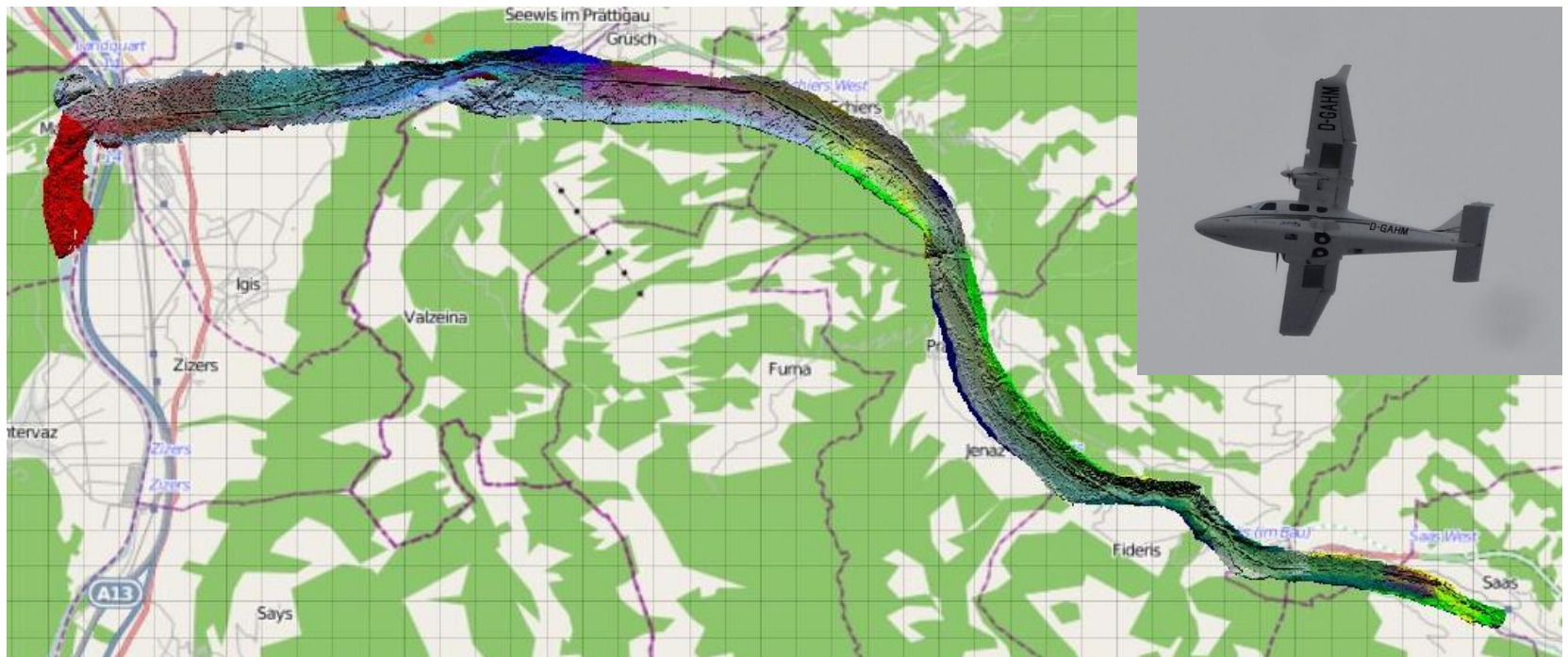
Verdichtung der Querprofil-  
aufnahmen mit  
konventionellem Laserscan  
(Helikopter) des Terrains und  
terrestrische Aufnahmen im  
benetzten Gewässerbereich  
(ca. 10 m Querprofilabstand)

→ Punktdichte auf Gewässersohle noch zu gering, min. 1 Punkt / m<sup>2</sup> Gewässersohle!!



