



Umgang mit Feinsedimenten am Kleinwasserkraftwerk Susasca (GR)

Dr. David Felix (Aquased GmbH, Winterthur; vormals VAW, ETH Zürich)

Maximilian Kastinger, Nevin Cracknell und Prof. Dr. Robert Boes (VAW, ETH Zürich)

ETH zürich



Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie

**Interalpine Energie- und Umwelttage
Mals, 26.10.2023**

 **Aquased**

Inhalt

- 1) KW Susasca und Ausgangslage
- 2) Massnahmen am Entsander
- 3) Schwebstoffbelastung
- 4) Abrasion an den Pelton-Bechern
- 5) Wirkungsgradreduktion
- 6) Ausserbetriebnahme während Hochwasser

1a) Fließgewässer führen grobe und feine Sedimente mit sich... → Herausforderung für Wasserkraftanlagen

0.0 g/l

Schwebstoffkonzentration (SSC)

3.1 g/l



Bergfluss Susasca (GR), bei Wasserfassung des KW Susasca

1b) Abrasion an den Pelton-Turbinen des KW Susasca

Unbeschichtetes Laufrad

nach 3.5 Betriebsjahren

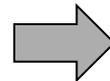


Beschichtetes Laufrad

nach 3 Betriebsjahren



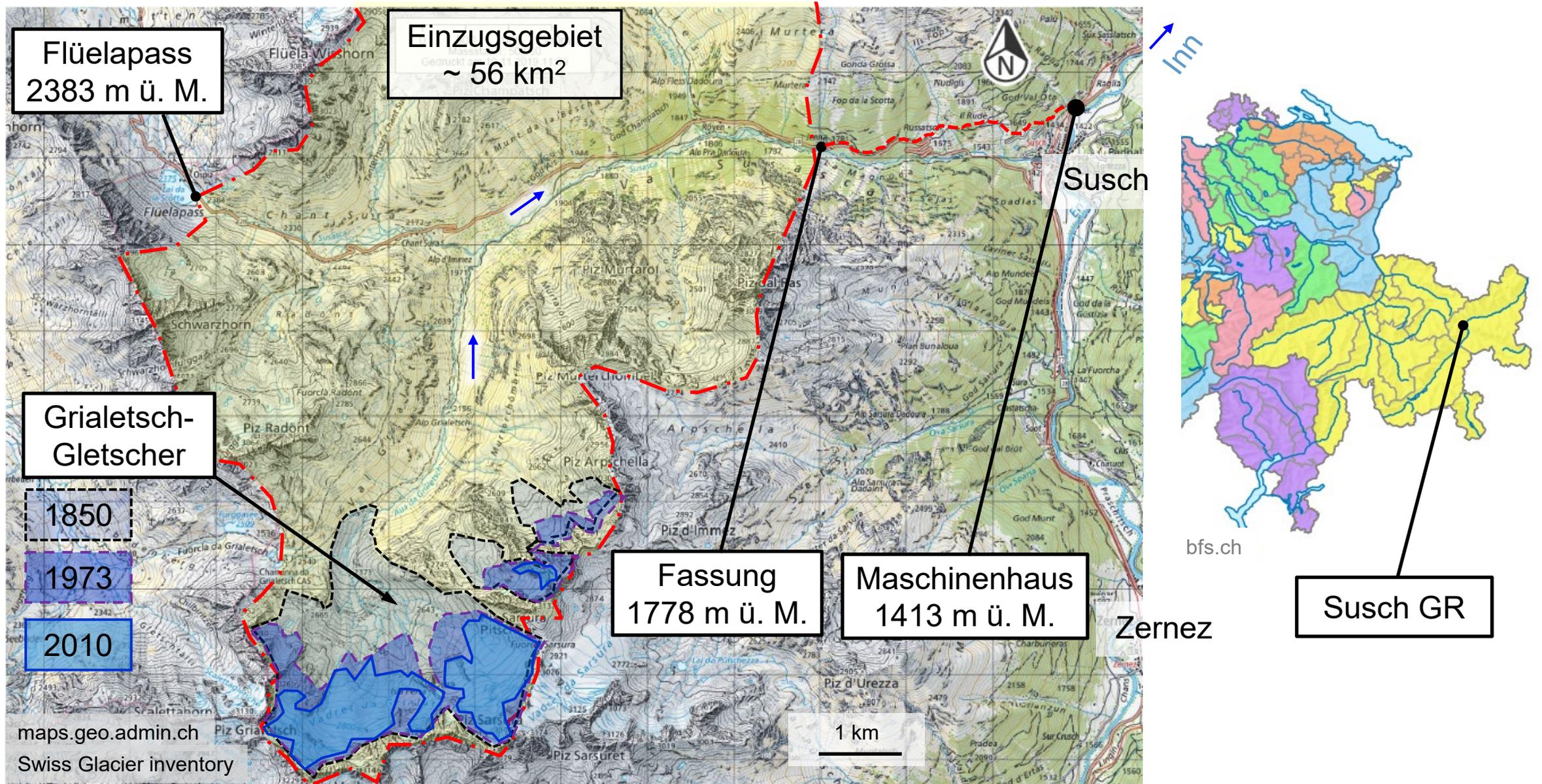
Anfrage von Markus Hintermann (Hydro-Solar Water Engineering) an die VAW, ETH Zürich (Forschung zu Turbinenabration)