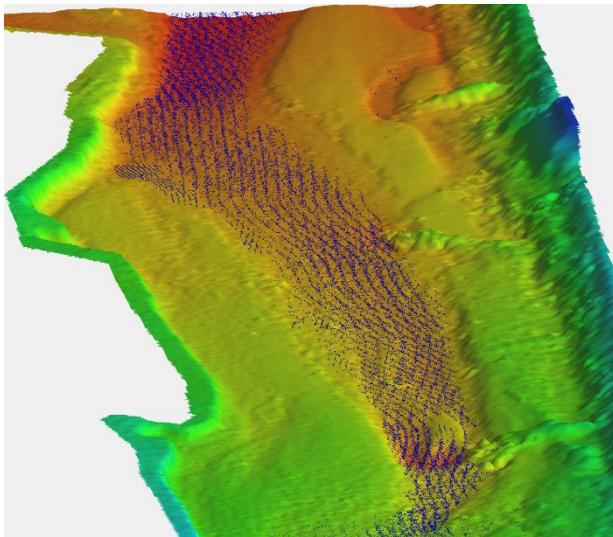
## Messkampagne:

- AHM Messflüge 3.12.2012 / 9.12.2012
- Abflussmessungen an der Landquart und an den Seitenbäche

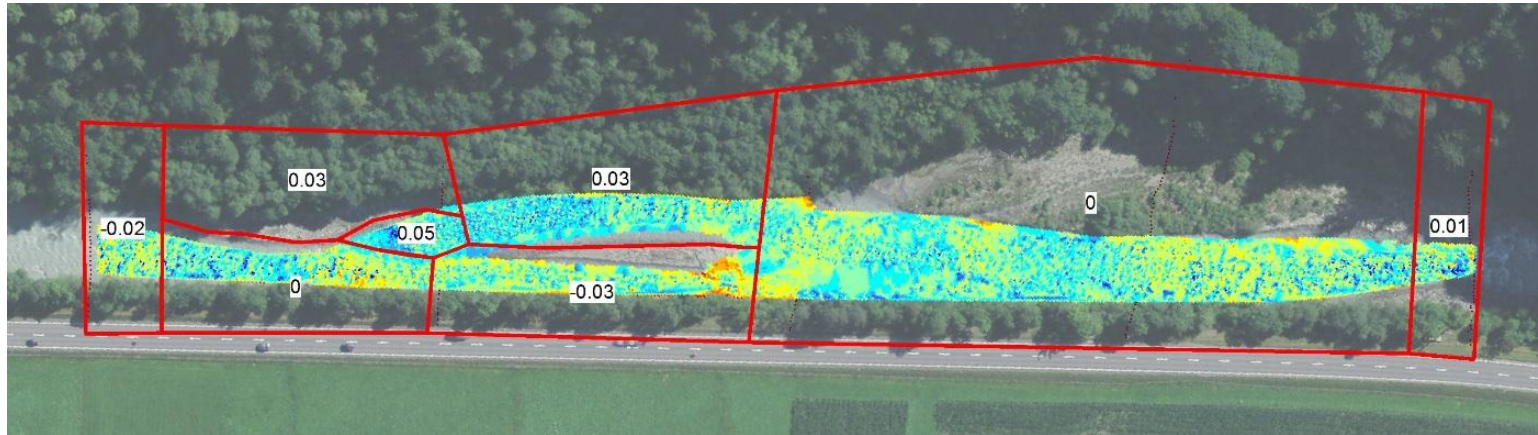


## Modellanforderungen & Modellkalibrierung

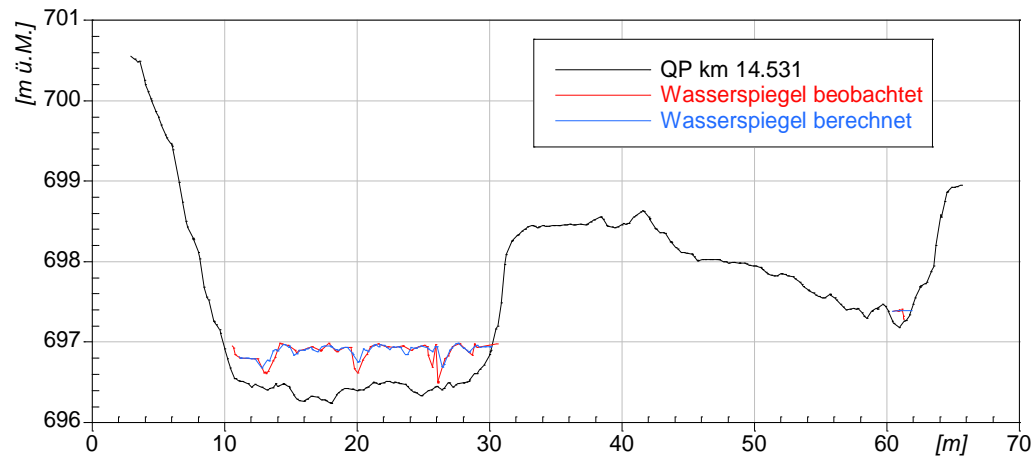
- 2d-Hydraulik für die Bestimmung der minimalen Restwasserabflüsse welche die minimalen Anforderungen der Habitatseignungen und der Fischwanderungen erfüllen
- Modellkalibrierung für ausgeprägte Niederwasserverhältnisse, Abflüsse während Messflug zwischen 2 und 7 m<sup>3</sup>/s
- Berechnung von verschiedenen Restwasserszenarien für diverse Fragestellungen im Abflussbereich von 1.8 – 6 m<sup>3</sup>/s