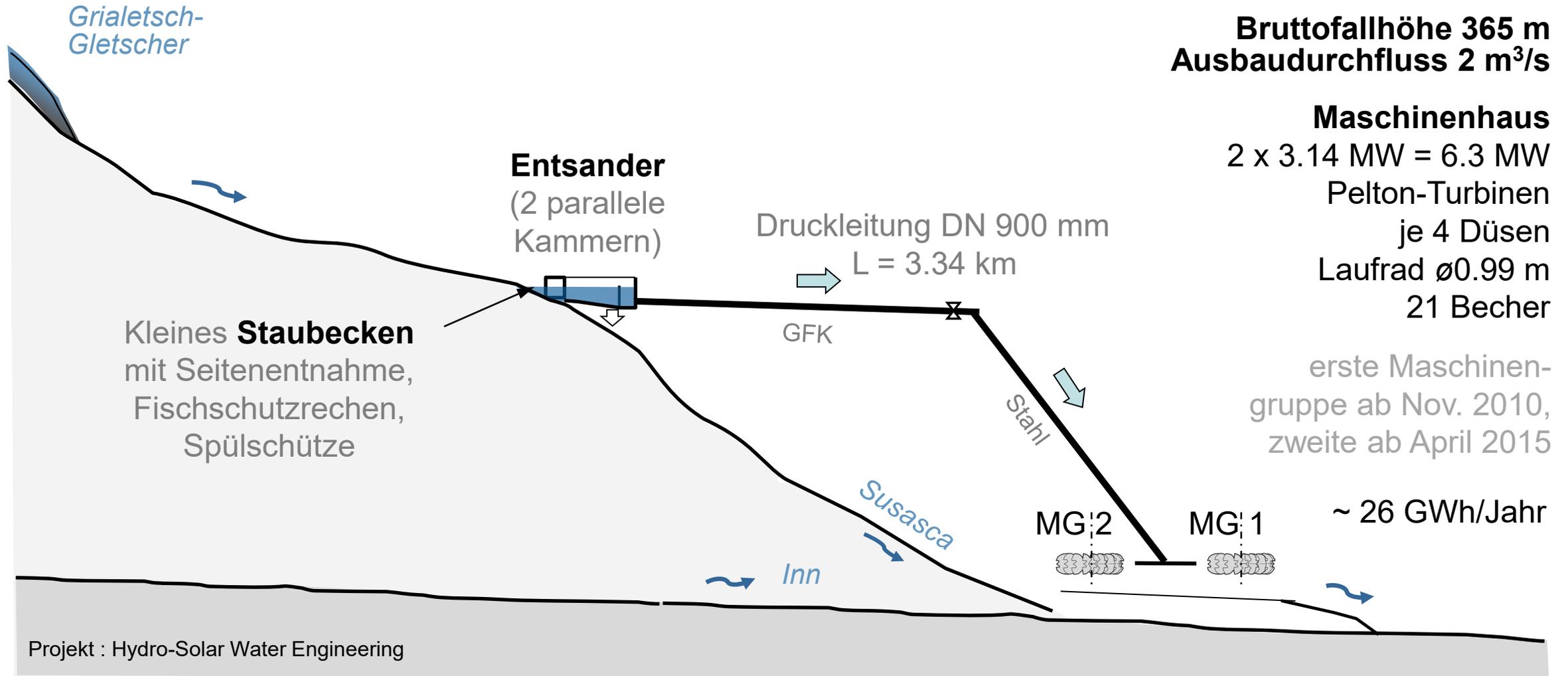
Forschungsprojekt Sept. 2018 – Dez. 2021

gefördert durch das Bundesamt für Energie (BFE) und Ouvia Electrica Susasca Susch AG (OESS)