# Resultate Modellkalibrierung

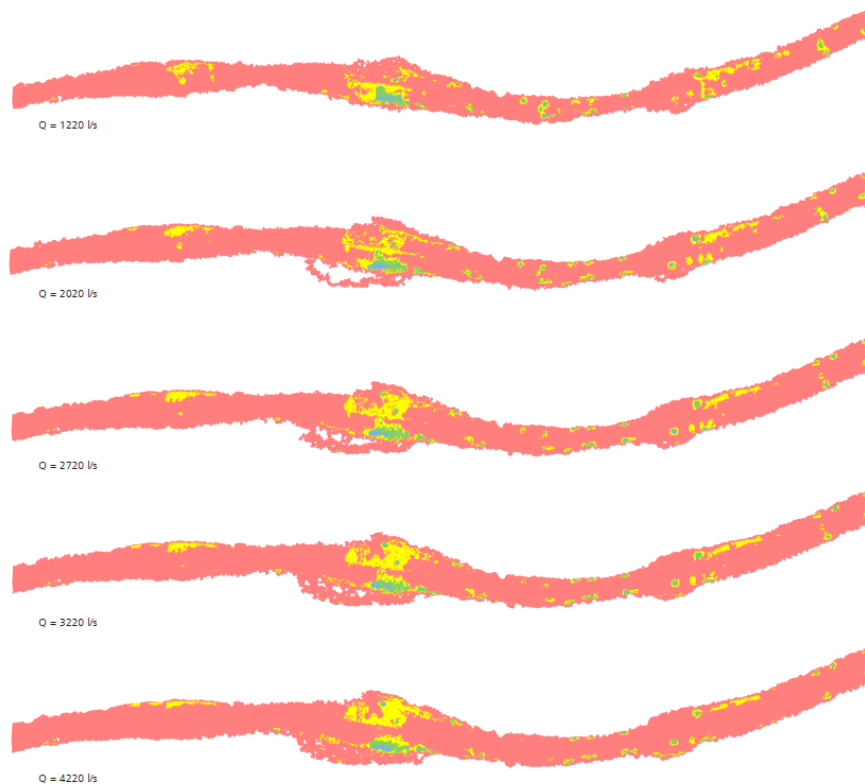


Differenz zwischen beobachtetem und berechneten Wasserspiegel im Abschnitt L2 ( $Q = 5.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ), resultierende k-Werte nach Strickler zwischen 8 und 13  $\text{m}^{1/3}/\text{s}$

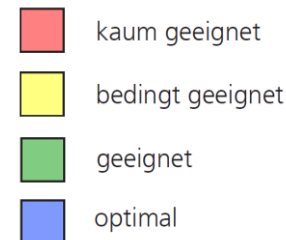


## 4. Resultate

- Berechnung von Fliesstiefen, Fließgeschwindigkeiten & Schubspannungen für Laichhabitatsmodellierungen sowie Bestimmung von Habitaten für die verschiedenen Entwicklungsstadien von diversen Fischarten für verschiedene Restwassermengen