1c) Kleinwasserkraftwerk Susasca – Situation



1d) Kleinwasserkraftwerk Susasca – Längenprofilschema



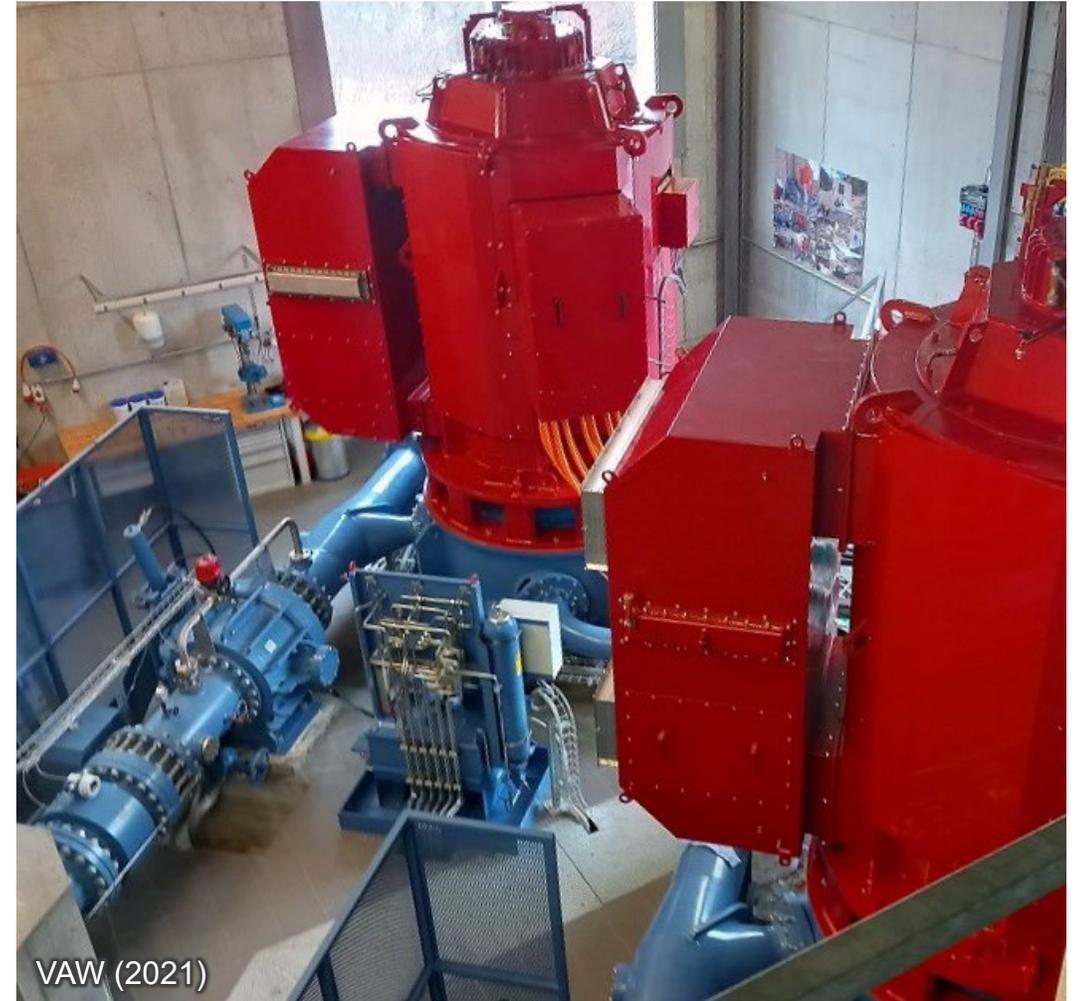
1e) Kleinwasserkraftwerk Susasca

Wasserfassung mit Entsander



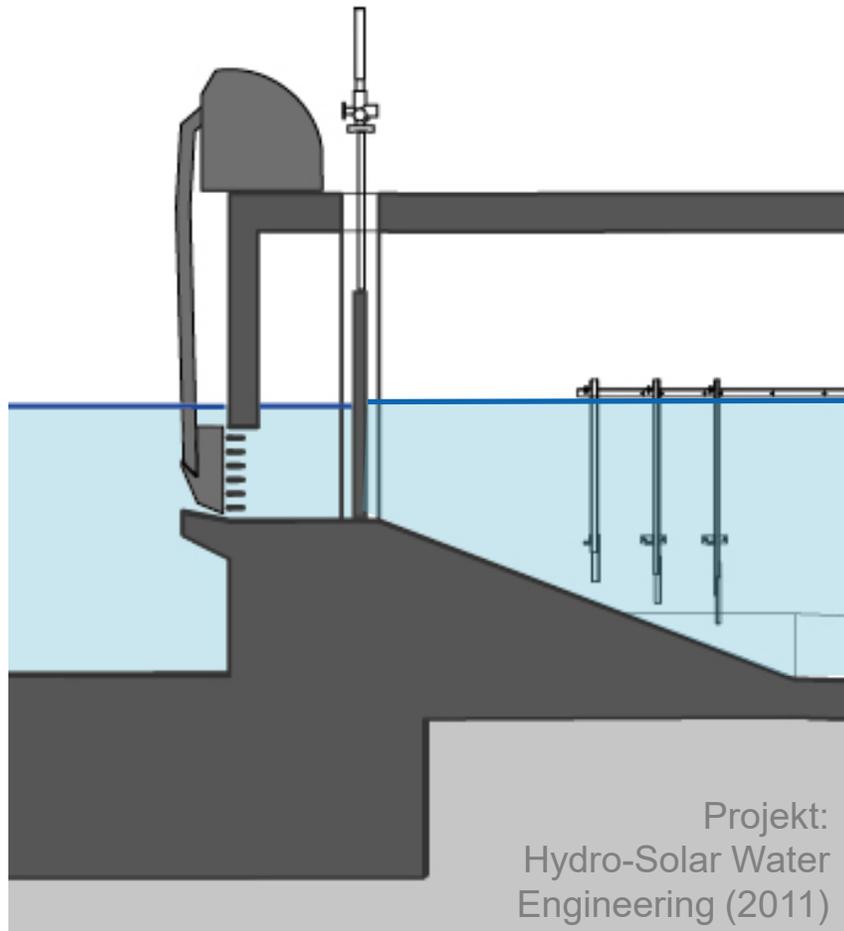
1f) Kleinwasserkraftwerk Susasca

Maschinenhaus mit 2 Peltonturbinen



2a) Entsander mit Beruhigungsrechen

Prinzip nach Dufour ~1920

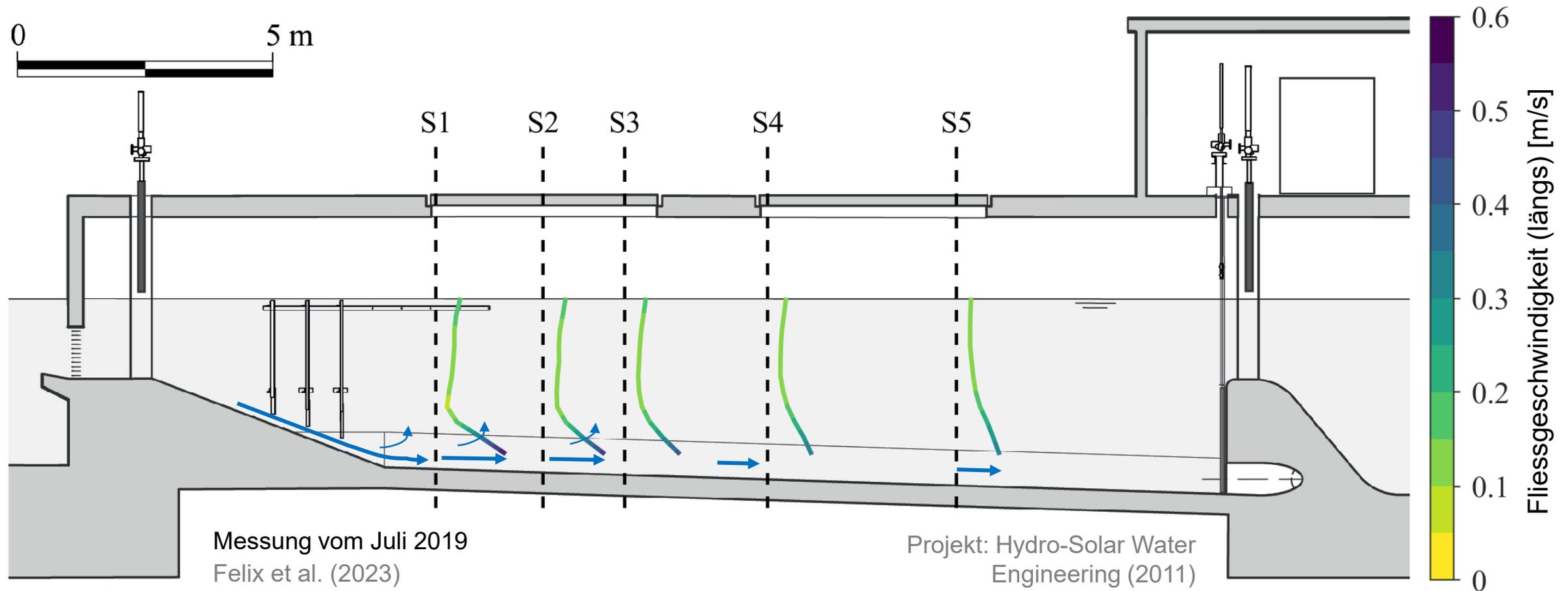


2b) Entsander: Fließgeschw. vor Modifikation Beruhigungsrechen

Rechnerisch (Mittelwert über Kammerquerschnitt): $\sim 0.2 \text{ m/s}$

Gemessen (am Beginn der Kammer unten): **bis 0.6 m/s**

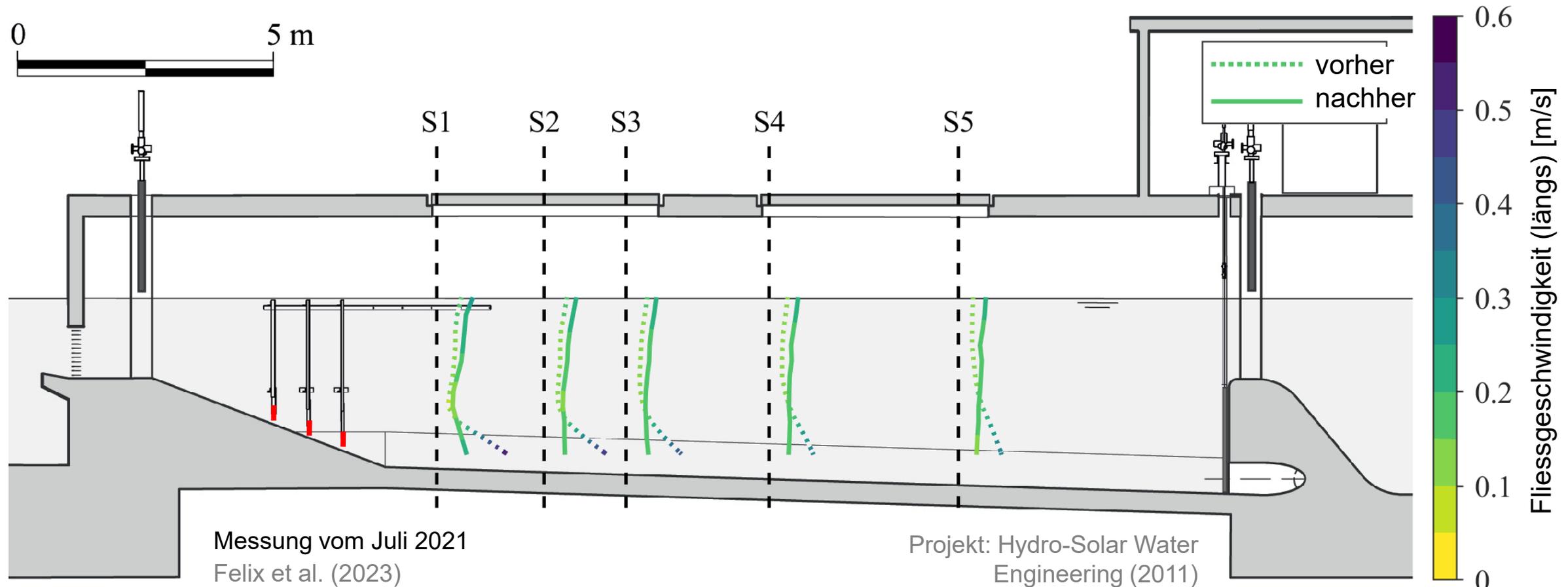
konzentrierte Strömung entlang der Sohle ist ungünstig für den Absetzvorgang



2c) Entsander: Fließgeschw. nach Modifikation Beruhigungsrechen

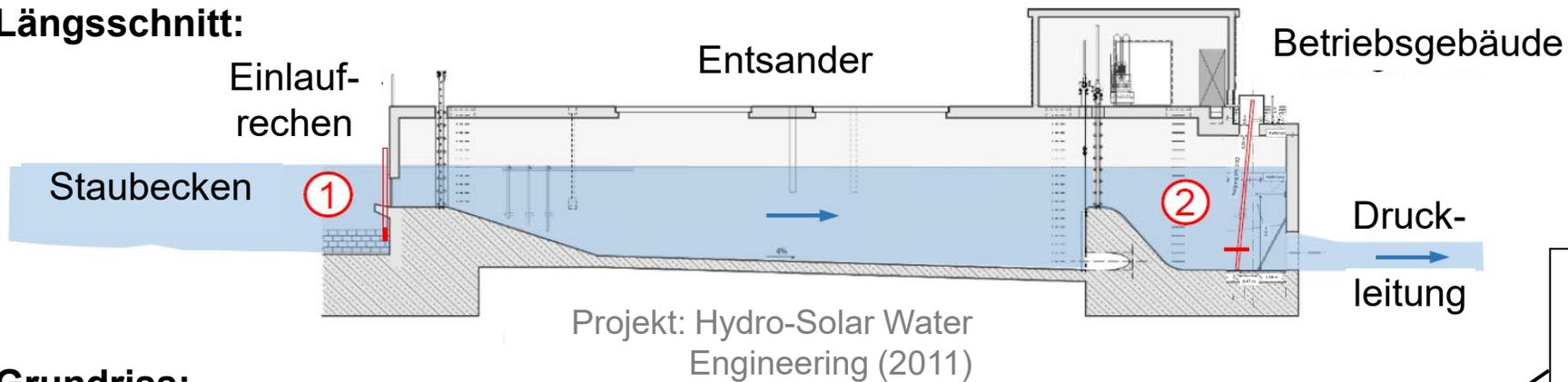
Verlängerung der Beruhigungsrechen um ~ 0.3 m (verbleibender Abstand zur Sohle = 0.05 m ausreichend, da Steine den Fischschutzrechen nicht passieren können)