Laichhabitatseignung Bachforelle  
im Abschnitt L1 für  
Restwassermengen von 1.22 –  
4.22 m<sup>3</sup>/s

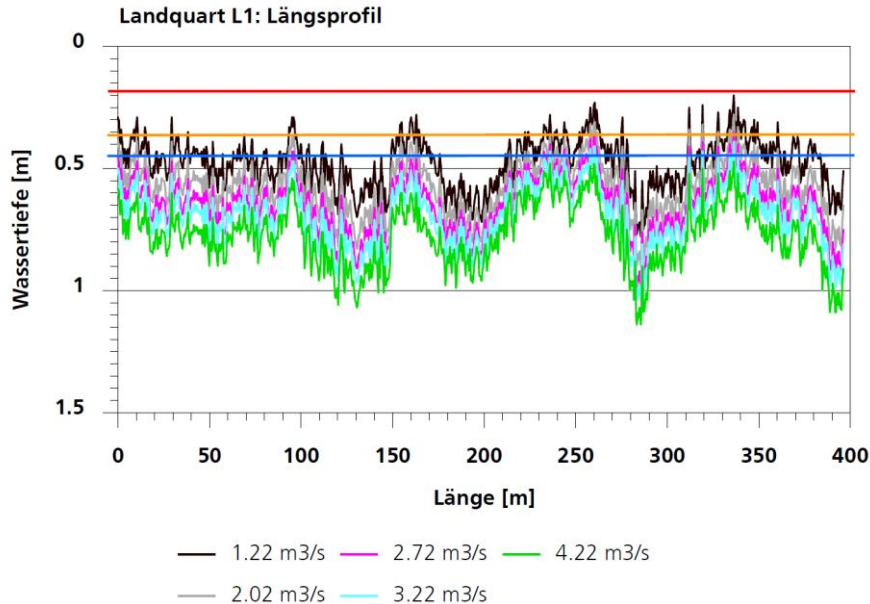


**AquaPlus**

AquaPlus AG · Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug  
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01  
admin@aquaplus.ch · www.aquaplus.ch



- Bestimmung Fliesstiefen im Talweg für die Beurteilung der Passierbarkeit für die Fischwanderung (z.B. für die Seeforelle  $h_{\min} = 35 \text{ cm}$ )



Dotierung [l/s]	Abfluss [l/s]	L1: Minimalkriterien Seeforelle			Gesamtbeurteilung
		Anzahl Stellen < 45 cm Tiefe und > 40 m Länge	Anzahl Stellen < 36 cm Tiefe und > 5 m Länge	Anzahl Stellen < 18 cm	
1000	1220	0	1	0	Kriterien teilweise erfüllt
1800	2020	0	0	0	Kriterien erfüllt
2500	2720	0	0	0	Kriterien erfüllt
3000	3220	0	0	0	Kriterien erfüllt
4000	4220	0	0	0	Kriterien erfüllt



AquaPlus AG · Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug  
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01  
admin@aquaplus.ch · www.aquaplus.ch

## 5. Diskussion

- Sehr gute Datenqualität und Auflösung der Bathymetriedaten
- Trotz der hochaufgelösten Modelle mussten detailliert differenzierte Rauheiten verwendet werden
- Bei gleichzeitiger Abflussmessung während des Messfluges kann eine zuverlässige Modellkalibrierung durchgeführt werden!
- Koordination und Abstimmung zwischen den verschiedenen Nutzer am Gewässer (Kieswerke, Kraftwerke) vor und während dem Messflug ist unerlässlich zur Erreichung entsprechender Datenqualität (Trübung, Weisswasser)
- In schwebstoffreichen Einzugsgebieten sind für die Planung des Messfluges die Abfluss-, bzw. Wetter- und Temperaturverhältnisse zu beachten (Schmelzwasser, Trübung, Schnee)

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