- Gleichmässigerer Strömung im Entsander
- bessere Absetzwirkung

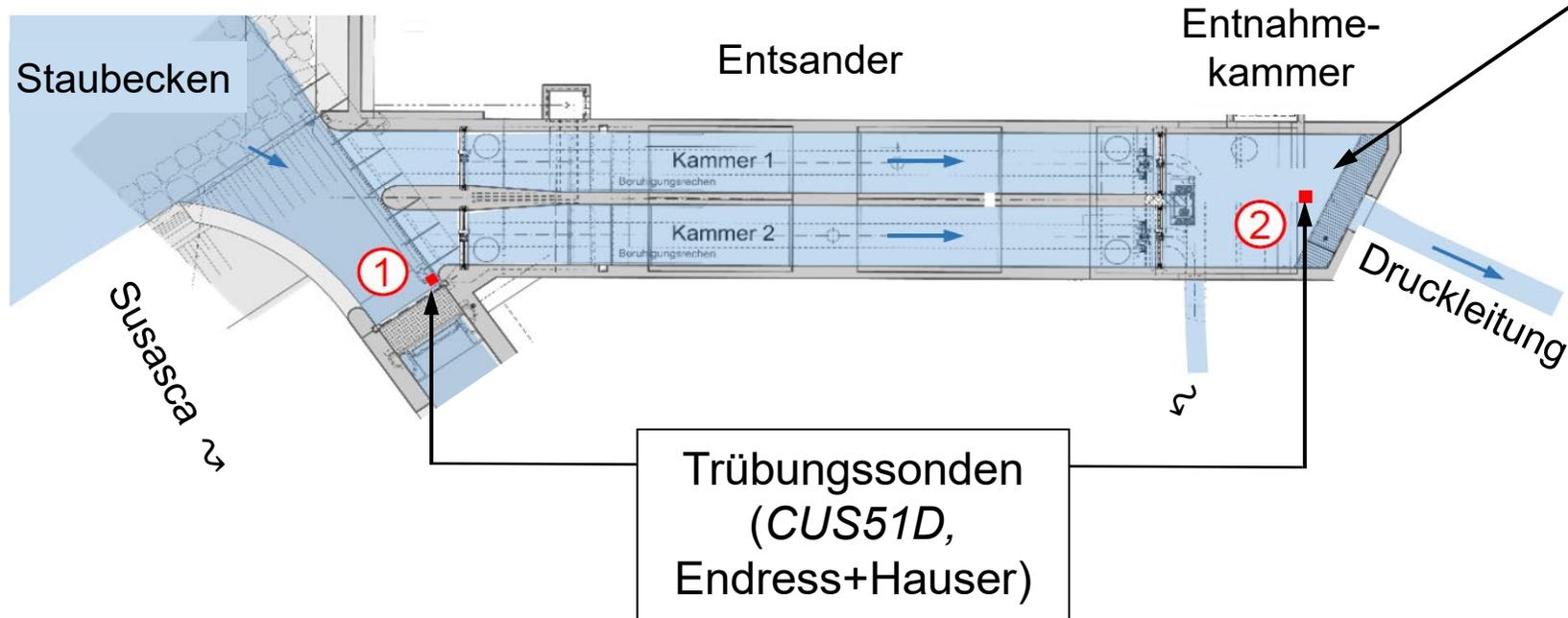


3a) Instrumentierung für Echtzeit-Schwebstoffmonitoring

Längsschnitt:



Grundriss:

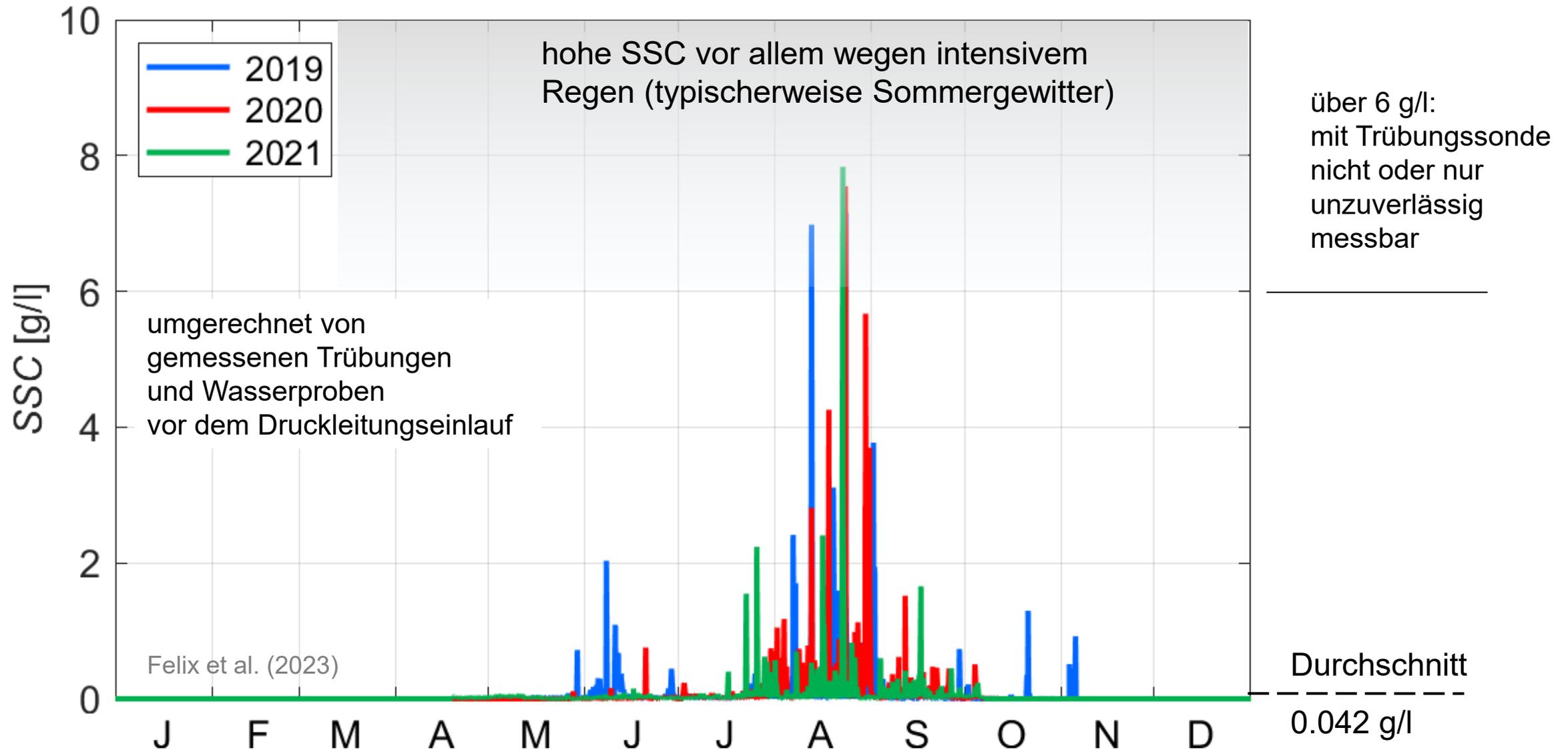


Automatischer Wasserprobennehmer (Isco 3700 mit 24 Einliterflaschen, Isco-Teledyne)



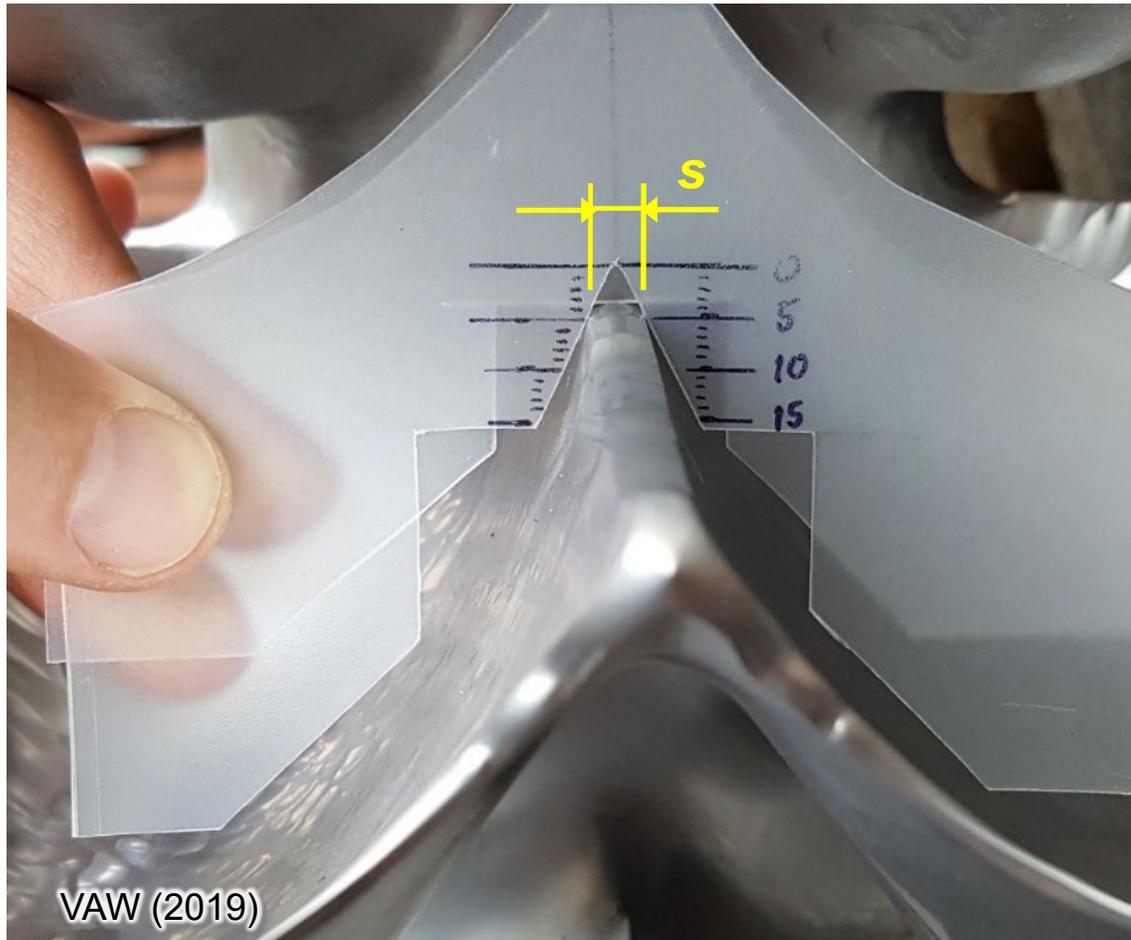
VAW (2021)

3b) Ganglinien der Schwebstoffkonzentration SSC

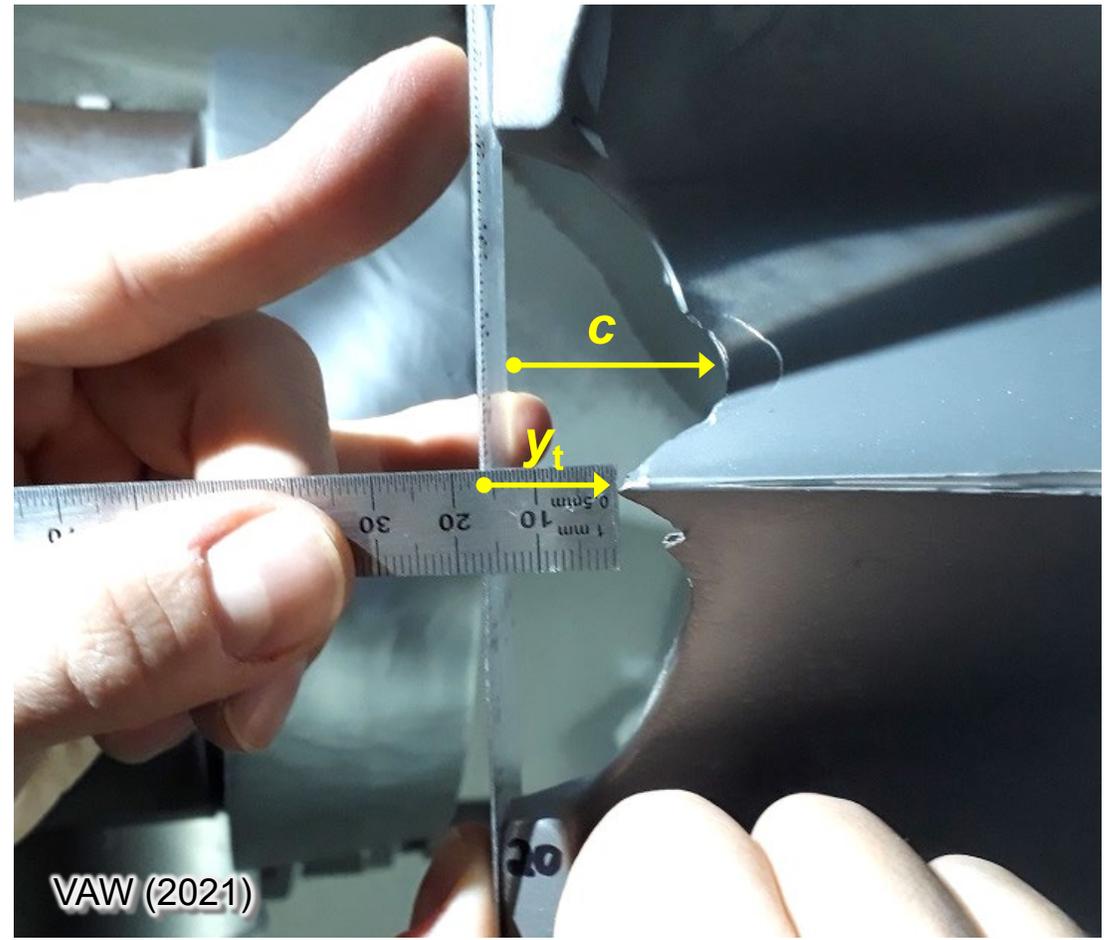


4) Laufrad-Abrasion: Fotos und charakteristische Abrasionsmasse

Mittelschneidenbreite s

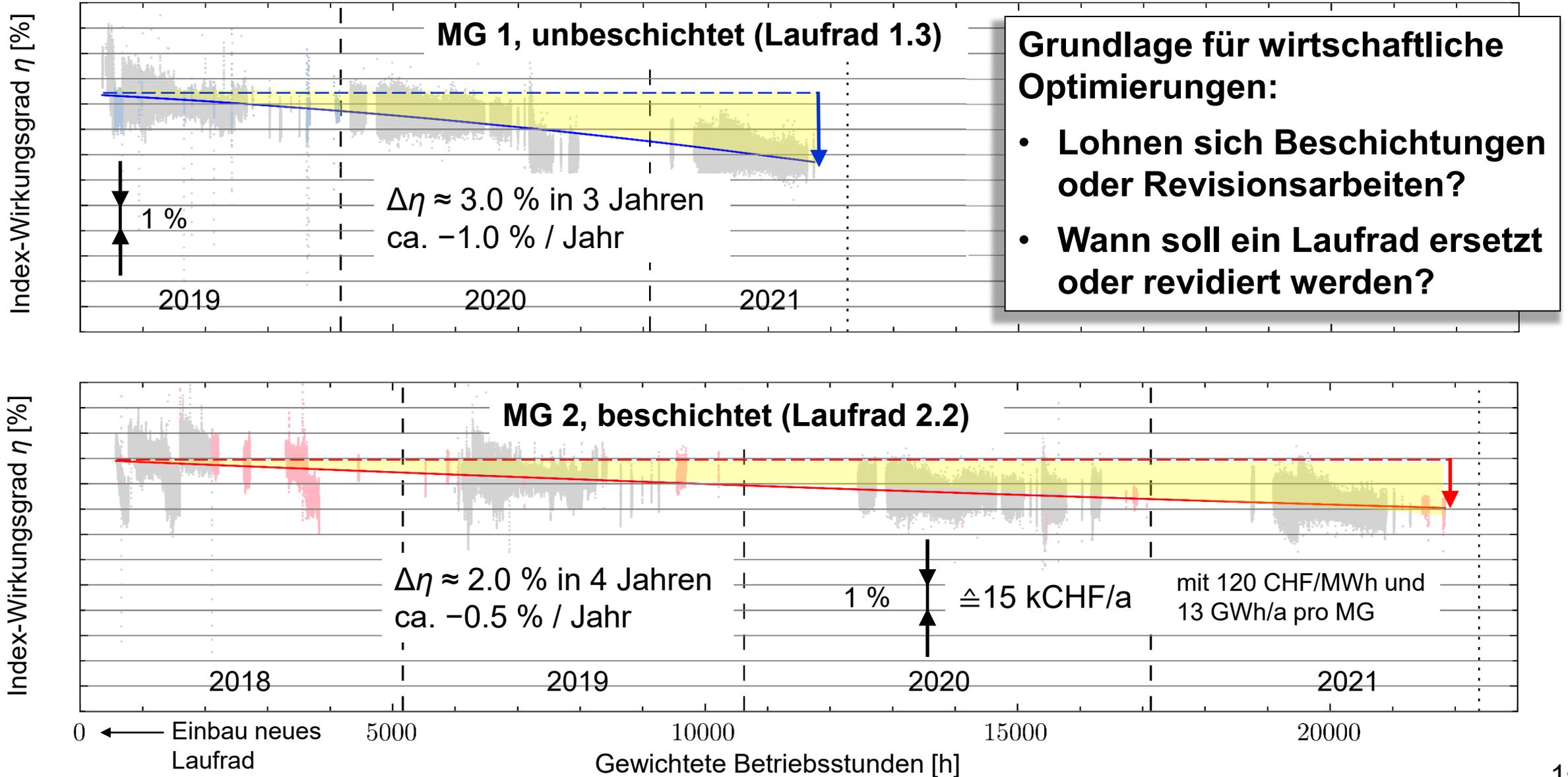


Radiale Position der Mittelschneidenspitze y_t und Becherausschnitts-Tiefen c

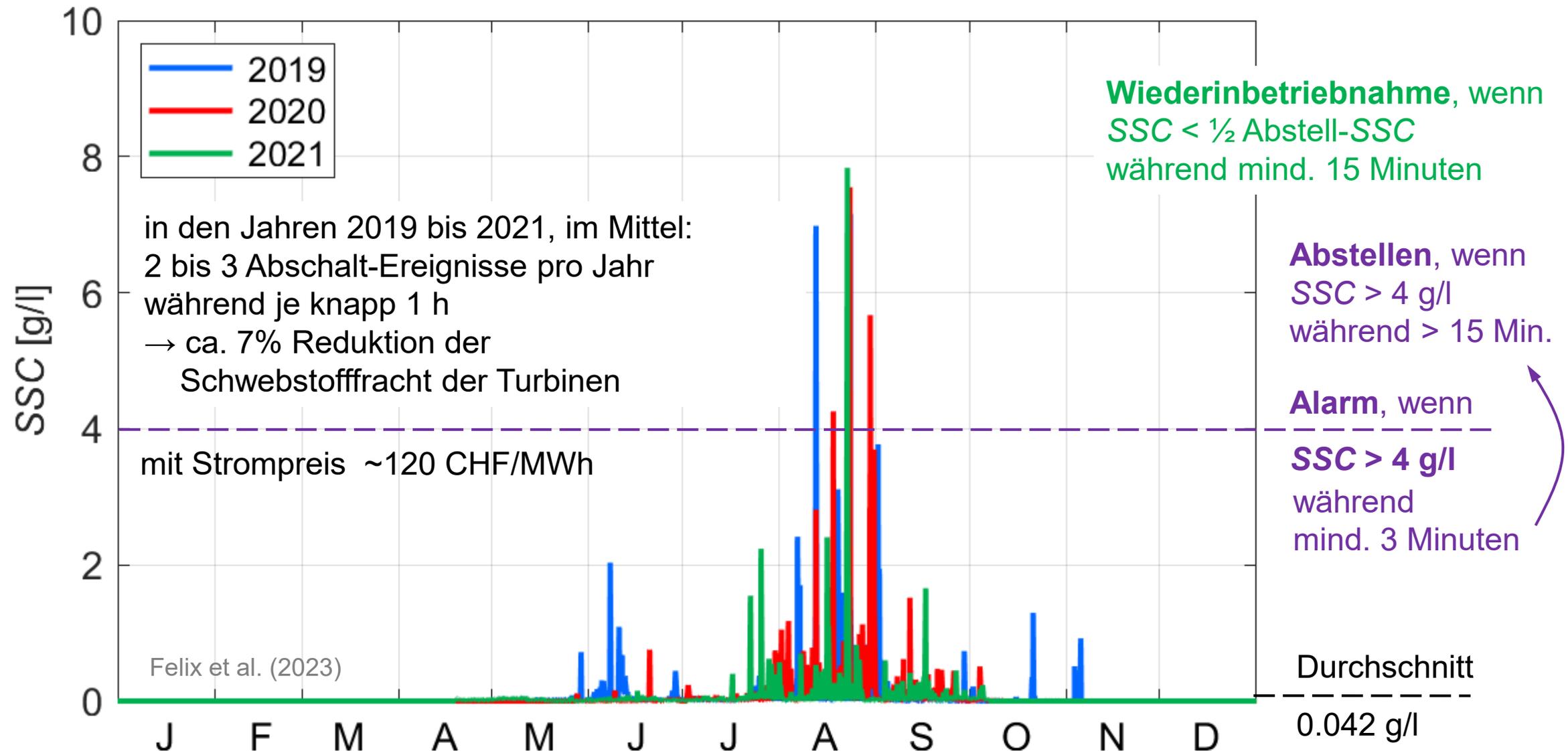


5) Wirkungsgrad-Reduktionen über die Jahre

bei Quasi-Volllastbetrieb ($> 0.9 Q_A$)

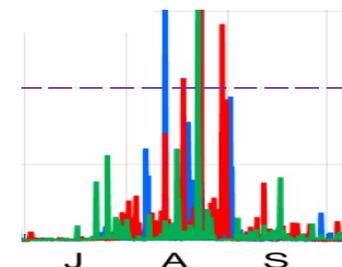
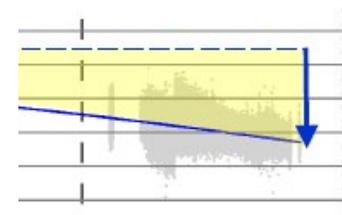
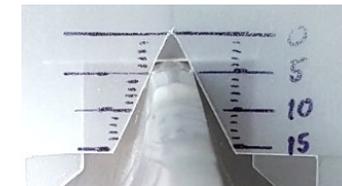


6) Schwellenwert für Ausserbetriebnahmen: Abstell-SSC



Schlussfolgerungen

- **Entsander:** möglichst gleichmässiger Strömungswiderstand im Fließquerschnitt bei den Beruhigungsrechen
- **Sedimentmonitoring in Echtzeit:** zeigt vorübergehend hohe Belastungen (mehr als Faktor 100 über dem Mittelwert)
- **Turbinenvermessung** im Winter: v.a. Mittelschneidenbreite und Becherausschnitte
- **Wirkungsgradmonitoring:** Grundlage für **wirtschaftliche Optimierungen** (Beschichtung, Zeitpunkt für Laufradersatz)
- **Anlage ausser Betrieb nehmen**, wenn $SSC > 4 \text{ g/l}$ während $> 15 \text{ Minuten}$; je nach Betriebserfahrung anpassen (6 g/l)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit und an alle Projektbeteiligten



ETH zürich



Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie

mit Yannick Marschall, Sebastian Davidis
und weiteren VAW-MitarbeiterInnen sowie
StudentInnen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN



G. Neuhäusler



M. Hintermann

Schlussbericht veröffentlicht unter:

<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41589>

david.felix@aquased.ch